



# UNIVERSIDAD DE LAS REGIONES AUTÓNOMAS DE LA COSTA CARIBE NICARAGÜENSE

## URACCAN

### Monografía

Eficacia de dos protocolos de sincronización del estro en vacas  
reproductoras, Nueva Guinea, RACCS, 2023

Para optar al título de Licenciatura en Medicina Veterinaria

### Autores:

Br. José Antonio López Zamora

Br. Guissella Yahoska Espinoza Guerrero

**Tutor:** Mv.Edwing Antonio Rocha Ruíz

Nueva Guinea, mayo 2024



# UNIVERSIDAD DE LAS REGIONES AUTÓNOMAS DE LA COSTA CARIBE NICARAGÜENSE

## URACCAN

### Monografía

Eficacia de dos protocolos de sincronización del estro en vacas  
reproductoras, Nueva Guinea, RACCS, 2023

Para optar al título de Licenciatura en Medicina Veterinaria

### Autores:

Br. José Antonio López Zamora

Br. Guissella Yahoska Espinoza Guerrero

**Tutor:** Mv.Edwing Antonio Rocha Ruíz

Nueva Guinea, mayo 2024

Nuestra monografía está dedicada a Dios principalmente, por habernos cuidado en cada paso, darnos fuerza, sabiduría, paciencia y permitirnos llegar hasta este momento de nuestras vidas con salud. A nuestros Padres, por su apoyo incondicional tanto económico y moral, por estar presente en cada momento difícil a lo largo de nuestra carrera, con una palabra de aliento para no darnos por vencido y poder culminar con una de nuestras metas. A nuestros hermanos, que estuvieron en cada momento con una palabra de aliento, quienes nos corrigieron para ser mejores personas y por siempre estar orgullosos de nosotros.

## **AGRADECIMIENTOS**

Le agradecemos a Dios, por habernos dado salud, sabiduría en cada etapa de realización de nuestra monografía y por siempre guardar cada uno de nuestros pasos durante el proceso.

A nuestros padres, familiares y amigos, por brindarnos el apoyo incondicional y estar presente en momentos buenos y malos durante el periodo de nuestra carrera.

### **A UNIVERSIDAD URAACCAN**

Por habernos brindado la oportunidad de tener una carrera profesional y darnos un espacio y apoyo donde pudimos cumplir una de nuestras mentas, gracias a eso conocimos a grandes personas que formaron parte de nuestro gran logro.

### **A NUESTROS DOCENTES**

Que nos brindaron su apoyo y sus grandes conocimientos ya que fueron uno de los pilares fundamentales para el aprendizaje a lo largo de nuestra carrera en la medicina veterinaria.

# INDICE

I-	INTRODUCCIÓN.....	1
II-	OBJETIVOS .....	2
	2.1. Objetivo general .....	2
	2.2. Objetivos específicos.....	2
III-	HIPÓTESIS.....	3
IV-	MARCO TEÓRICO.....	4
	4.1. Ganadería en Nicaragua.....	4
	4.2. Historia de la ganadería en Nicaragua .....	4
	4.3. Crecimiento de la ganadería en Nicaragua .....	5
	4.4. Importancia de la ganadería en Nicaragua.....	5
	4.5. Características de la ganadería en nuestro país .....	6
	4.6. Sistemas de explotación bovino .....	7
	4.7. Aportes que proporciona la ganadería a nuestro país.....	7
	4.8. Zonas ganaderas de Nicaragua .....	8
	4.9. Problemáticas en el sector ganadero de Nicaragua .....	8
	4.10. Principales patologías reproductivas.....	11
	4.11. Formas de reproducción .....	16
	4.12. Vitaminas y minerales importantes en el ámbito de reproducción bovina .	17
	4.13. Parámetros reproductivos .....	24
	4.14. Edad al primer servicio .....	26
	4.15. Intervalo parto a parto.....	27
	4.16. Anatomía y fisiología del aparato reproductor de la hembra.....	27
	4.17. Los oviductos (trompas uterinas o de Falopio).....	32
	4.18. El útero .....	33
	4.19. La vagina .....	36
	4.20. La vulva (pudendum femininum).....	36
	4.21. Fisiología hormonal.....	37
	4.22. Arco neuroendocrinos.....	38
	4.23. Recontrol endocrino .....	39
	4.24. Control neurohormonal de ciclo estral de la hembra.....	39
	4.25. Relaciones hipotálamo-hipófisis.....	39
	4.26. Hormonas que regulan la reproducción.....	40
	4.27. Fase estrogénica folicular o proliferativa .....	41

4.28.	Fase progestacional lútea o secretora.....	42
4.29.	Sincronización de celo.....	43
4.30.	Ciclo estral del bovino.....	44
4.31.	Fases del ciclo estral .....	46
4.32.	Factores que determinan el ciclo estral .....	47
4.33.	Anestro .....	51
4.34.	Dinámica folicular luteólisis.....	51
4.35.	Función de la prostaglandina PGF2 $\alpha$ . .....	52
4.36.	Sincronización de celos con PGF2 $\alpha$ . .....	53
4.37.	Protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) .....	54
4.38.	Importancia de la sincronización de celo.....	55
4.39.	Ventaja y desventajas de la inseminación artificial (IA) .....	56
4.40.	Efectividad que tienen los protocolos de inseminación.....	57
4.41.	Inseminación con prostaglandina .....	58
4.42.	Inseminación con Ovsynch .....	59
4.43.	Repuestas hormonales.....	62
4.44.	Ciclicidad hormonal.....	62
V-	METODOLOGÍA Y MATERIALES.....	64
5.1.	Ubicación del estudio .....	64
5.2.	Enfoque de la investigación.....	64
5.3.	Tipo de investigación.....	64
5.4.	Tipo de ensayo .....	64
5.5.	Descripción de los tratamientos.....	65
5.6.	Observaciones o réplicas.....	65
5.7.	Establecimiento del diseño en campo .....	65
5.8.	Manejo del ensayo.....	66
5.9.	Duración del estudio.....	66
5.10.	Variables del estudio.....	67
5.11.	Procesamiento y análisis de la información .....	68
5.12.	Materiales a utilizados .....	68
VI-	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	69
VII-	CONCLUSIONES.....	73
VIII-	RECOMENDACIONES.....	76
IX-	REFERENCIAS.....	77

X-	ANEXOS .....	84
----	--------------	----

## **RESUMEN**

La inseminación artificial a término fijo (IATF), es una técnica que permite sincronizar los celos y ovulaciones de los bovinos, mediante la utilización de hormonas, lo cual hace posible inseminar una gran cantidad de animales en un corto periodo de tiempo. El objetivo de este estudio fue evaluar la efectividad de dos protocolos de sincronización del estro, donde se evaluaron 8 vacas reproductoras distribuidas al azar bajo las mismas condiciones de manejo. Este se condujo con un Diseño completo al azar con 2 protocolos de sincronización del estro; protocolo OVSYNCH y protocolo prostaglandina más prostaglandina, donde se realizaron 4 observaciones por cada tratamiento. En el protocolo OVSYNCH se realizaron 3 aplicaciones de hormonas, día 0 (2.5ml de Buserelina), día 7 (2ml de PGF2 $\alpha$ ) y día 9 (2.5ml de Buserelina), mientras que el protocolo prostaglandina más prostaglandina se realizó en 2 aplicaciones, día 0 (2ml de PGF2 $\alpha$ ) y día 11(2ml de PGF2 $\alpha$ ). En este estudio se valoraron cinco variables; características generales de las unidades experimentales, porcentaje de concepción pos tratamiento, efectividad de los protocolos, ciclicidad y relación beneficio- costo. Logrando obtener en este estudio el 50% en la tasa de concepción con el protocolo OVSYNCH, sin diferencia en el protocolo Prostaglandina + prostaglandina ya que se obtuvo el 50% en la tasa de concepción. Los resultados obtenidos de nuestro estudio indica que es posible obtener tasas de preñeces aceptables con la IATF en vacas reproductoras, y que los tratamientos de sincronización del estro a base de hormonas exógenas pueden mejorar la ciclicidad y por ende el desempeño reproductivo de estas.

**Palabras clave:** Sincronización, inseminación a tiempo fijo, reproductoras, estro, ovulación, ciclicidad, hormonas exógenas.

## **I- INTRODUCCIÓN**

La sincronización de celo se ha convertido en una herramienta para aumentar la eficiencia reproductiva de un hato ganadero. Consiste en el proceso de manipulación y control del ciclo estral, de manera que las hembras de un hato queden preñadas en un determinado tiempo. También es considerada una técnica que permite un manejo uniforme del hato a la hora de la inseminación y en la época de parto, logrando que ésta suceda en la época de mayor cantidad y calidad (Avaroma y Chérigo, 2010).

La inseminación artificial a término fijo (IATF), es una técnica que permite sincronizar los celos y ovulaciones de los bovinos, mediante la utilización de hormonas, lo cual hace posible inseminar una gran cantidad de animales en un corto periodo de tiempo (Raso, 2012, citado por Pérez et al., 2015) permite aumentar significativamente el número de animales inseminados, debido a que los protocolos de (IATF) hacen posible realizar la inseminación artificial (IA) sin necesidad de detectar el celo.

La presente investigación tiene como objetivo evaluar dos protocolos de inseminación artificial (IATF), con dos inductores de ovulación (Ovsynch y prostaglandina más prostaglandina) en bovino, comparando el porcentaje de concepción, efectividad y el retorno a la ciclicidad de cada uno de los tratamientos, esta investigación se desarrolló en una unidad de producción del municipio de Nueva Guinea. Donde no hubo diferencia significativa ya que en ambos protocolos se obtuvo el 50% en la tasa de concepción en las vacas que se sometieron al estudio.

## **II- OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo general**

Evaluar la efectividad de dos protocolos de sincronización del estro en vacas reproductoras de Finca El Sábalo, comarca El sábalo, Nueva Guinea, 2023.

### **2.2. Objetivos específicos**

- Valorar la respuesta a los tratamientos hormonales exógenos (Prostaglandina + prostaglandina y protocolo OVSYNCH) en el porcentaje de concepción a través de los indicadores reproductivos.
- Comparar la efectividad de dos protocolos de sincronización de estro en vacas reproductoras (Prostaglandina + prostaglandina y protocolo OVSYNCH) en el porcentaje de concepción obtenida en vacas reproductoras.
- Determinar la ciclicidad post tratamiento hormonal exógeno de vacas reproductoras.
- Establecer la relación beneficio-costo en las alternativas hormonales evaluadas.

### **III- HIPÓTESIS**

El protocolo Ovsynch proporciona un mayor porcentaje de concepción en comparación al protocolo de prostaglandina más prostaglandina.

## **IV- MARCO TEÓRICO**

### **4.1. Ganadería en Nicaragua**

En Nicaragua el sector agropecuario es fundamental no solamente por brindar alimentos a la población, sino porque desempeña un papel importante dentro de la actividad económica. La ganadería nacional se encuentra en manos de pequeños y medianos productores. En la actualidad, el 85 % de las explotaciones bovina son de doble propósito y el 72 % de los ingresos que genera el sector pecuario se debe a la producción de leche y carne (Betancourt, 2011, citado por Díaz y Pérez, 2013).

### **4.2. Historia de la ganadería en Nicaragua**

En 1991 el tamaño del hato ganadero en Nicaragua se estimaba en 1.5 millones de cabezas. Estas cifras estaban basadas en meras proyecciones, ya que el último censo ganadero había sido realizado en 1977. Hubo un censo ganadero realizado por el Ministerio de Agricultura bajo los auspicios de la AID que reportó para noviembre de 1994, una población bovina de 3.3 millones de cabezas de ganado. Estas cifras han sorprendido a muchas personas ligadas al sector que la toman con recelo ya que calculaban el hato en alrededor de 2.2 millones de cabezas (Pratt y Pérez, 1997).

El ganadero tradicional mediano y grande, cuya familia probablemente ha estado en el negocio de la ganadería desde antes de 1950, usualmente han heredado tierras y ganado y poseen una cultura ganadera donde la posesión de tierras y animales tiene un valor que va más allá de solamente lo monetario (Pratt y Pérez, 1997).

La ganadería en Nicaragua se ha practicado tradicionalmente bajo el esquema extensivo, es decir un método de crianza de baja intervención del hombre. Los hatos están compuestos por vacas (hembras de edad reproductiva), terneros (as) crías recién nacidas, novillos (machos jóvenes castrados), novillas o vaquillas (hembras

jóvenes que aún no están en edad reproductiva) toretes (machos jóvenes enteros, pero no en edad reproductiva) y toros (machos enteros y en edad reproductiva (Pratt y Pérez, 1997).

La ganadería tiene un elemento cultural, que hace difícil de descartar su continuación como actividad agropecuaria solamente basado en la rentabilidad de la operación o de sus efectos ambientales. Por lo tanto, la transformación de la mentalidad del hombre del campo, de los técnicos que apoyan la actividad, de la incorporación de prácticas alternas y el estímulo de un mercado demandante de productos alimenticios sanos permitirá transformar esta “forma de vida” en un contribuyente neto de capital natural a la economía del país (Pratt y Pérez, 1997).

#### **4.3. Crecimiento de la ganadería en Nicaragua**

El aspecto importante de este estudio, es que la ganadería está creciendo, en medio de la extracción que estamos teniendo, que es muy buena; estamos teniendo una extracción del 16 por ciento. La ganadería está creciendo, el crecimiento que muestra es de 1.8 con relación al año 2021; el inventario nacional de ganado, y si revisamos los 7 últimos años, está creciendo en un ritmo de 1.6 por ciento (Rivera, 2022).

#### **4.4. Importancia de la ganadería en Nicaragua**

La ganadería genera riqueza al país, tanto por ventas y consumo interno, como por exportaciones, por unos 700 millones de dólares. Las exportaciones de bienes y servicios hasta el momento alcanzan un valor total de 1,451. 5 millones de dólares o sea que aporta una parte importante de esa riqueza (MAGFOR, 2008, citado por Díaz y Pérez, 2013). Por lo tanto, la ganadería es la principal actividad económica de la nación y es la que aporta mayor cantidad de divisas, si se juntan la producción de leche con la de carne y por eso es necesario tomar en cuenta las diferentes causas que provocan los bajos índices productivos y reproductivos y así aumentar

la eficiencia de los hatos ganaderos para que esta actividad pueda ser sostenible y de esta manera mejorar la economía del país (Díaz y Pérez, 2013).

#### **4.5. Características de la ganadería en nuestro país**

Nicaragua es un país con características agropecuarias, destacando la producción ganadera. Se estudiaron 153 sistemas ganaderos de doble propósito en los departamentos de Rivas (Belén, Rivas y Tola) y Carazo (Santa Teresa, Diriamba y La Conquista). Se evaluó las características del sistema (áreas y distribución del sistema, tenencia de la propiedad y disponibilidad de agua), características del hato (raza, número de animales, mortalidad entre otros), características alimenticias (tipo de alimentación), manejo sanitario e infraestructura productiva (Gutiérrez y Mendieta, 2018).

**Características del hato.** Los resultados evidencian que la estructura del hato está conformada principalmente por animales mestizos con diferentes cruces raciales, aclarando que en todos los sistemas no existen animales como razas puras, y se clasificaron como tipos raciales según la sangre que fenotípicamente predominaba. En sentido general, los productores prefieren los genotipos con mayor adaptación a las condiciones de manejo y alimentación característica de los sistemas tradicionales implementados en el trópico (Polvorosa y Basteaensen, 2014, citados por Gutiérrez y Mendieta, 2018). Relacionan la mayor presencia de estos genotipos debido a las demandas de carne y leche por parte de la población nicaragüense. Así mismo (Chuncho, 2011, citado por Gutiérrez y Mendieta, 2018). Señala que en los municipios de Río Blanco y Paiwas, Nicaragua estos genotipos de ganado son los que predominan (Gutiérrez y Mendieta, 2018).

#### **4.6. Sistemas de explotación bovino**

En Nicaragua predominan los sistemas ganaderos tradicionales los cuales son extensivos y de doble propósito hacen referencia que el sistema de doble propósito persigue dos objetivos principales la producción de leche, obtenida de manera manual, con el apoyo de becerro para estimular el descenso y la producción de carne mediante la cría de becerro y adultos que son descartado del sistema y pasan al suministro de carne del mercado (Gallo, 2010, citado por Gutiérrez y Mendieta, 2018). Reporta que la ganadería tradicional es la responsable de la reducción de los bosques naturales vírgenes para ser transformados en fincas ganaderas (Iglesias et al., 2011, citados por Gutiérrez y Mendieta, 2018). Manifiestan que la actividad ganadera tradicional, está afectando los recursos naturales a un ritmo acelerado, por lo que se debe implementar estrategias silvopastoriles, para disminuir estas afectaciones en el ambiente (Monzote, 2007, citado por Gutiérrez y Mendieta, 2018). Expresa que el cambio de los sistemas de ganadería tradicional a los sistemas ganaderos agroecológicos es cada vez más necesario y urgentes, ya que la ganadería agroecológica posee como principales características la diversidad espacial y temporal de forraje, autosuficiencia alimentaria y sobre todo la integración de la producción animal y vegetal, combinada con los aspecto socioeconómicos y ambientales (Gutiérrez y Mendieta, 2018).

#### **4.7. Aportes que proporciona la ganadería a nuestro país**

El sector agropecuario es uno de los pilares fundamentales para la economía de Nicaragua. También, realiza aportes significativos a la generación de empleos y la seguridad alimentaria. El sector ganadero brinda aporte al sector económico, social y ambiental (Chuncho, 2011, citado por Gutiérrez y Mendieta, 2018). Indica que la ganadería en Nicaragua, es heterogénea tanto en organización técnica, económica y de producción, así mismo hace mención que el nivel organizacional difiere de un sistema ganadero a otro, predominando el modelo de ganadería tradicional, en donde la alimentación del ganado se sustenta en las pasturas naturales que crecen de forma espontánea (Gutiérrez y Mendieta, 2018).

Según Estradas y Holmann, (2008), citados por Gutiérrez y Mendieta, (2018). Hacen mención que los sistemas ganaderos tradicionales se basan en el aprovechamiento de la vegetación herbácea espontánea y que la siembra de pastura es inferior al 10% (Holguín et al., 2003, citados por Gutiérrez y Mendieta, 2018). En estudios realizados en Costa Rica, expresan que los sistemas ganaderos se sustentan en la alimentación de los animales mediante pasturas naturales de baja calidad y bajos rendimientos, en donde la productividad es limitada por los escasos de forraje durante la época seca, lo que conlleva a bajos niveles de productividad de leche y carne (Gutiérrez y Mendieta, 2018).

#### **4.8. Zonas ganaderas de Nicaragua**

##### **Zona vía Láctea**

Comprende la mayor parte de los departamentos de Matagalpa, Boaco y Chontales ubicados en la frontera con las Regiones Autónomas de la Costa Caribe Norte (RACCN) y Sur (RACCS), aledañas al territorio antes mencionado (Hoek et al., 2021).

##### **Zona Seca**

La zona seca comprende la mayoría de los municipios de la región Central Norte (Estelí, Nueva Segovia, Madriz, Matagalpa) y de la región del Pacífico de Nicaragua que se ubican en el denominado corredor seco centroamericano (Hoek et al., 2021).

#### **4.9. Problemáticas en el sector ganadero de Nicaragua**

Díaz y Pérez (2013) argumentan que la actividad pecuaria no puede ser rentable y muchos menos competitiva, con parámetros técnicos productivos y reproductivos tan bajos que se generan por diferentes causas como:

- ❖ Capacitación y asistencia técnica
- ❖ Adopción de tecnologías

- ❖ Financiamiento
- ❖ Alimentación
- ❖ Manejo del ganado
- ❖ Salud animal
- ❖ Enfermedades reproductivas
- ❖ Enfermedades productivas
- ❖ Estado corporal del animal
- ❖ Genética
- ❖ Formas de reproducción

### **Capacitación y asistencia técnica**

La mayoría de los productores dedicados a la actividad pecuaria reciben capacitaciones y asistencia técnica deficientes que no contribuyen al mejoramiento y desarrollo del hato ganadero (Sánchez, 2007, citado por Díaz y Pérez, 2013).

### **Adopción de tecnologías**

Aunque Nicaragua cuente con condiciones propicias de suelo, clima y agua para el desarrollo de la actividad ganadera, tanto de leche como de carne, existe la limitante de la falta de la aplicación de tecnologías adecuadas en la producción ganadera que permitan aprovechar estos recursos (Cordero, 2009, citado por Díaz y Pérez, 2013).

### **Financiamiento**

Aún con lo estable de la actividad pecuaria, esta ha sido vista con mucha desconfianza por el sector financiero nacional, lo que ha incidido negativamente en el desarrollo de esta actividad impidiendo que se realicen las inversiones necesarias en las fincas para estar a la altura de las exigencias del momento. A pesar de todos los problemas, el sector ganadero ha alcanzado un buen desarrollo en el sector

industrial lácteo, al punto que se puede comparar con cualquier país desarrollado (Cordero, 2009, citado por Díaz y Pérez, 2013).

## **Alimentación**

Alimentación adecuada del ganado se entiende como el proceso de ofrecer en primer lugar los nutrientes para su mantenimiento y producción en las cantidades requeridas por el animal de acuerdo a su estado fisiológico y funcional (Arriaza et al, 1997 citado por Diaz y Pérez, 2013). La alimentación adecuada es aquella que llena los requerimientos de los diferentes nutrientes 13 que el ganado necesita para crecer, reproducir, mantener la actividad de su cuerpo y producir leche y carne por lo tanto una alimentación inadecuada afecta el crecimiento, disminuye la producción de leche, produce alteraciones en el ciclo estral de las vacas, conlleva a problemas de fertilidad y predisposición a infecciones (Díaz y Pérez, 2013).

Por lo tanto, el consumo de alimentos tiene como objetivo conservar al animal para reparar las pérdidas constantes que el cuerpo sufre durante el desarrollo de las actividades vitales diarias, básicamente en la producción animal (Acosta, 2002, citado por Díaz y Pérez, 2013). Por lo tanto, la alimentación es un factor clave para obtener mayor producción posible y garantizar una vida productiva larga, así como asegurar el estado sanitario de los animales y crías (Díaz y Pérez, 2013).

## **Manejo del ganado**

La calidad del manejo se refleja claramente en el comportamiento y la condición corporal del animal, un ganado bien manejado será dócil, saludable, bien desarrollado, vigoroso, activo, con buen apetito y una producción sobresaliente (Flores et al., 2011, citados por Díaz y Pérez, 2013). Los problemas reproductivos que se presentan en fincas ganaderas, son el resultado de un inadecuado plan sanitario, de manejo y deficientes métodos de descarte, que impiden la

productividad del animal, más aún cuando este ya venció su vida útil (Díaz y Pérez, 2013).

La aparición de ciertas patologías reproductivas en el ganado bovino se debe principalmente a causas externas y en las cuales el hombre influye de cierta manera, como son principalmente el mal manejo que se le brinda a los animales y a las deficiencias de nutrientes en la dieta de estos lo que ocasiona trastornos en la fertilidad y alteran el estado sanitario en general (Flores et al., 2011, citados por Díaz y Pérez 2013). La productividad de un sistema ganadero está basada en el cuidado que se les brinde a los animales y del hombre depende aumentar la eficiencia del hato mediante un manejo adecuado (Díaz y Pérez, 2013).

## **Salud animal**

Los problemas sanitarios de mayor trascendencia en la producción ganadera son las altas incidencias de parásitos en la categoría de ganado en crecimiento y la alta mortalidad de terneros causada por la falta de vacunación. La incidencia de parásitos externos, tales como tórsalo y garrapatas es otra causa que incide en la baja productividad de la ganadería (Castillo y Cruz, 2003, citados por Díaz y Pérez, 2013). Este problema puede ser prevenido y controlado por el productor si este cuenta con un buen programa sanitario para implementar en su unidad productiva (Díaz y Pérez, 2013).

### **4.10. Principales patologías reproductivas**

En Nicaragua existen un gran número de enfermedades reproductivas que afectan al ganado bovino y bajan la efectividad en las unidades de producción y entre las principales patologías que predominan encontramos: el anestro, retención placentaria, metritis, quistes ováricos (Flores et al., 2011, citados por Díaz y Pérez, 2013). Este tipo de enfermedades en las hembras bovinas evita un buen desarrollo

productivo y reproductivo, provocando grandes pérdidas en las unidades de producción de nuestro país (Díaz y Pérez, 2013).

### **Enfermedades reproductivas**

**Metritis** es una enfermedad severa que afecta negativamente la producción de leche y la reproducción, y pone a la vaca en riesgo de desarrollar numerosos desórdenes metabólicos que potencialmente comprometen su vida. La metritis es definida como una inflamación de las paredes musculares del útero y del endometrio la mayoría de los casos serios ocurren durante los primeros 10-14 días postparto y algunas veces son llamados metritis toxica puerperal, metritis aguda postparto o simplemente metritis puerperal la incidencia de metritis tóxica varía desde 2,2 % a 37,3 % las vacas afectadas exhiben diferentes grados de depresión, inapetencia y disminución de la producción de leche y reproducción (Palmer, 2007).

**Mastitis** Es la inflamación de la glándula mamaria provocada principalmente por bacterias que penetran a las partes más internas de la ubre afectando los sitios en los que se produce la leche (alvéolos mamarios). En condiciones tradicionales el factor predisponente de mayor importancia es la mala higiene durante el ordeño y las formas incorrectas de ordeño manual (Díaz y Pérez, 2013).

### **Quistes ováricos**

Ovarios quísticos y quistes de ovario son términos que se utilizan para describir una misma condición en las vacas, mediante la cual una estructura folicular crece hasta superar el tamaño ovulatorio y no llega a ovular Esto impide que ocurra un ciclo estral normal, prolonga el tiempo para llegar al primer servicio posparto y retrasa la fecundación ovulatoria normal Un concepto más amplio define a los quistes ováricos como estructuras dinámicas, referidas como folículos a no ovulatorios únicos o múltiples, localizados en uno o ambos ovarios, que tienen un diámetro > 18 mm (mayor al diámetro ovulatorio para la raza), con una persistencia de más de seis

días, en ausencia de tejido Luteal, sin tonicidad uterina y con interrupción de los ciclos estrales normales (Chamba et al., 2017).

Los quistes ováricos impiden que las vacas ciclen normalmente; son frecuentes durante el periodo posparto en ganado lechero, y constituyen una de las principales causas de falla reproductiva, dado que esta circunstancia provoca una prolongación de los intervalos parto primer celo, parto-concepción y parto-parto (Chamba et al., 2017).

### **Brucelosis**

La brucelosis bovina (BB) es una enfermedad bacteriana, infectocontagiosa, producida por la *Brucella abortus*. Afecta principalmente a las hembras bovinas en edad reproductiva, provocando abortos y alteraciones reproductivas. Los machos enteros también pueden infectarse y en ellos la enfermedad se manifiesta con pérdida de la fertilidad debido a orquitis y epididimitis (Servicio Agrícola y Ganadero [SAG], 2022).

Entre las pérdidas económicas, directas e indirectas, por brucelosis bovina están abortos, bajos índices reproductivos, eliminación temprana de animales infectados, disminución de los kilos de carne a la venta, disminución del número de terneras para reemplazo, disminución de litros de leche producida, baja competitividad en la comercialización nacional o internacional de bovinos en pie, productos y subproductos (SAG, 2022).

**Salpingitis** Es una inflamación de los oviductos que ocurre en todas las especies, pero más frecuente en vacas su presentación se asocia a infecciones ascendentes como metritis, piometra y perimetritis, así como la hemorragia provocada al extirpar el cuerpo lúteo. La inflamación puede afectar uno o ambos oviductos la *Brucella abortus* causa salpingitis grave, ocluyendo en muchos casos la luz del oviducto también ocurre como retención placentaria (Piedra, 2012).

## **Campylobacteriosis**

Campylobacter f. fetus se encuentra generalmente en el tracto intestinal de bovinos y ovinos y puede causar abortos en forma esporádica en dichas especies. También se lo ha asociado como causante muy raro de enteritis, aborto, endocarditis y meningitis en humanos. C.f. venerealis parece estar muy adaptado al tracto genital de bovinos y no sobrevive en el intestino. La principal manifestación clínica de la CGB es infertilidad, repetición de celos y ocasionales abortos. El toro es portador sano de la enfermedad, esto quiere decir que es transmisor de la misma, aunque su capacidad reproductiva no está afectada. El C.f. venerealis se aloja en las criptas prepuciales del toro (Mederos et al., 2014).

## **Tricomoniasis**

La trichomonosis bovina (actual denominación de la tricomoniasis). Es una enfermedad de transmisión sexual ocasionada por el protozoo flagelado Tritrichomonas foetus. T. foetus es un protozoo flagelado de 9 a 18 x 4 a 8  $\mu\text{m}$  de tamaño, piriforme, que posee una membrana ondulante la cual recorre todo el cuerpo formando de 2 a 5 ondulaciones y presenta tres flagelos anteriores y un flagelo posterior la infección afecta el área genital de los bovinos produciendo en la hembra vaginitis, endometritis (Gaitán, 2011, citado por Vega, 2022).

## **Tripanosomiasis**

El Trypanosoma spp afecta al ganado bovino produciendo enfermedad anemizante con consecuencias negativas tanto para la producción y la reproducción del mismo. La tripanosomosis conlleva un impacto económico por las pérdidas en la producción, debidas a bajas en la ganancia de peso, producción lechera, abortos, repetición de celos, como resultado de la acción hemoparasitaria (Anónimo, s. f.).

## **Rinotraqueitis bovina (IBR)**

La Rinotraqueitis infecciosa bovina es una enfermedad infecto-contagiosa de origen viral (Virus Herpes Bovino tipo 1), que puede originar trastornos clínicos de índole respiratorio, oculares de carácter leve o graves, lesiones inflamatorias de tipo postular en mucosa vulvar, vaginal y uterina, que suelen inducir abortos o nacimiento de terneros con trastornos neurológicos severos con alta mortalidad. En machos provoca lesiones pustulares en mucosa peneana generando cuadros de balanopostitis (SAG, s. f.).

## **Leptospirosis**

La leptospirosis es la infección por bacterias del género *Leptospira* que tienen forma espiral, con filamentos alargados llamados flagelos que les permiten moverse en medios líquidos (CEVA SALUD ANIMAL, S.A. 2021).

Las vacas contraen la leptospirosis cuando su mucosa nasal entra en contacto con las principales fuentes de transmisión: los fetos abortados, la orina de otros animales infectados, o agua contaminada. También pueden infectarse a través de la piel si tienen heridas (CEVA SALUD ANIMAL, S.A. 2021).

Las bacterias entran a la circulación sanguínea y pasan a los riñones, al hígado, al útero y a la ubre. Destruyen los vasos sanguíneos y los conductos de los órganos. Por eso, las vacas afectadas abortan, tienen hepatitis e ictericia, y expulsan orina y leche de color oscuro o hemorrágico, producen abortos al final de la gestación, o nacen terneros prematuros y débiles. Hay problemas de fertilidad en el rebaño por abortos tempranos y reabsorción embrionaria (CEVA SALUD ANIMAL, S.A. 2021).

## **Estado corporal del animal**

La condición corporal el estado del animal a simple vista, que nos permite valorar si el animal está flaco, gordo, listo para sacrificio, descarnado, pero en buen estado, o simplemente en buen estado, refleja el trato que el animal ha recibido y, además, permite deducir si ha sido bien alimentado o no (Castillo et al., 2003, citados por Díaz y Pérez, 2013). El estado corporal de los animales es un parámetro que se debe tomar en cuenta al momento del servicio para que la gestación transcurra de manera normal (Díaz y Pérez, 2013).

## **Genética**

La conducta de apareamiento varía con el genotipo e impulso sexual como muchas otras medidas de la función reproductora, está sujeto a heterosis y vigor híbrido de la conducta de apareamiento en presencia de un conjunto específico de factores externos (McDonald, 1978 citado por Díaz y Pérez, 2013). El encaste consiste en aparear sementales puros de una raza determinada con hembras sin descripción, inferiores o nativas y con su progenie femenina generación tras generación (Díaz y Pérez, 2013).

### **4.11. Formas de reproducción**

#### **Inseminación artificial**

Es una técnica de reproducción por la cual, el semen de los machos es colectado artificialmente, depositado en el tracto reproductivo de las hembras para producir la fecundación de los óvulos maduros (Mairena, 2003 citado por Díaz y Pérez, 2013). De este modo el hombre aplica 17 técnicas sobre el proceso reproductivo, manejándolo de acuerdo a los objetivos de producción. Fundamentalmente se emplea para multiplicar las características productivas deseables de reproductores de alto valor genético (Díaz y Pérez, 2013).

La IA constituye un medio de ayuda para mejorar las condiciones de producción de las unidades de producción (Barrantes, 2008, citado por Díaz, 2018), Es una técnica que, mediante la utilización de hormonas, permite sincronizar los celos y ovulaciones con lo cual es posible inseminar una gran cantidad de animales en un período corto de tiempo (Raso, 2012, citado por Díaz, 2018). También ha demostrado ampliamente su gran aporte para el mejoramiento genético en la ganadería lechera y los índices de producción lechera en diferentes partes del mundo (Huanaca, 2001, citado por Díaz, 2018).

Sumba (2012), citado por Díaz, (2018). Afirma que, para obtener buenos resultados en la IA, es necesario considerar el inicio del celo ya que el sistema que se emplea universalmente es la regla AM-PM, es decir, que las vacas que son detectadas en estro por la mañana se inseminan en la tarde del mismo día y las que son detectadas en celo por la tarde son inseminadas por la mañana del día siguiente (Díaz, 2018).

#### **4.12. Vitaminas y minerales importantes en el ámbito de reproducción bovina**

Los minerales se clasifican en macrominerales los cuales son requeridos en mayor cantidad por el animal que se dividen en aniones (Ca, Mg, Na, K) y cationes (P, Cl, S) (18), y los micro minerales que son requeridos en menor cantidad, pero de igual manera son indispensables para el funcionamiento óptimo del animal. Los minerales considerados importantes en la reproducción del ganado bovino son el calcio (Ca), Fosforo (P), Selenio (Se), Magnesio (Mg), Zinc (Zn) y Hierro (Fe) (11). Usualmente, los forrajes y los alimentos no balanceados no son elementos suficientes para los requerimientos del animal, ya que están condicionados por limitaciones climáticas y de suelo. Esto trae consecuencias como deficiencias que se representan en balances negativos que usualmente se agravan durante la lactancia ocasionando anestros que influyen sobre la fertilidad, y problemas como retención de placenta, hipocalcemia y metritis entre otras (Otalvaro y Toquica, s. f.).

## **Los minerales en el organismo animal**

Los minerales son elementos inorgánicos que pueden estar formando parte de una sal o combinados con otros elementos propios de compuestos orgánicos como el carbono, hidrógeno, oxígeno o nitrógeno (Underwood, 1983 citado por Luna, 2011). Ellos están en una proporción del 2 % al 5 % del peso total del animal como compuestos inorgánicos, y tienen funciones esenciales tanto en la estructura de tejidos y biomoléculas, como en el propio metabolismo animal (Spears, 1998; Engelhardt y Breves, 2005, citados por Luna, 2011).

### **Macroelementos**

Los macroelementos calcio (Ca), fósforo (P), magnesio (Mg), potasio (K), sodio (Na), cloro (Cl), y azufre (S), se encuentran en una concentración superior a 50 mg por kg de peso vivo en los mamíferos. Estos siete elementos son imprescindibles para mantener las funciones vitales y por lo tanto deben ser aportados continuamente por la dieta. En el organismo, la mayor proporción de los elementos polivalentes: calcio, fósforo y magnesio, se encuentran en los huesos y en los dientes. Cuanto más intensa sea la mineralización del esqueleto, más duro será el tejido óseo. Los macroelementos monovalentes del organismo: potasio, sodio y cloro, se encuentran esencialmente en los tejidos blandos. Mientras que el potasio se encuentra sobre todo en el líquido intracelular, el sodio y el cloro se encuentran principalmente en el extracelular. Esto explica por qué la concentración en el plasma sanguíneo de estos dos últimos elementos citados es sensiblemente superior a la del resto de los minerales (Underwood and Suttle, 1999; Engelhardt y Breves, 2005, citados por Luna, 2011).

## **Calcio (Ca)**

El cuerpo de los animales contiene entre 9 a 13 g·kg<sup>-1</sup> de peso vivo de calcio (Ca). La mayor parte del calcio del organismo, un 99%, aparece en la matriz de los huesos y de los dientes formando parte del compuesto hidroxapatita. El 1% restante, es muy importante e interviene en la contracción muscular, sensibilización nerviosa y coagulación de la sangre. En el plasma, el calcio total se presenta de dos formas: una, libre ionizada y la otra, orgánica asociada a moléculas tales como proteínas, principalmente albúmina (cerca de 45 %) o ácidos orgánicos (cerca del 10 %). Estas dos formas están en equilibrio y su distribución final depende del pH, de la concentración de albúmina o de la relación ácido-base. Cuando existe acidosis, la tendencia es de aumentar la forma ionizada. El calcio es un macromineral que está íntimamente relacionado con el metabolismo animal (González, 2000; Engelhardt y Breves, 2005, citados por Luna, 2011).

Entre las funciones principales el Ca, se puede decir que proporciona estabilidad y garantiza la mineralización del esqueleto; transmite el impulso nervioso y los estímulos y participa como cofactor en la coagulación sanguínea (Engelhardt, 2005; Bačić et al., 2007, citados por Luna, 2011). En los animales más viejos se reduce la capacidad de movilizar las reservas de calcio cuando ocurren desequilibrios, por lo tanto, son más susceptibles a sufrir hipocalcemia (González, 2000; Engelhardt y Breves, 2005, citados por Luna, 2011).

## **Fósforo (P)**

El contenido de fósforo (P), en los animales es de 4 a 7 g kg<sup>-1</sup> del peso vivo. La mayor parte del P se incorpora al hueso denso en forma de cristales de hidroxapatita con escasa disponibilidad. Se cree que parte de P, junto con el Ca y otros minerales, se adhieren a la superficie del hueso y puede ser liberado rápidamente. Los tejidos blandos son también una reserva de fósforo (González, 2000; Engelhardt y Breves, 2005, citados por Luna, 2011).

Las funciones del P son, entre otras: proporcionar estabilidad y garantizar la mineralización del esqueleto, almacenar y transmitir la información genética en forma de ácidos nucleicos, transportar energía (ATP/ADP) y almacenarla en forma de fosfato de creatina, formar parte de las membranas en forma de fosfolípidos y participar en los sistemas tampón (Kincaid et al., 1981; Engelhardt y Breves, 2005; Bavera, 2006, citados por Luna, 2011).

La deficiencia de fósforo no tiene efectos inmediatos. A largo plazo, causa retardo en el crecimiento, osteoporosis progresiva, infertilidad y disminución en la producción de leche. La gravedad de la carencia en el parto está relacionada con la magnitud del descenso tanto de Ca como de P inorgánico en el plasma (Contreras et al., 1990; Overton and Waldron, 2004 citado por Luna, 2011). Las vacas lecheras lactantes son tolerantes ante consumos elevados de fósforo. Los excesos pueden causar disminución en la absorción intestinal de los minerales: magnesio, cinc, cobre y manganeso (Horst, 1986; González, 2000, citados por Luna, 2011).

### **Magnesio (Mg)**

El contenido mineral de magnesio, en los animales es de 0,3 – 0,4 g kg<sup>-1</sup> de peso vivo (Engelhardt and Breves, 2005, citados por Luna, 2011). La saliva contiene 6 a 10 mg L<sup>-1</sup>. Los niveles en sangre de Mg raramente superan el umbral de 2,5 a 3,3 mg dL<sup>-1</sup>, lo que refleja la capacidad de reabsorción en la rama ascendente del riñón. La absorción del Mg tiene lugar en rumen, omaso, intestino delgado y colon y probablemente sea por dos mecanismos. Uno de los mecanismos es activo y saturable, el cual constituye la principal vía de absorción mientras son bajos los consumos de magnesio (Luna, 2011).

El segundo mecanismo, pasivo y no saturable es la vía de absorción cuantitativa durante los períodos de consumo elevado o excesivo de Mg. Como la absorción de este macroelemento depende de energía, las raciones pobres en ella pueden reducir su absorción (Fontenot y Allen, 1989; Kincaid, 1993, citados por Luna, 2011).

Las funciones del magnesio son: transmitir estímulos e impulsos nerviosos; actuar como cofactor de más de 300 enzimas; participa en la composición química de los huesos y en la actividad neuromuscular (Kincaid, 1993; Engelhardt y Breves, 2005, citados por Luna, 2011).

### **Sodio (Na)**

La transferencia de Na y agua tiene lugar a través de la pared del rumen desde el interior del rumen como respuesta a la presión osmótica del líquido ruminal. El contenido de sodio es de 1,0 a 1,5 g · kg<sup>-1</sup> del peso vivo en los animales. Las sales de sodio de los alimentos o de los suplementos minerales se solubilizan y absorben en el intestino delgado por transporte activo, a través de la bomba Na-KATPasa. A nivel del colon la absorción es electrogénica. La entrada del sodio en la célula de la mucosa intestinal puede ocurrir a través de un mecanismo de transporte para el Na, o puede difundirse simplemente a través de canales hidrofílicos altamente selectivos. Se excreta principalmente a través de la orina como sal por acción de la aldosterona y en menor proporción a través de las heces y el sudor (Kincaid, 1993; González, 2000; Engelhardt and Breves, 2005, citados por Luna, 2011). El organismo animal posee mecanismos homeostáticos eficaces que le permiten adaptarse muy bien a un consumo reducido de este elemento (Underwood, 1983, citado por Luna, 2011).

### **Cloro (Cl)**

El contenido de cloro (Cl), en los animales es de 0,8 a 1,2 g kg<sup>-1</sup> de peso vivo. El Cl puede ser absorbido a través de la pared del rumen contra un gradiente de concentración de aproximadamente unas 10 veces. La mayor parte de la absorción del cloro tiene lugar en tramos digestivos posteriores al rumen (Kincaid, 1993, citado por Luna, 2011).

El organismo animal posee mecanismos homeostáticos muy eficaces que le permiten adaptarse muy bien a consumos reducidos de Na y Cl de la dieta. Dichos mecanismos pueden ser efectivos durante amplio período de tiempo, excepto cuando se eliminan cantidades relativamente grandes de sodio y cloro con la leche o sudor, o se incorporan a los fluidos o tejidos orgánicos cuando el crecimiento es rápido. Cuando la dieta es reducida en su contenido, disminuyen las pérdidas de cloro con las heces y orina como parte del mecanismo homeostático (Underwood, 1983; Engelhardt and Breves, 2005, citados por Luna, 2011).

Las funciones del Cl son; mantener la presión osmótica del líquido extracelular; controlar el equilibrio hídrico; formar parte del ácido clorhídrico en la mucosa gástrica y activar la pepsina en el estómago. El cloro también interviene en la regulación del balance ácido-base y en el intercambio de electrolitos (Underwood, 1983; McDowell, 1992; Engelhardt and Breves, 2005, citados por Luna, 2011).

El cloro tiene una función específica con la angiotensina, dado a que este mineral activa la enzima que convierte la angiotensina I en angiotensina II, ésta última es vasoconstrictora y es inactivada por la angiotensinasa dependiente de cloro. Por consiguiente, este macroelemento puede intervenir en el aumento de la presión sanguínea (Kincaid, 1993; Horta, 1994, citados por Luna, 2011).

### **Potasio (K)**

El contenido de potasio (K), presente en los animales es de 1,5 a 2,0 g kg<sup>-1</sup> de peso vivo. El 99 % del potasio de los forrajes aparece en la fracción soluble de las células. El intestino delgado es el principal órgano de absorción. La mayor parte del K endógeno se pierde con la orina y la excreción es promovida por la aldosterona. El potasio es intercambiado por el hidrógeno o reabsorbido en el interior del túbulo renal. Las funciones del potasio son: transportar a través de las membranas por intermedio de bomba de iones, intervenir en la contracción muscular y transmitir el impulso nervioso (Engelhardt y Breves, 2005, citados por Luna, 2011). El K junto

con el Na y el Cl son responsables de mantener la presión osmótica (intracelular), regular el equilibrio ácido base y de controlar el equilibrio hídrico en el organismo (Pérez Carrera et al., 2007, citados por Luna,2011).

### **Azufre (S)**

Los rumiantes pueden utilizar eficazmente el sulfato de la dieta para la síntesis de aminoácidos. La formación de sulfuro en el rumen ejerce efectos adversos sobre la biodisponibilidad de Cu al formarse sulfuro de cobre (II) insoluble. Los consumos elevados de S aumentan la excreción de Se. Aunque Se y S forman análogos estructurales, no se ha demostrado que el azufre reemplace al selenio en su actividad biológica. Las funciones del azufre son de componer: aminoácidos sulfurados (metionina y cisteina), vitaminas hidrosolubles como la biotina y tiamina y mucopolisacáridos. También participa en reacciones de desintoxicación (Engelhardt and Breves, 2005, citados por Luna, 2011).

### **Inseminación artificial a tiempo fijo**

La principal razón por la cual se implementa la IA en los sistemas de producción es mantener la genética así como la calidad y alta producción de leche, pero hay ciertas dificultades que hacen que se dificulte el uso de estas tecnologías en un 100% debido al mal manejo así como la ineficiencia al detectar celos, es por esta razón que los sistemas de producción se han dado a la tarea de implementar protocolos de sincronización que permitan la IA sin necesidad de detectar estro, llamándola así IATF (inseminación a tiempo fijo) para así aumentar significativamente el número de animales inseminados (Cutaia, 2006).

## **Transferencia embrionaria en bovinos**

En la actualidad en los sistemas de producción la detección de estros a resultado uno de los principales problemas de producción y la baja eficiencia reproductiva, optando así por la utilización de diversos métodos y programas para mejorar la detección de celo y con ello la producción, y tasa de preñez (Giraldo, 2008, citado por Díaz, 2018), gracias a el avance de estos programas los sistemas de producción tienen la opción de inseminar un gran número de animales en un corto tiempo (Cutaia et al., 2004, citados por Díaz, 2018); Permitiendo así la inseminación sin la necesidad de la detección de celos usando los programas reproductivos o bien llamados protocolos de sincronización. Es posible escoger entre diferentes protocolos de sincronización de celos que pueden ser desde los más sencillos (PGF2 $\alpha$ ) hasta los más complejos con la utilización de GnRH o bien dispositivos con Progesterona, teniendo así la posibilidad de aplicar IATF (Bó et al., 2009, citados por Díaz, 2018).

## **Monta natural**

La monta es el acto de unión entre los sexos (es el salto de la hembra por el macho). Esto solo es posible cuando la hembra presenta celo calor o estro (Acosta, 2002, citado por Díaz y Pérez, 2013). La monta natural debe ser controlada y tenerse una especial precaución en la selección del toro en cuanto a su historia reproductiva, comportamiento y registros productivos de su descendencia (Díaz y Pérez, 2013).

### **4.13. 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 estadios tempranos (Instituto para la innovación tecnología en la agricultura [INTAGRI], 2018).

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. En ganado productor de leche se busca que las vaquillas alcancen la pubertad a una edad de 15 a 21 meses, para que queden gestantes y su primer parto sea entre los 2 y 2.5 años de edad; además que las vacas tengan un intervalo entre partos de 365 días o menos, considerando que la gestación tiene una duración de 275 a 290 días; las vacas deben quedar gestantes entre los 75 y 90 días posparto para conservar un intervalo entre partos de 12 meses (INTAGRI, 2018).

#### **4.14. Condición corporal**

La condición corporal es básicamente una medida para estimar la cantidad de tejido graso subcutáneo en ciertos puntos anatómicos, o el grado de pérdida de masa muscular en el caso de vacas flacas con muy poca grasa. Por lo tanto, es un indicador del estado nutricional de la vaca (López, 2006).

La condición corporal además sirve, para determinar la cantidad y tipo de suplemento que requiere la vaca durante la lactancia. Las vacas en buen estado corporal pueden movilizar sus reservas sin que sufran problemas metabólicos y sin que se vea afectado su desempeño reproductivo. Por el contrario, vacas flacas con pocas reservas corporales, requieren de una mayor suplementación para evitar pérdidas excesivas de peso y la consecuente reducción en la producción de leche y tasa de preñez (López, 2006).

La estimación de la Condición Corporal (CC) constituye una herramienta valiosa para los que trazan las estrategias de manejo, comportamiento reproductivo y productivo de los rebaños productores de leche. Tiene una estrecha relación con el plano nutricional y se correlaciona positivamente con el comportamiento reproductivo posparto y la producción láctea (Álvarez, 1997, citado por Diéguez y Escobar, 2009).

## Escala de la clasificación de la condición corporal

**Figura 1.** Escala de la condición corporal



Fuente: Ramírez et al., 2015

### 4.15. Edad al primer servicio

Tomando como base la fecha de nacimiento de las novillas podemos calcular la edad al primer parto, la cual debería fluctuar alrededor de 36 meses. Una edad de 4 años resulta elevada y debería ser reducida mediante la incorporación de animales con una menor edad al servicio. Para lograr este objetivo es necesario establecer un adecuado plan de crianza de las hembras jóvenes que además de pastos de calidad incluya una ración suplementaria de alimento concentrado y sales minerales en forma continua, de tal manera que les permita incrementar la ganancia promedio de peso diario (González, 2005, citado por Díaz y Pérez, 2013). Es decir que antes de destinar a una hembra a la reproducción se debe tomar en cuenta factores como el peso de esta, alimentación, pero lo fundamental que tenga la edad suficiente para ser servida además de una buena condición física. la edad al primer

parto gira de 25 a 27 meses de edad y de 36 a 45 meses en sistemas con manejos deficientes (Díaz y Pérez, 2013).

#### **4.16. Intervalo parto a parto**

El intervalo entre parto es el lapso transcurrido entre dos partos subsiguientes, con esta medida se evalúa la eficiencia de cada vaca. IEP muy largos provocan disminución en la producción de leche en lactancias subsecuentes debido a una excesiva involución de la glándula mamaria entre partos. Los animales con IEP muy largos tienden a acumular mucha grasa corporal lo que puede ser factor de riesgo en la presentación de diferentes disturbios postparto. Por otro lado, IEP muy cortos impiden la recuperación óptima y la reparación del tejido glandular de la ubre para iniciar una nueva lactancia lo que implica 19 pérdidas en producción apreciables (Mejía, 2004, citado por Díaz y Pérez, 2013). Al igual el intervalo parto- parto es un periodo desde que una vaca pare hasta su próximo parto, si los IEP son muy cortos o muy prolongados tienden a disminuir la producción de leche.

Díaz y Pérez, (2013) establecen la siguiente ecuación para calcular el intervalo parto (IEP).

$$IEP = \frac{12 * 100}{\% \text{ de natalidad}}$$

Los índices reproductivos de Nicaragua son muy bajos. El primer parto ocurre a los 3 o 4 años, cuando puede conseguirse a los 2 años y medio. Menos de la mitad de las vacas resultan preñadas cuando ese porcentaje podría llegar hasta el 70 %. El tiempo entre partos es de 28 meses cuando podría ser de 14 ó 15 meses (Blandón et al, 2003, citados por Díaz y Pérez, 2013).

#### **4.17. Anatomía y fisiología del aparato reproductor de la hembra**

Hay dos Ovarios, dos Oviductos, dos Cuernos Uterinos, un Útero, la Cérvix, la Vagina y la Vulva. La Vejiga está ubicada debajo del aparato reproductor, y está

conectada a la apertura uretral en la base de la Vagina. El Recto está ubicado encima del aparato reproductor (DeJarnette y Ray, s.f.).

**La Vulva:** Es la apertura externa del aparato reproductor ella tiene tres funciones principales dejar pasar la orina, abrirse para permitir la cópula y sirve como parte del canal de parto incluidos en la estructura vulvar están los labios y el Clítoris (DeJarnette y Ray, s.f.).

**Los labios de la Vulva:** Están ubicados a los lados de la apertura vulvar, y tienen aspecto seco y arrugado cuando la vaca no está en celo. En la medida que el animal se acerque al celo, la Vulva empezará a hincharse y tomará una apariencia rojiza y húmeda (DeJarnette y Ray, s.f.).

**La Vagina:** Que tiene como seis pulgadas de largo, se extiende desde la apertura uretral hasta la Cérvix. Durante la monta Vista lateral sistema reproductor femenino. Para poder entender por qué un animal exhibe síntomas de celo, cuando se debe inseminar, y como se desarrolla la preñez, se debe tener un claro entendimiento de los mecanismos hormonales que controlan el ciclo estral en las vacas, el semen es depositado en la porción anterior de la Vagina, la Vagina también sirve como parte del canal de parto al momento del parto (DeJarnette y Ray, s.f.).

**La Cérvix:** Es un órgano de paredes gruesas que establece la conexión entre la Vagina y el Útero está compuesto de tejido conectivo denso y músculos y será nuestra referencia al inseminar una vaca, la entrada a la Cérvix está proyectada hacia la Vulva en forma de cono. Esto forma un círculo ciego de 360° que rodea completamente la entrada al cérvix. Esta base ciega del cono es conocida como Fórnix. El interior de la Cérvix contiene tres o cuatro Anillos, a veces llamados pliegues. Este diseño le facilita a la Cérvix ejercer su función principal, que es la de proteger el Útero del medio ambiente exterior, la Cérvix se abre hacia adelante al Cuerpo Uterino como de una pulgada de largo, el Cuerpo Uterino sirve de conexión entre los dos Cuernos Uterinos y la Cérvix (DeJarnette y Ray, s.f.).

**El Cuerpo Uterino:** Es el sitio donde se debe depositar el semen durante la Inseminación Artificial. A partir del Cuerpo Uterino, el tracto reproductor se divide y todos los órganos vienen en pares los dos Cuernos Uterinos están formados por tres capas musculares y una intrincada red de vasos sanguíneos, la función principal Útero es proveer el ambiente óptimo para el desarrolla fetal (DeJarnette y Ray, s.f.).

Cuando una hembra es servida, ya sea por monta natural o por inseminación artificial, los músculos uterinos bajo la influencia de las hormonas estrógeno y Oxitocina, se contraen rítmicamente para ayudar en el transporte de espermatozoides hacia el Oviducto los oviductos como su nombre lo indica conducen los Óvulos los huevos de la vaca (DeJarnette y Ray, s.f.).

**Los Oviductos:** Son también conocidos como Trompas de Falopio presentan varias regiones estructuralmente distintas, al observarlos bajo el microscopio, la porción más baja cercana al Útero, es llamada Istmo la conexión entre el Útero y el Istmo, es llamada Unión Utero-Tubal (UUT). La Unión Utero-Tubal sirve como filtro de espermatozoides anormales y es el reservorio de espermias hábiles (DeJarnette y Ray, s.f.).

Las investigaciones han sugerido que cuando los espermatozoides llegan al Istmo, estos se adhieren a las paredes durante este periodo de adherencia, ocurren muchos cambios fisiológicos a las paredes espermáticas, los cuales son esenciales para que los espermias puedan fertilizar el óvulo, estos cambios son colectivamente llamados Capacitación, y son aparentemente regulados por esta importante adherencia a las paredes del Istmo. Tarda aproximadamente cinco a seis horas, a partir del momento de la inseminación, para que en el Istmo haya una población espermática capacitada para ejercer la fertilización la porción más alta del Oviducto, cercana al Ovario, es llamada Ámpula (DeJarnette y Ray, s.f.).

El diámetro interno del Ámpula adecuando al paso del Ovulo es mayor que el del Istmo es en este segmento del Oviducto donde ocurre la fertilización se cree que

una señal química, realizada al momento de la ovulación, es la que estimula la liberación de los espermatozoides de las paredes del Istmo, permitiéndoles continuar su viaje al sitio de la fertilización en el Ampulla (DeJarnette y Ray, s.f.).

La estructura en forma de embudo al final del Oviducto, llamado Infundíbulo rodea los ovarios y cosecha los huevos, evitando que éstos caigan a la cavidad abdominal. Estructuras vellosas sobre el infundíbulo y dentro del Ampulla, se mueven rítmicamente para transportar el Ovulo y su masa de células Cúmulo, a través del Oviducto al sitio de la fertilización (DeJarnette y Ray, s.f.).

**Los Ovarios:** Son los órganos principales del aparato reproductor femenino tienen dos funciones: la producción de Óvulos y la producción de hormonas, principalmente Estrógenos y Progesterona, durante los distintos estadios del ciclo estral, en la superficie del Ovario se pueden encontrar dos estructuras diferentes folículos y Cuerpo lúteo (DeJarnette y Ray, s.f.).

**Los Folículos:** Son estructuras llenas de fluidos, que contienen los óvulos en desarrollo usualmente se pueden encontrar varios folículos en cada Ovario, que varían en tamaño desde apenas visibles, hasta 20 mm en diámetro el folículo más grande sobre el Ovario es considerado el dominante, y es el que probablemente ovule cuando el animal entre en celo. Con el tiempo más del 95% de los otros Folículos entran en regresión y mueren sin ovular, siendo reemplazados por una nueva generación de Folículos en crecimiento (DeJarnette y Ray, s.f.).

La otra estructura que se encuentra en la superficie del Ovario es el Cuerpo lúteo (CL). El CL crece sobre el sitio de la ovulación del celo anterior a menos que haya habido más de una ovulación, se debe hallar solo un CL en uno de los Ovarios (DeJarnette y Ray, s.f.).

El CL normalmente tendrá una corona sobre su estructura, lo cual facilita su identificación durante la palpación rectal. El CL también puede tener una cavidad

llena de fluidos, pero una pared más gruesa, por lo tanto, tendrá una textura más tosca al tacto. El CL en latín significa "cuerpo amarillo." Aunque en su superficie esta estructura tiene apariencia oscura, un corte transversal revela un amarillo rojizo en su interior (DeJarnette y Ray, s.f.).

## **Los ovarios**

Se encuentran localizados en la cavidad abdominal, son órganos pares con igual función que el testículo (gametogénica y endocrina) y se forman por influencia del cromosoma X en el embrión. Su forma varía de acuerdo con el momento del ciclo estral y la especie, ya que para hembras monotocas (producto único de la gestación) como la yegua y los rumiantes es en general ovoide, siempre que no esté presente un folículo o cuerpo lúteo, mientras que para las politocas (suinos, caninos y felinos) tiene aspecto de racimo de uvas debido a la presencia de varios folículos o cuerpos lúteos. En el caso de la yegua el aspecto arriñonado se debe a la fosa de la ovulación que representa el punto donde ocurren todas las ovulaciones (Pérez, 2013).

## **El ovario**

Se encuentra formado por una zona cortical y otra medular sin una clara delimitación entre ambas. En la corteza del ovario en la hembra adulta se observan los folículos en diferentes estadios de maduración que pueden hacer prominencia en la superficie del ovario en forma de una vesícula translúcida y los cuerpos amarillos (Pérez, 2013).

En los mamíferos, el epitelio que recubre el ovario está constituido por una monocapa de células cuboidales o en forma columnar denominado epitelio germinativo por debajo del cual se encuentra la túnica albugínea y finalmente la población de folículos. Por su parte, la zona medular está formada por tejido conectivo e intersticial que sirven de almacén a la zona cortical, nervios y vasos

sanguíneos y linfáticos que penetran por el hilio del órgano que a su vez constituye el punto de unión con el mesovario. En las aves, su carácter ovíparo determina particularidades del ovario ya que, en esta especie, producto de la selección, la cantidad de huevos es muy superior a la necesaria para la perpetuación. Este hecho determina que la nutrición del embrión se produzca fuera del aparato genital, de aquí la abundante cantidad de yema presente en el mismo (Pérez, 2013).

Otro aspecto de interés es la desigual función de los ovarios de acuerdo con la especie, ya que en grandes y pequeños rumiantes el 60-65% y 55-60% de las ovulaciones respectivamente tienen lugar en el ovario derecho. Ello se atribuye a efectos de tipo mecánico y térmico debido a la proximidad del ovario contralateral con el rumen. En cambio, en la cerda y la yegua la mayor actividad es a favor del ovario izquierdo con un 55-60% y 60%, en igual orden, de los oocitos producidos, no existiendo en este caso una explicación clara que justifique este comportamiento desigual. Todo parece indicar que existen factores intrínsecos que determinan esta respuesta. En las aves, se plantea que en condiciones normales sólo es funcional el ovario izquierdo, ya que el derecho es rudimentario y en consecuencia no funcional. Esta particularidad es lo que determina que, si por alguna razón el ovario funcional quedara atrófico, el derecho, pudiera convertirse en ovotestis y secretar andrógenos con cambios de los caracteres sexuales secundarios y la consiguiente virilización (Pérez, 2013).

#### **4.18. Los oviductos (trompas uterinas o de Falopio)**

El oviducto establece una comunicación anatomofuncional entre el ovario y el útero, y se divide en tres partes, el pabellón u órgano de captación del ovocito (ovicaptura), también llamado infundíbulo, la ampolla tubárica, lugar destinado a la fecundación y el istmo, que une la ampolla al cuerpo uterino. Este segmento tubular está constituido por una túnica mucosa abundantemente plisada en el infundíbulo, cuyos pliegues disminuyen a medida que nos aproximamos al útero. Presenta además una túnica muscular intermedia bien desarrollada, sobre todo en la región útero-

tubárica y una capa epitelial formada por células ciliadas y células glandulares. La actividad secretora tubárica producida en estas células tiene como función favorecer el desplazamiento del óvulo, aportar factores necesarios para la maduración final del espermatozoide, crear un medio apropiado para la fecundación y suministrar al huevo sustancias necesarias para su nutrición, segmentación y desarrollo. En grandes y pequeños rumiantes esta secreción es abundante después de la migración del huevo a través de las trompas y es probable que tenga alguna función en su implantación, mientras que en la coneja la secreción tiene lugar aproximadamente 20 horas después del coito (Pérez, 2013).

Por otra parte, las trompas presentan contracciones peristálticas en virtud de la presencia de la túnica muscular intermedia que dependen del balance hormonal, y por tanto de la fase del ciclo estral. De aquí que el descenso ovular a través del oviducto también sea competencia de la relación estrógeno-progesterona. En este sentido parece ser, que inmediatamente después de la ovulación, el óvulo se encuentra retenido en la trompa bajo el efecto de los estrógenos que al actuar sobre la capa muscular producen una reducción de la luz tubular, mientras que bajo la acción de la progesterona estos músculos se relajan, la luz tubular se ensancha y el descenso ovular se acelera (Pérez, 2013).

#### **4.19. El útero**

En los animales domésticos el útero consta de dos cuernos, un cuerpo y un cuello o cérvix. El útero se halla sostenido en posición por el ligamento ancho de la siguiente manera: los ovarios están sostenidos por el mesovario (porción craneal del ligamento), los oviductos los sostiene el mesosalpinx (porción media del ligamento) y el útero propiamente dicho, es mantenido en su posición por el mesometrio (porción caudal de dicho ligamento). El ligamento ancho se inserta en posición dorsolateral en la región del ilion lo que permite al útero mantenerse en posición erecta en convexidad dorsal (como los cuernos de un carnero) y los ovarios quedan al borde de la pelvis (Urroz, 2007).

Este órgano posee una gran capacidad de extensión por sí mismo durante la gestación, con la finalidad de acomodar adecuadamente en su interior al producto de la fecundación. Una vez pasado este periodo y luego del parto, es capaz de involucionar hasta casi alcanzar su tamaño y forma original (Urroz, 2007).

**El útero está constituido por tres capas de tejidos a saber:** Una capa externa serosa que constituye una prolongación del peritoneo, esta capa cubre al útero y se denomina también ligamento ancho (Urroz, 2007).

Una doble capa interna de tejido muscular liso llamado el miometrio, que está constituida por una gruesa capa circular interna y una externa longitudinal más delgada, separadas ambas, por una capa vascular (vasos sanguíneos). El agrandamiento y la extensión del útero durante el periodo de la gestación, ocurre gracias a un aumento del tamaño de las células de la musculatura lisa de esta porción, así como por una multiplicación intensas de las mismas (Urroz, 2007).

Una capa de tejido epitelial glandular que tapiza internamente al útero denominada membrana mucosa o endometrio, su vascularización y grosor varían constantemente con las alteraciones hormonales del ovario durante los ciclos estruales con la gestación. En la mayor parte de las especies domesticas el epitelio de revestimiento interno del útero es cilíndrico simple, y se extiende hasta las glándulas uterinas que son simples, arborizadas y tubulares. Estas glándulas uterinas se distribuyen por todo el endometrio, excepto en el útero de las hembras de los rumiantes en las que en algunos tramos son sustituidas por unas estructuras a glandulares denominadas carúnculas. Las carúnculas de los rumiantes son proyecciones en forma de hongo que sobresalen de la superficie del endometrio, sirven de inserción a las membranas fetales durante la gestación (Urroz, 2007).

El útero en general posee mucha vascularización que aumenta considerablemente el aporte sanguíneo según sean sus necesidades, ya que, durante la gestación, el

feto en desarrollo y el útero agrandado requiere de un riesgo sanguíneo adicional, lo que también es importante durante los ciclos estruales del animal (Urroz, 2007).

El útero desempeña varias funciones; además de servir de incubadora al cigoto, se constituye en la vía de paso para los espermatozoides que se dirigen a los oviductos. Las glándulas uterinas secretan sustancias nutritivas que son utilizadas por el cigoto de vida libre durante las semanas que proceden a la implantación. El útero debe tener una capacidad innata, no solo para alojar al feto, si no también, Para alcanzar la propulsión necesaria para expulsarle durante el proceso del parto. Finalmente, después del parto, el útero debe involucionar hasta que su tamaño sea casi igual que el de antes, de la preñez, ya que de otra forma sería un receptáculo de líquido y residuos y se transformaría en un foco potencial de infección. Durante el proceso de involución rápida se impulsa desde su interior todos aquellos líquidos y restos de la gestación inconveniente para su integridad (Urroz, 2007).

El cuello uterino o cérvix es la puerta del útero, barrera fisiológica que separa al medio externo del interno del animal. El cuello uterino comunica al útero con la vagina en su extremo caudal, es un órgano similar a un esfínter con tabique de gran espesor. Posee una pared muscular lisa, gruesa y susceptible de sufrir contracciones, ya sea para impedir el paso o relajarse para facilitararlo (Urroz, 2007).

En el cuello se aprecia un epitelio cilíndrico alto entremezclado con células caliciformes que posee una importante función secretora. Sus secreciones son ricas en mucus de consistencia variables que depende del equilibrio de las hormonas ováricas. Así, por ejemplo, durante el estro y bajo la acción de la hormona estrogénica su secreción es clara muy abundante para permitir el movimiento del semen a través de cuello hacia el útero. En la preñez y por acción de la hormona progesterona, su secreción es muy espesa y viscosa, sumamente adherente al grado de que forma una especie de tapón cervical sin embargo este tapón llega a desintegrarse y pierde consistencia, siendo sustituido por otras secreciones de las

células caliciformes para formar siempre el tapón mucoso cervical de la gestación (Urroz, 2007).

#### **4.20. La vagina**

La vagina es la porción que comunica a los genitales femeninos con el medio exterior. Actúa como vía de paso para el feto hacia el exterior durante el parto, así como para el avance del semen hacia el interior, luego de la copulación, acto durante el cual, también funciona como receptáculo del pene (Urroz, 2007).

El revestimiento epitelial de la vagina carece de glándulas y las secreciones mucosas que se presentan en ella, provienen en su totalidad de las células caliciformes del cuello uterino. Las capas musculares lisas internas que constituyen sus paredes se distribuyen de la siguiente forma: una capa interna circular y una externa longitudinal (Urroz, 2007).

La parte externa de la vagina está constituida por una capa de tejido seroso, continuación del peritoneo, en su porción anterior y otra, de fascia pélvica de tejido conectivo en su porción caudal (Urroz, 2007).

La vagina marca los límites de confluencia entre los aparatos urinarios y reproductor (Urroz, 2007).

El himen, es un pliegue transversal de la porción anterior de la vagina, que se abre en el momento de la primera copula y que después pierde su identidad. Esta constituido básicamente por una banda de tejido conectivo (Urroz, 2007).

#### **4.21. La vulva (pudendum femininum)**

La vulva es la porción externa de los genitales de la hembra extendido desde la vagina al exterior. No presenta divisiones en cuanto a los labios mayores y menores

como en la hembra humana, sino que son simples. El himen esta entre la vulva y la vagina lo marca el orificio uretral externo y el pliegue o vestigio del himen del cual se habló anteriormente. Consta de una zona denominada el vestíbulo de la vagina o porción tubular de la misma entre la vagina y los labios de la vulva. La comisura inferior de la vulva tiene al clítoris, resto embrionario de la misma naturaleza que el pene masculino y constituido por el tejido eréctil cubierto por el epitelio escamoso estratificado, sumamente innervado (Urroz, 2007).

#### **4.22. Fisiología hormonal**

La función que desempeña el sistema endocrino es mantener la homeostasis de todo el cuerpo y esto se logra mediante la coordinación de vías de señalización hormonal que regulan la actividad celular en los órganos terminales de todo el organismo. Los mecanismos endocrinos también se ocupan de la capacidad de los seres humanos para procrear y de la maduración sexual que es necesaria para esta función (Barrett, 2016).

Las glándulas endocrinas características están dispersas en todo el organismo y secretan hormonas hacia el sistema circulatorio, por lo general mediante la secreción hacia el líquido intersticial sin mediar conductos. Los órganos efectores expresan receptores que se unen a la hormona específica para iniciar una respuesta celular. El sistema endocrino puede contrastarse con la regulación neural de las funciones que se abordaron en la sección previa (Barrett, 2016).

Los efectores endocrinos suelen proporcionar una regulación “transmitida” de múltiples tejidos y órganos en forma simultánea en la que la especificidad es proporcionada por la expresión de receptores relevantes. Un cambio en las condiciones ambientales, por ejemplo, a menudo precisa una respuesta integrada a través de muchos órganos y sistemas. Por otra parte, la regulación neural, suele tener una delimitación espacial fina, como la capacidad para contraer apenas un solo músculo. No obstante, los dos sistemas deben funcionar en colaboración para

permitir la estabilidad minuta a minuto y también a largo plazo del medio interno del cuerpo (Barrett, 2016).

#### **4.23. Arco neuroendocrinos**

Los sistemas de comunicación y regulación interna de los animales involucran mecanismos nerviosos y químicos a mecanismos hormonales (Urroz, 2007).

El sistema nervioso es un sistema de regulación a distancia constituida por la neurona que transmiten sus mensajes a través de impulsos bioeléctrico con base en cambios de potencial (cambios eléctricos que se suceden tanto en la superficie como el interior de la célula nerviosa), con el cual regula el funcionamiento de órganos y tejidos internos (Urroz, 2007).

El sistema endocrino u hormonal, a diferencia del nervioso, realiza esta regulación por medio de sustancias químicas: las hormonas, y no de impulsos bioeléctrico. Hay, sin embargo, entre ambos sistemas, correlaciones denominadas arcos neuroendocrinos, en los cuales una parte del arco reflejo, la aferente es de tipo nervioso y la otra, la motora o eferente es endocrina, es decir se produce mediante la acción de las hormonas (Urroz, 2007).

Para aclarar este aspecto se representa como ejemplo el reflejo eyecto lácteo. Dicho reflejo se da condicionado por la succión y golpeteo del ternero en los pezones y paredes de la glándula mamaria de la vaca, que estimula a los receptores táctiles y depresión ubicado en esta zona y que genera potenciales de acción. Estos llegan hasta el hipotálamo (zona del cerebro) por medio de la vía sensitiva o aferente de tipo nervioso, y desde ahí a la neurohipófisis (hipófisis posterior) a través del eje hipotálamo-hipofisiaria, donde se provoca la liberación de la hormona oxitocina. Esta hormona llega por vía sanguínea al parénquima mamario en lo que se constituye como la vía motora, pero de tipo hormonal y estimula la concentración de la célula mioepiteliales ubicada alrededor de los alveolos galactóforos que terminan por expulsar la leche (Urroz, 2007).

#### **4.24. Recontrol endocrino**

El control entre la síntesis de la hormona y su liberación se conoce como Recontrol endocrino, el cual establece el balance de la concentración plasmática de estas hormonas, esto sucederá de acuerdo a las necesidades del organismo del animal (Urroz, 2007).

Las glándulas endocrinas sintetizan hormonas permanentemente, aunque se da en cantidades pequeñas, esta responde aumentando inmediatamente su actividad de síntesis y secreción de hormonas, lo que produce un aumento en la concentración sanguínea de sus productos, causando un bloqueo en la liberación de mayor cantidad de hormonas tróficas de la adenohipófisis (Urroz, 2007).

#### **4.25. Control neurohormonal de ciclo estral de la hembra**

Atuesta y Gonella (2011) Argumentan que relación entre las diferentes hormonas (ligandos) y sus respectivos receptores, constituyen el eje central de los mecanismos regulatorios del ciclo estral. Sin embargo, no se debe olvidar cómo cada célula, según su funcionalidad y entorno, puede responder de una manera diferente a estas hormonas. A medida que se realizan investigaciones más profundas sobre la fisiología básica del sistema reproductivo, se descubren nuevos sistemas, proteínas y moléculas que regulan procesos importantes como la ovulación, la luteinización, la síntesis de  $\text{PGF2}\alpha$ , entre otros.

#### **4.26. Relaciones hipotálamo-hipófisis**

La función que cumple el hipotálamo (una de las partes que conforman el diencefalo) a través de sus secreciones internas. El hipotálamo es una glándula que secreta hormonas como son los péptidos de muy bajo peso molecular, con las cuales regulan la función de la glándula hipófisis. Estas hormonas se denominan factores liberadores o inhibidores de cada una de las hormonas que sintetizan la adenohipófisis o hipófisis anterior, como en el caso de la hormona estimulante de la

tiroides: el hipotálamo secreta una hormona que regula su secreción denominada factor liberador de la hormona estimulante de la tiroides que se abrevia F.L de HET, que impide su síntesis y secreción denominado factor inhibidor de la hormona estimulante de la tiroides. Ambas son secretadas por el hipotálamo según los requerimientos del organismo (Urroz, 2007).

#### 4.27. Hormonas que regulan la reproducción

**Tabla 1.** *Hormonas que regulan la reproducción*

Glándula	Clase Química	Hormona	Función Principal
Hipófisis anterior	Proteína	Hormona Folículo Estimulante FSH	Crecimiento folicular Liberación de estrógeno Espermatogénesis
		Hormona luteinizante LH	Ovulación Formación y función del cuerpo lúteo Liberación de testosterona
Hipófisis posterior	Polipéptido	Prolactina	Síntesis de leche
		Hormona Adrenocorticotrópica ACTH	Liberación de glucocorticoide
	Péptido	Oxitocina	Parto Expulsión de leche
		Estrógeno (Estradiol)	Comportamiento de copula Características sexuales secundarias Mantenimiento de conductos femeninos Crecimiento de glándula mamaria
Ovario		Progesterona	Mantenimiento de la preñez Crecimiento de la glándula mamaria
Corteza suprarrenal	Polipéptido	Relaxina	Dilatación de la pelvis Dilatación de cerviz
	Proteína	Inhibina	Previene la liberación de la FSH
	Esteroides	Glucocorticoide (cortisol)	Parto Síntesis de leche
		Gonadotropina	Parecida a la LH
Placenta	Proteína	Gonadotropina	
		Preñez	
		Estrógeno	
		Relaxina	
Útero	Lípido	Prostaglandina F2 Pgf	Regresión del cuerpo Lúteo Parto

Hipotálamo	Péptido	Hormona Liberadora de gonadotropina Gnrh	Liberación de FSH y LH
		Hormona inhibidora de prolactina	Retención de prolactina
		Hormona liberadora de prolactina	Liberación de prolactina
		Hormona liberadora de corticotropina	Liberación de Acth

**Fuente:** García, 2020

#### **4.28. Fase estrogénica folicular o proliferativa**

##### **Proestro**

Es la etapa del ciclo estral donde los folículos (ovocitos) del ovario comienzan a crecer por estímulo de la FSH. Estos folículos comienzan a producir Estradiol (E2). Comprende los días 17, 20 y 21 del ciclo. Hormonas predominantes: FSH Hormonas que están bajas: La Progesterona (P4) comienza a disminuir (Duarte, 2021).

##### **Estro**

Es la fase del ciclo que se caracteriza por los niveles más altos de estradiol (que se vienen incrementando desde el Proestro), y que ahora son secretados en mayor cantidad por el Folículo que se ha hecho dominante. Esta hormona se encarga de la aparición de los signos del celo o calor: como aparición de moco, receptividad sexual del macho, inquietud, vulva hiperémica, monta y se deja montar, entre otros (Duarte, 2021).

El Estradiol también estimula la liberación de la LH, y el aumento creciente de esta hormona hasta alcanzar un pico que desencadena la ovulación (del folículo dominante), se ve favorecido por las bajas concentraciones existentes de Progesterona en esta fase del ciclo, a causa de un cuerpo lúteo que se ha destruido (luteólisis) en el ciclo anterior (en la etapa del Diestro), con lo que dejó de producirla. Al estar disminuida la Progesterona, ésta no ejerce una inhibición sobre la GnRH

(que es lo que normalmente haría) y así el Estradiol (E2) puede estimular libremente su producción, pero especialmente de la LH, ya que la FSH comienza a ser inhibida por la inhibina con el fin de que no crezcan más folículos (Duarte, 2021).

Tiene una duración de 12 a 24 horas. Hormonas predominantes: Estradiol y LH  
Hormonas que están bajas: Progesterona (Duarte, 2021).

#### **4.29. Fase progestacional lútea o secretora**

##### **Metaestro**

El día 0 del ciclo marca el comienzo del metaestro. Se caracteriza porque todas las circunstancias hormonales de la fase anterior (Estro) comienzan a cambiar. Por lo tanto, la Progesterona, empieza a aumentar y las gonadotropinas a disminuir. Esto sucede porque el Pico de LH acaba de causar la ovulación, con lo que el folículo no producirá más Estrógeno (que tampoco estimule más a la LH). De igual forma, al darse la ovulación, queda un cuerpo hemorrágico que se convertirá en cuerpo lúteo y comenzará con la producción creciente de Progesterona, hasta ser máxima al día 7 luego Comprende los días 2 y 3 Hormonas predominantes: Comienza a aumentar la Progesterona y Hormonas que están bajas: Comienzan a disminuir la gonadotropina LH (Duarte, 2021).

##### **Diestro**

Es la fase del ciclo donde el cuerpo lúteo ha ya terminado de desarrollarse al máximo desde que ocurrió la ovulación, por lo tanto, los niveles de Progesterona son los más altos. El aumento de esta hormona provoca una disminución de las gonadotropinas FSH y LH, al inhibir a la GnRh en el hipotálamo Va del día 4 al día 16 del ciclo. Hormonas predominantes, Progesterona, Hormonas que están bajas: FSH, LH y Estradiol. Después de esta fase, el ciclo puede seguir dos caminos: Continuar con el Proestro para repetir el ciclo Entrar en Anestro (Duarte, 2021).

## **Anestro**

Es un período de inactividad ovárica, en el que no hay manifestación de celo. Puede deberse a condiciones fisiológicas (como la pre-pubertad, la gestación y la lactancia) o a factores externos (factores ambientales, nutricionales y de manejo o patologías específicas) que afectan la ciclicidad (Duarte, 2021).

### **4.30. Sincronización de celo**

Se le da el nombre de sincronización al uso de hormonas que controlan o bien manipulan el ciclo estral de las hembras con el objetivo de que las hembras elegidas dentro del sistema de producción presenten celo al mismo tiempo aproximadamente, utilizado en los programas de inseminación artificial, transferencia de embriones, etc., por pocos días según sea el tipo de programa (Dejarnette y Nebel, 2007, citados por Díaz, 2018). En los sistemas de producción lechera el objetivo primordial es producir la mayor cantidad de litros de leche, por lo que es necesario lograr mantener un alto porcentaje de fertilidad, buscando inseminar el mayor número de animales en un periodo corto, esto implica el desarrollo de nuevas tecnologías que permitan sincronizar varias hembras en un periodo (Cuataia et al., 2004, citado por Díaz 2018). Uno de los programas de sincronización de celos más común es el uso de Prostaglandinas, existiendo otros métodos para sincronización de celos, teniendo como función la sincronización de las ondas foliculares (Mérola et al., 2012, citados por Díaz 2018).

la sincronización de celos en bovinos permite alcanzar mejores desempeños reproductivos incrementando la efectividad de los tratamientos con la inducción de la ovulación y la ciclicidad, los cuales, asociados a otras técnicas, permiten lograr muy buenas tasas de preñez en campo (INTAGRI, 2018).

La sincronización del celo involucra el control o manipulación del ciclo estral con el propósito de que las hembras elegidas en un rebaño expresen celo (celo) aproximadamente al mismo tiempo. Es un manejo bastante utilizado en los

programas de inseminación artificial (IA), trasplante de embriones, concentraciones de partos y uso intensivo, por pocos días, de un toro con monta natural. Se sabe que la exposición a progesterona es un requisito indispensable para el reinicio de la actividad ovárica posparto, y su inclusión es imprescindible para el éxito de cualquier tratamiento hormonal de anestro. El factor determinante en el éxito de la sincronización es la elección del método adecuado, que se ajuste a las condiciones de cada animal (INTAGRI, 2018).

La inseminación artificial (IA) es una técnica reproductiva de suma importancia ya que se ha demostrado que es eficaz para mejorar los parámetros reproductivos en un hato bovino, sin embargo, el problema que más afecta, es la detección oportuna del estro, sobre todo durante el periodo posparto, lo que reduce el uso potencial de la IA en explotaciones ganaderas. La detección de estros oportuna mejora substancialmente el porcentaje de concepción y, por lo tanto, la tasa de gestación. Los protocolos de sincronización por métodos hormonales han permitido realizar la Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (IATF) sin la necesidad de detección del celo, facilitando y optimizando el manejo del hato (INTAGRI, 2018).

#### **4.31. Ciclo estral del bovino**

Constituye un complejo proceso que se desarrolla a repetición a partir de la pubertad y durante la vida reproductiva de las hembras domésticas, regulado por el eje hipotálamo hipófisis ovario, en el que se producen cambios conductuales, morfofisiológicos, histológicos y bioquímicos del aparato genital, que permiten la aceptación del macho. La fase más significativa lo constituye el estro, único momento en el que la hembra muestra receptividad sexual a consecuencia del incremento mantenido de los estrógenos. Convencionalmente se designa el o días del estro como el día 0 del ciclo con independencia de que su duración exceda las 24 horas. En la mayor parte de las hembras domésticas la ovulación tiene lugar en esta fase o poco después, como sucede en la vaca (Pérez, 2013).

Atendiendo a la periodicidad de estos ciclos, las hembras domésticas se clasifican en monoestricas o diestricas y poliestricas. En el primer caso encontramos la perra que presenta uno o dos celos al año, seguido de un periodo de anestro (inactividad ovárica) prolongado, mientras que las poliestricas a su vez pueden ser continuas o estacionales como la yegua y pequeños rumiantes por presentar varios ciclos en una determinada época del año donde las condiciones climáticas son propicias para ello. En este caso, ello resulta hasta cierto punto arbitrario ya que, si dichas condiciones del clima prevalecen durante todo el año, el periodo reproductivo también puede extenderse. En este caso, el fotoperiodo constituye el factor fundamental que determina el inicio y mantenimiento de la actividad del ovario, de manera que, en la gata y la yegua, son estimuladas por el incremento de horas de luz, en tanto que en los pequeños rumiantes sucede lo contrario (Pérez, 2013).

Por otra parte, las especies poliestricas continuas son la vaca y la cerda. En la rata y la ratona se produce un hecho singular ya que la ovulación es espontánea, pero el cuerpo lúteo formado no es funcional a menos que se produzca la cubrición, mientras que en la coneja y la gata tienen la particularidad de presentar la llamada ovulación refleja o inducida. Ello significa que resulta necesaria la cópula para que se produzca la misma (Pérez, 2013).

La duración del ciclo estral en general, tiene en las diferentes especies de animales domésticos, una duración de 16 a 24 días. En la oveja oscila entre 16 a 17 días, en la vaca, la cerda y la cabra de 20 a 21 y de 20 a 24 en la yegua (Pérez, 2013).

Para su estudio, el ciclo estral puede dividirse en 5 fases de acuerdo a la actividad cíclica del ovario. A continuación del estro, se produce el desarrollo inicial del cuerpo lúteo durante la fase de metaestro, seguido de una fase denominada diestro que se corresponde con un periodo durante el cual existe actividad del cuerpo lúteo ya maduro y que se extiende hasta luteólisis. Finalmente, una vez ocurrida la luteólisis, tiene lugar una nueva onda de desarrollo folicular que por anteceder al estro se denomina proestro, en tanto que el anestro constituye como lo indica su nombre, un

lapso de tiempo en el que no existe actividad ovárica. Según otros autores, resulta más lógico dividir el ciclo en estro o fase de receptividad sexual y diestro o fase de inactividad sexual, mientras que en otros casos se plantean básicamente 3 fases, que son folicular (caracterizada por pulsos de FSH-LH y desarrollo del folículo dominante que secreta grandes cantidades de estrógenos), periovulatoria (se extiende desde el inicio del celo hasta la ovulación) y luteal (desarrollo y maduración y gobierno del cuerpo lúteo hasta su regresión que da inicio a un nuevo ciclo). En la hembra bovina, el ciclo estral tiene una duración media de 21 días con una desviación estándar de 4 días, mientras que el estro (Día 0) se extiende aproximadamente por espacio de 14 a 18 horas y la ovulación se produce alrededor de 15 horas después de concluir el mismo. A continuación, ocurre el desarrollo del cuerpo lúteo y la secreción de progesterona se incrementa entre el día 4 a 12 del ciclo, haciendo una meseta hasta la luteólisis, mientras que esta última se extiende entre los 15 a 20 días del ciclo. Ello significa que aproximadamente le corresponden al estro de 14 a 18 horas, 4 días al metestro, de 13 a 16 días al diestro y 2 a 3 días al proestro. No obstante, algunos autores informan que hasta un 30% de los ciclos estrales pueden tener una duración inferior a 17 o superior a 25 días, aún bajo condiciones normales (Pérez, 2013).

#### **4.32. Fases del ciclo estral**

Olivares y Videa (2021), nos mencionan que el ciclo estral se puede dividir en tres fases:

- Fase Folicular o de regresión del cuerpo lúteo (proestro)
- Fase Preovulatoria (Estro y Metaestro)
- Fase Luteal (Diestro)

#### **4.33. Factores que determinan el ciclo estral**

Entre los factores que afectan el comportamiento y la expresión de los calores en las vacas se han encontrado ambientales, sanitarios, nutricionales y sociales (etología del hato). Sin embargo, para facilitar un poco su agrupación, se van a clasificar en factores de la vaca, factores ambientales y factores humanos (Guaqueta, 2009).

##### **Factores de la vaca**

**Factores nutricionales** Las actividades de monta, así como los demás comportamientos de tipo sexual se deprimen en animales que han perdido peso desde el parto y que se encuentran en una baja condición corporal. Se ha demostrado que algunas vacas o en muchos casos hatos enteros entran en verdaderos periodos de anestro, debido principalmente a deficiencias de tipo nutricional, ya sea desde el punto de vista energético o proteico, situación que se presenta con bastante frecuencia en algunas ganaderías de nuestro medio en las cuales la producción de forrajes continúa afectada por las épocas de lluvias (Guaqueta, 2009).

Entre las principales causas de anestro se debe incluir la baja o inadecuada condición corporal, anemia (hemoparásitos), infecciones uterinas, quistes ováricos y parasitismo crónico (Guaqueta, 2009).

##### **Problemas de patas y pezuñas**

Las vacas débiles de patas o con mala conformación estructural de patas y pezuñas exhiben menos actividad de monta y permanecen menos tiempo para ser montadas que las que tienen aplomos más correctos y mejor conformación. También se ha relacionado la incidencia de lesiones podales con el recorte preventivo de pezuñas. En nuestro medio este es un tema de vital importancia pues es frecuente encontrar

hatos en los cuales no se hace recorte ni arreglo periódico de pezuñas, o se hace de manera muy puntual y sin obedecer a un programa de manejo (Guaqueta, 2009).

### **Número de lactancias, días posparto y producción de leche**

Existe la creencia de que estos factores pueden influenciar la presentación del celo en las vacas; sin embargo, se ha podido establecer que el número de partos no afecta significativamente la demostración de los calores en las vacas, y se han obtenido resultados variables en cuanto a los niveles de producción de leche y el número de días en lactancia con respecto a la presencia del celo. Tal vez se puedan atribuir con mayor certeza a abalances de tipo nutricional o deficiencias en llenar los requerimientos nutricionales de las vacas de alto valor genético (Guaqueta, 2009).

Estado reproductivo del hato y número de vacas en calor Para poder establecer la cantidad de calores “silentes” o vacas con expresión deficiente del celo, se debe tener en cuenta la relación entre vacas vacías y vacas preñadas, ya que las vacas preñadas generalmente son más pasivas en tratar de montar a las vacas en celo y las vacías son más activas cuando interactúan entre ellas al momento del calor. En algunos casos unas pocas vacas vacías dentro de un hato pequeño pueden contribuir al problema de los calores “silenciosos” o calores perdidos, y a medida que se incrementa el número de vacas preñadas dentro del hato se disminuye la cantidad de posibles “receladoras” o vacas que ayuden a detectar los celos. También se ha visto alguna relación con la fase del ciclo estral en la que se encuentren la mayoría de las vacas: hacia la mitad del ciclo (metaestro o diestro) es menos probable que traten de montar otras vacas, mientras que las que se encuentran en proestro tienden a montar o ser montadas con mayor facilidad. Otro aspecto que se debe tener en cuenta es el número de animales que estén presentando el celo de manera simultánea, situación común en algunos hatos que se manejan con programas de partos estacionales, lotes de novillas o con la implementación de programas de sincronización de calores. Científicos canadienses han demostrado que es mucho más fácil evidenciar los celos cuando

más de dos animales están en calor, ya que la frecuencia y cantidad de montas se incrementa (Guaqueta, 2009).

### **Factores ambientales**

**Tipo de alojamiento** En los sistemas de manejo intensivo y estabulación permanente, como es el caso de la gran mayoría de explotaciones en Norteamérica, el sistema de alojamiento y el tipo de estabulación que se maneje tienen una enorme injerencia en la presentación de calores y la evidencia de los mismos. Esta no es la misma situación de países como Colombia, por lo que no se va a profundizar mucho al respecto (Guaqueta, 2009).

### **Tipo de piso**

La superficie sobre la cual están paradas las vacas y permanecen la mayor parte del tiempo también es muy importante para que se sientan cómodas y seguras para montar otras vacas y dejarse montar durante el celo. Se han realizado varios estudios comparando actividad de monta en vacas que permanecen sobre piso de tierra (en el campo) con respecto a vacas que permanecen sobre concreto, encontrando una mayor duración del calor y un mayor número de montas en aquellas que permanecían sobre el suelo (Guaqueta, 2009).

### **Densidad de vacas en el establo**

No existen datos acerca del número ideal de vacas abiertas por unidad de área o por establo para permitirles expresar idealmente el comportamiento del celo, pero el sentido común hace pensar que cuando las vacas están demasiado apretadas o restringidas en un área determinada, no van a poder manifestar el celo correctamente y además podrían llegar a generar montas falsas, tratando de acomodarse en espacios reducidos. Esta es una situación común en algunas ganaderías de Colombia, en las que la observación visual de celos se realiza únicamente cuando las vacas vienen a la sala de ordeño o son encerradas en un

corral con ese fin, y muchas veces son restringidas al mínimo espacio posible generando falsas montas y, en el caso de que se utilicen ayudas o elementos detectores, las vacas, tratando de acomodarse, rocen involuntariamente el anca de las demás generando falsos positivos (Guaqueta, 2009).

### **Temperatura ambiental**

Diversos trabajos de investigación han demostrado que cuando la temperatura ambiente oscila alrededor de 23 °C, la actividad de monta también se incrementa; sin embargo, cuando las temperaturas superaron los 30 °C, límite máximo de confort de las vacas, las montas fueron menos frecuentes. Otros estudios realizados en la Universidad de Purdue ratificaron que las vacas exhibieron mayor actividad de monta en la temporada fría comparada con la época más cálida; sin embargo, durante la temporada caliente las vacas que presentaron celo mostraron más los signos secundarios (Guaqueta, 2009).

### **Factores humanos**

Conocimiento de los signos del estro El conocimiento de los signos del celo es de vital importancia ya que la gran mayoría de las fincas basan sus sistemas de detección de celos en la observación visual por el administrador, el inseminador o los vaqueros. La detección visual del estro depende de la habilidad del encargado del hato para detectar los cambios de comportamiento que tienen lugar durante el estro. Estos cambios son altamente variables entre individuos, lo cual dificulta a veces la evaluación objetiva de los mismos y no se deben tener en cuenta únicamente los signos secundarios para tomar la decisión de aparear o no una vaca, debido al alto margen de error que se puede derivar de ellos (Guaqueta, 2009).

#### **4.34. Anestro**

El anestro es la ausencia de celo y puede deberse a diferentes causas: fisiológicas, de manejo y enfermedades. Causas fisiológicas: • Pre-pubertad: La hembra aún no ha comenzado a ciclar dado que aún no se encuentra fisiológicamente preparada. • Gestación: Durante la preñez, la progesterona de origen luteal y placentario inhibe la secreción de las hormonas que inducen la ovulación (FSH y LH) (Carvajal y Martínez, 2020).

#### **4.35. Dinámica folicular luteólisis**

Los ciclos estrales en bovinos están compuestos de 2 ó 3 ondas foliculares, tanto en ciclos de 2 ondas como en los de 3, la emergencia de la primera onda folicular ocurre el día de la ovulación, en ciclos de 2 ondas, la segunda onda emerge los días 9 ó 10, en ciclos de 3 ondas, la segunda onda emerge los días 8 ó 9, la tercera onda emerge los días 15 ó 16. El ciclo estral tiene una duración entre 20 y 23 días en ciclos de 2 y 3 ondas respectivamente (Colazo et al., 2007, citados por Olivares y Videá, 2021)

El reclutamiento de ondas foliculares y la selección de un folículo dominante se ejerce sobre la base de la respuesta diferencial a la FSH y la LH. Los picos en las concentraciones de FSH en plasma son seguidas, 1 ó 2 días más tarde, con la emergencia de una nueva onda folicular. Luego la FSH es suprimida por productos de los folículos en crecimiento (Ej. estradiol e inhibina). En cada onda, el folículo que primero adquiere receptores de LH se convierte en el folículo dominante, mientras que los subordinados (que siguen dependiendo de la FSH) sufren atresia. (Colazo, et al., 2007, citados por Olivares y Videá, 2021).

La supresión de la LH, como consecuencia de la secreción de progesterona del cuerpo lúteo (CL) termina causando que el folículo dominante interrumpa sus actividades metabólicas, lo cual lleva a la regresión, a un nuevo pico de FSH y a la emergencia de una nueva onda folicular. La regresión luteal permite que aumente

la frecuencia de pulsos de LH. El crecimiento del folículo dominante aumenta y se eleva la concentración de estradiol, lo que resulta en una retroalimentación positiva del eje hipotalámico hipofisiario, un pico de LH y la ovulación (Colazo, et al., 2007, citados por Olivares y Videa, 2021).

#### **4.36. Función de la prostaglandina PGF<sub>2</sub>α.**

La prostaglandina PGF<sub>2</sub>α se identifica como la hormona luteolítica, estimulante miometrial, genera contracciones en la musculatura lisa uterina que al mismo tiempo provoca la apertura del cuello, además de ser la encargada de regular la duración del cuerpo lúteo (Echeverria, 2006; Banu et al., 2005, citados por Guerra y Bedolla, 2021). Los análogos de las PGF<sub>2</sub>α naturales y sintéticos son responsables de inducir la regresión del cuerpo lúteo hacia el final del diestro o gestación, además tienen la capacidad de regular la vida del cuerpo lúteo y cuando son administradas durante la segunda mitad de la gestación, promueven la regresión del cuerpo lúteo, produciendo un descenso de la progesterona plasmática e impulsan las contracciones del miometrio conjuntamente con la oxitocina provocando de esta manera el aborto o reabsorción de los fetos (Guerra y Bedolla, 2021).

La prostaglandina F<sub>2</sub>α se produce en las células endometriales en la última fase del ciclo estral cuando no hay embrión. Las células de la granulosa del folículo dominante en su estado preovulatorio y las células lúteas del final del diestro (Guerra y Bedolla, 2021).

La prostaglandina transmite un mensaje hormonal utilizando el modelo de receptor móvil dentro de la membrana. Se acoplan a su receptor de membrana celular y que induce en éste un cambio electromagnético que le permite desplazarse entre las dos capas fosfolipídicas de la membrana, hasta acoplarse con la enzima adenilciclase que se encuentra incluida de manera normal en la membrana (Guerra y Bedolla, 2021).

#### **4.37. Sincronización de celos con PGF2 $\alpha$ .**

Sin embargo, es importante recalcar que las prostaglandinas no actúan en animales que se encuentran en anestro, debido a que en estos no hay presencia de un CL sobre el cual pueda actuar la PGF2 $\alpha$ . Además, con este tipo de protocolos es necesario considerar el periodo durante el cual el CL es refractario a la PGF2 $\alpha$  y el hecho de que suele darse una gran variabilidad de tiempo entre la administración de la hormona y el momento en que se muestra el celo (Hafez, 1996, citado por Navarro, 2004).

Esta variabilidad se puede explicar por la dinámica folicular a lo largo del ciclo estral, la cual determina que durante cada ciclo ovárico se den dos o tres ondas de crecimiento folicular. El intervalo entre la inyección y el celo es mayor o menor en función del estado ovárico en el momento de la administración de prostaglandina, es decir, según la presencia de folículos pequeños, medianos o grandes. Un folículo grande en crecimiento, necesita menos tiempo para madurar y ovular, que uno pequeño (Hafez, 1996, citado por Navarro, 2004).

La por su parte, juega un papel dominante en la regulación del ciclo estral de las vacas. La P4 natural y los progestágenos sintéticos suprimen el estro y la ovulación por un mecanismo de bloqueo hipotálamo-hipofisario, dado que ejercen retroalimentación negativa sobre el hipotálamo impidiendo la secreción cíclica de la GnRH y de las mismas gonadotropinas hipofisarias, FSH y LH. Como consecuencia, se reducen la frecuencia e intensidad de los pulsos de LH, evitando la maduración folicular. Al momento de suspender el progestágeno, se acaba el bloqueo hipotálamo-hipofisario, liberándose con mayor frecuencia FSH y LH. Debido a esto, los folículos completan su desarrollo en un lapso de tiempo muy estrecho, terminando en una adecuada sincronización del estro y la ovulación. Basurto y (Hernández, 2002; Geoffrey et al., 1996, citados por Navarro, 2004).

Sin embargo, en la actualidad se sabe que la mejor opción para una exitosa inducción y sincronización de celos, requiere no solo de la manipulación tanto del CL, sino también de la onda folicular (Downing et al., 2002; Patterson et al., 1999; Wood et al., 1999, citados por Navarro, 2004).

Tratamientos con progestágenos en implantes subcutáneos con norgestomet aplicados en el pabellón auricular (Crestar o Syncromate-B®), imitan la fase luteal del ciclo. Se ha fijado la duración del tratamiento en 10-12 días para simular un diestro normal y conseguir un celo fértil. Para asegurar que el CL natural haya regresado al final del tratamiento, se deben asociar los progestágenos con algún agente luteolítico. Para esto existen las siguientes opciones: administración de benzoato de estradiol (EB) al comienzo del tratamiento o aplicar una inyección de prostaglandinas al final del mismo. El estradiol no solo acorta la vida media del CL, sino que también tiene un efecto en la dinámica folicular, lo cual mejora la fertilidad del celo inducido (Hafez, 1996, citado por Navarro, 2004).

#### **4.38. Protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo (IATF)**

El control farmacológico del ciclo reproductor de las hembras de ganado vacuno se refiere al uso de hormonas exógenas para regular el estro y la ovulación, con fines beneficiosos y convenientes para el granjero. Estos tratamientos pueden aplicarse tanto a 15 individuos aislados, como a grupos de tamaño variable (Lucy et al., 2001; Peters et al., 1995; Youngquist et al., 1997, citados por Navarro, 2004).

Los procedimientos que facilitan la sincronización del estro en hembras ciclando, así como la inducción de un estro ovulatorio en novillas prepúberes y en vacas posparto en anestro, sirven para aumentar los índices reproductivos y acelerar el progreso genético (Kojima et al., 2000, citados por Navarro, 2004). Además, se debe recalcar que el uso de agentes exógenos para sincronizar estros, debe ser considerado en relación con su posible efecto sobre la concepción (Patterson et al., 1995, citados por Navarro, 2004).

El desarrollo de métodos para el control del ciclo estral de las vacas ha ocurrido en 5 distintas fases: la primera fase incluyó los esfuerzos para prolongar la fase luteal del ciclo estral o para establecer una fase luteal artificial por la administración de P4 exógena. En la segunda fase, los agentes progestacionales fueron combinados con estrógenos o gonadotropinas. En la fase 3, se involucraron las prostaglandinas (PGF2 $\alpha$ ) y sus análogos como agentes luteolíticos. Los tratamientos que combinan agentes progestacionales con PGF2 $\alpha$  caracterizan la fase 4; y posteriormente, se han creado diferentes protocolos hormonales más complejos de sincronización de celos, en lo que podríamos denominar como la fase 5 (Patterson et al., 2001, citados por Navarro, 2004).

El control del ciclo estral es dependiente de la manipulación de las variaciones hormonales que ocurren durante el mismo. El factor que controla el desarrollo de un folículo ovárico, al punto de producir la ovulación en una vaca cíclica, se cree que es el proceso de luteólisis o el descenso de la secreción de P4, que aparece entre los días 17 y 18 de ciclo normal (García Sacristán et al., 1998; Peters et al., 1995, citados por Navarro, 2004).

#### **4.39. Importancia de la sincronización de celo**

La inseminación artificial (IA) es una técnica reproductiva de suma importancia ya que se ha demostrado que es eficaz para mejorar los parámetros reproductivos en un hato bovino, sin embargo, el problema que más afecta, es la detección oportuna del estro, sobre todo durante el periodo posparto, lo que reduce el uso potencial de la IA en explotaciones ganaderas. La detección de estros oportuna mejora substancialmente el porcentaje de concepción y, por lo tanto, la tasa de gestación. Los protocolos de sincronización por métodos hormonales han permitido realizar la Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (IATF) sin la necesidad de detección del celo facilitando y optimizando el manejo del hato (Instituto para la innovación tecnología en la agricultura [INTAGRI], 2018).

#### **4.40. Ventaja y desventajas de la inseminación artificial (IA)**

##### **Ventajas**

- ❖ Permite prescindir de toros, que muchas veces son de difícil manejo y compiten por forraje con las demás categorías del establecimiento.
- ❖ Rápida mejora genética, al incorporar características de producción al rodeo mediante semen de reproductores estrictamente seleccionados
- ❖ Control de enfermedades venéreas. Las dosis de semen se venden en pajuelas especiales para tal efecto, y son controladas sobre las principales enfermedades transmitidas durante la cópula (venéreas), por ejemplo Tricomoniasis, *Compilobacterium*.
- ❖ Se pueden llevar registros de reproducción más fácilmente, y de esta manera hacer más eficiente el manejo del establecimiento.
- ❖ Resulta más económico el costo de dosis de semen y la mano de obra necesaria para la inseminación artificial, que el mantenimiento de los toros en el establecimiento (Tambero, 2016).

##### **Desventajas**

- ❖ Se necesita personal y una adecuada detección de celo (IA)
- ❖ Al iniciar un programa de IA en una unidad de producción la inversión monetaria es alta (compra de equipo e instalaciones)
- ❖ Si no se tiene un buen manejo del termo (nivel de nitrógeno o de las de semen (descongelación)se puede reducir (incluso llegar a cero) el porcentaje de concepción del hato (Sumba, 2012)

#### **4.41. Efectividad que tienen los protocolos de inseminación**

Según Martínez et al., (2007), citados por Lumbí y Vargas (2014) En estudios realizados utilizando vaquillas y con el uso protocolos de sincronización obtuvieron un porcentaje de preñez al primer servicio del 80 % (16 vacas) lo que difiere con lo encontrado por (Cutaia et al., 2003, citados por Lumbí y Vargas, 2014). Que obtuvo 36% de preñez a primer servicio, pero son un poco superiores a los reportados por Avaroma y Chérigo (2010) que encontró un porcentaje de preñez a primer servicio de 76.6 % en vacas utilizando el dispositivo teraprees, e inferiores en vaquillas que fue del 91.7 %.

Avaroma y Chérigo, (2010), citados por Lumbí y Vargas, (2014). Reportan resultados de 38.09% en vacas sincronizadas con dispositivos intravaginales nuevos.

Cutaia et al., (2003), citados por Lumbí y Vargas (2014). Refiere que se ha demostrado que la adición de 400 UI de Gonadotropina Coriónica Equina (eCG) a los protocolos que utilizan dispositivos intravaginales con progesterona y benzoato de estradiol (EB) resultan en un incremento de alrededor de 20 puntos en los porcentajes de preñez en esta categoría, llegando a valores promedio del 50%.

El mismo autor concluye que mediante la aplicación de estos programas es posible obtener en promedio un porcentaje de preñez del 75%, con la mínima utilización de personal y tiempo destinado a esta tarea (Cutaia et al., 2003, citados por Lumbí y Vargas, 2014).

Todos estos resultados coinciden con los obtenidos por (Martínez et al., 2007, citados por Lumbí y Vargas, 2014). Que concluye que las vaquillas responden mejor a los tratamientos hormonales exógenos. Con el protocolo descrito las vacas pasaron a ser cíclicas, ya que las fechas de nacimiento de los becerros ponen de manifiesto que así fue (Cutaia et al., 2003, citados por Lumbí y Vargas, 2014).

Animales no preñados con inseminación artificial fueron cuatro, los que se sometieron a un repaso con el toro, para este grupo el porcentaje de preñez a segundo servicio fue de 50%, siendo superiores a los reportado por Avaroma y Chérigo (2010) quienes obtuvieron un 38% de preñez en vacas sincronizadas con dispositivos intravaginales nuevos, pero son similares a los encontrados por (Acosta y Rodríguez, 2011, citados por Lumbí y Vargas, 2014). Que reportan una preñez a segundo servicio de 50% (Cutaia et al., 2003, citados por Lumbí y Vargas ,2014)

#### **4.42. Inseminación con prostaglandina**

Importancia de las prostaglandinas en la mejora de los parámetros reproductivos del rebaño. Las prostaglandinas junto con la GnRh juegan hoy un papel importante en el manejo reproductivo de las explotaciones de vacuno lechero. Ambas nos van a permitir no sólo el control del ciclo estral y la posibilidad de programar inseminaciones a tiempo fijo, sino también resolver ciertas patologías comunes tanto en novillas como en vacas en producción (Servicio Regional Agropecuario [SERAGRO], 2009).

#### **Prostaglandinas**

Se producen de manera natural en el propio útero, normalmente sobre el día 17 del ciclo cuando no hay un embrión presente que produzca factores inhibidores, y como consecuencia causan la regresión del cuerpo lúteo (el CL produce progesterona, la hormona de la gestación). Esta regresión hace que la vaca tenga un celo entre 2-5 días después. Esto mismo ocurre cuando un animal es inyectado con prostaglandinas y presenta un CL en el ovario, con retorno a celo o aborto en caso de existir gestación. Las prostaglandinas junto con la GnRh juegan hoy un papel importante en el manejo reproductivo de las explotaciones de vacuno lechero. Ambas nos van a permitir no sólo el control del ciclo estral y la posibilidad de programar inseminaciones a tiempo fijo, sino también resolver ciertas patologías comunes tanto en novillas como en vacas en producción (SERAGRO, 2009).

SERAGRO (2009). Enfatiza que es fácil deducir los usos principales de las prostaglandinas

- Sincronización del estro
- Tratamiento de infecciones uterinas
- Tratamiento de quistes latéales y cuerpos lúteos persistentes

#### **4.43. Inseminación con Ovsynch**

##### **Método Ovsynch**

La propuesta básica de este método consiste en lograr sincronizar eficientemente una onda folicular para llevarla a la ovulación en un momento esperado, permitiendo inseminar los animales aún sin presencia de celo evidente, puesto que lo que interesa es tener un óvulo en el útero y no un celo en el animal (Olivares y Videa, 2021).

En el protocolo Ovsynch clásico, se administra una primera dosis de GnRH para inducir la ovulación, promover la formación de un nuevo cuerpo lúteo (CL) y una nueva onda folicular. La PGF2a administrada 7 días después, se utiliza para inducir la luteólisis del nuevo CL y la última GnRH se administra 48 horas después, para inducir la ovulación del nuevo folículo. La IATF se lleva a cabo de 16 a 24 horas (Cuevas, 2015, citado por Olivares y Videa, 2021).

##### **Ovsynch 48 horas**

La baja eficiencia en la detección de estros que se padece en los hatos lecheros, ha motivado el desarrollo de programas de inseminación artificial sin la necesidad de detectar a las vacas en estro según (Flores et al., 2015, citados por García, 2020). También nos dicen que el programa OVSYNCH ha sido el primer programa validado con estas características y ha servido como base para crear otros esquemas. Este programa comienza con la inyección de GnRH en el diestro

temprano (día cero), seguida de la inyección de PGF2 $\alpha$  (día siete); posteriormente se administra la segunda dosis de GnRH (día nueve) y se insemina 16 h después.

Este protocolo se fundamenta en que la primera inyección de GnRH induce la liberación de la hormona luteinizante (LH) y de la hormona folículo estimulante (FSH), favoreciendo la ovulación, luteinización o atresia de un folículo dominante e iniciando una nueva onda de crecimiento folicular. Siete días más tarde, la PGF2 $\alpha$  inyectada por vía intramuscular debe causar la regresión de todos los CL o folículos luteinizados. Si un CL resultó de la inyección inicial de GnRH, el intervalo de 7 días usualmente provee suficiente tiempo para que el CL madure y sea sensible a la PGF2. Cuarenta y ocho horas más tarde, una segunda inyección de GnRH debería provocar la liberación de LH y la ovulación de un folículo dominante (ABS Global, s.f. citado por García, 2020).

### **En relación con las horas de ovulación**

El periodo de tiempo entre la primera y la segunda inyección de GnRH (9 días), es suficiente para el reclutamiento, selección y crecimiento de un nuevo folículo dominante hasta que alcance un tamaño preovulatorio, cuando será sensible al pico de LH inducido por el segundo tratamiento de GnRH. La GnRH inducirá la ovulación en aproximadamente 30 horas. Las vacas son artificialmente inseminadas aproximadamente 16 a 20 horas antes de la ovulación. La premisa es que al momento de la ovulación estarán presentes en los oviductos, los espermatozoides capacitados (Gutiérrez et al., 2005, citados por García, 2020).

Flores et al. (2015), citados por García (2020) expresa que la proporción de vacas gestantes del total inseminado obtenido en este programa es similar al logrado cuando se insemina en el estro observado, ya sea natural o sincronizado con PGF2 $\alpha$ . Sin embargo, la ventaja del programa de OVSYNCH consiste en que se inseminan a todas las vacas que entran al programa mientras que con los

programas de inseminación a estro observado sólo se inseminan a las vacas que se detectan en estro entre 40 y 60 % del total elegible.

### **Ovsynch 56 horas**

El protocolo OVSYNCH ha existido desde hace más de 20 años. Este protocolo se ha utilizado ampliamente en hatos alrededor del mundo. Aunque la base fundamental del protocolo sigue siendo la misma, recientemente se han probado diferentes variaciones en los tiempos de administración de las hormonas y la inseminación artificial (IA) en un intento por optimizar el protocolo (ABS Global, s.f., citado por García, 2020).

ABS Global (s.f.) citado por García (2020) explica que el OVSYNCH de 56 horas, Es una de esta variación reciente, desarrollada en la Universidad de Wisconsin-Madison. En este protocolo las vacas reciben la segunda GnRH 56 horas después del tratamiento de prostaglandina y la IATF 16 horas después de esta inyección de GnRH. El razonamiento de este protocolo es proporcionar tiempo adicional para la maduración folicular y optimizar el tiempo de la IA en relación al segundo tratamiento de GnRH.

ABS Global (s.f.) citado por García (2020) Reportan que la TC obtenida en un estudio con este protocolo: En un estudio de vacas inseminadas a tiempo fijo con el protocolo de OVSYNCH 56 horas “se obtuvo la mejor tasa de concepción al primer servicio y a la resincronización que inseminar a tiempo fijo con los protocolos de Ovsynch (48 y 72 horas). Aunque actualmente sólo existe un estudio con este protocolo, los resultados se ven prometedores”.

#### **4.44. Repuestas hormonales**

El GnRH es una hormona peptídica sintetizada por el hipotálamo y ejerce su acción biológica al nivel hipofisario, estimulando la secreción de LH y FSH. Estas hormonas tienen dos tipos de secreción, una tónica y una cíclica. La primera de ellas es basal, no muestra variación estacional y tiene control endocrino ejercido por las hormonas esteroides secretadas por el ovario (Espinoza y Gonzales, 2009).

La secreción cíclica de LH y FSH es propia de la hembra, y muestra una importante variación durante el período preovulatorio. Esta oleada o pico preovulatorio es el responsable de la ovulación, y dura entre 6 y 12 horas en la mayoría de las especies domésticas (Espinoza y Gonzales, 2009).

el estrógeno actúa a dos niveles, a nivel hipotalámico, estimulando las áreas preópticas y supraquiasmáticas, aumentando la descarga de GnRH, y a nivel de hipófisis, aumentando la sensibilidad de las células gonadotrofas a la GnRH, lo que provoca finalmente un aumento importante en la descarga de LH (Espinoza y Gonzales, 2009).

Las prostaglandinas en el sistema reproductivo juegan un rol en la ovulación, luteólisis, transportando gametos, en la motilidad uterina, expulsión de membranas fetales, y transporte de esperma machos y hembras. La PGF<sub>2a</sub>. Causa una rápida regresión del cuerpo lúteo funcional con una rápida declinación en la producción de progesterona (Espinoza y Gonzales, 2009).

#### **4.45. Ciclicidad hormonal**

La *ciclicidad* en la hembra bovina se determina por la presencia de estructuras ováricas palpables y/o identificables por ecografía como el Cuerpo Lúteo -CL- o el Folículo -F-, así como por el aumento de tamaño y tonicidad del útero. Hay que tener en cuenta que en algunas hembras no se aprecian estas estructuras al palpar los ovarios, pero el útero y, en especial los cuernos, se encuentran túrgidos, enroscados

y con tono, lo que indica funcionalidad ovárica, pudiéndose tratar de CL intraestromales, lo que se debe confirmar por ecografía. No olvidar que el útero es el órgano blanco de las hormonas ováricas (Rivera, 2020).

## **V- METODOLOGÍA Y MATERIALES**

### **5.1. Ubicación del estudio**

El estudio se realizó en el municipio de Nueva Guinea en Comunidad El Sábalo finca con el mismo nombre, a 7 kilómetros de la cabecera del municipio.

### **5.2. Enfoque de la investigación**

Es de enfoque cuantitativo, dado que la información que se generó es de tipo numérica, y se sometió a análisis estadísticos.

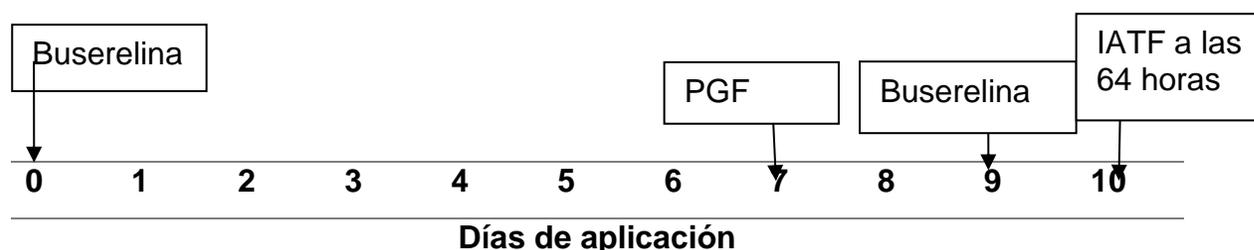
### **5.3. Tipo de investigación**

Esta investigación es de tipo experimental, debido a que se manipularon variables independientes para conocer el efecto de dos tipos de protocolos, esta se considera de corte transversal, porque sólo se estudió en un periodo de la preñez como parte del fenómeno en estudio.

### **5.4. Tipo de ensayo**

Es de tipo DCA dado a que las unidades experimentales (bovinos) se manejaron en condiciones controladas diversas variables de la población en estudio, en un diseño completamente al a zar.

## 5.5. Descripción de los tratamientos



Fuente: Elaboración propia.

**T1. OVSYNCH:** Consta de 3 aplicaciones, la primera aplicación se realizó el día cero donde se aplicó 2.5cc de Buserelina seguidamente al día 7 se aplicó 2cc de prostaglandina y el día 9 se aplicó 2.5cc de Buserelina para realizar la inseminación a las 64 horas después de haber hecho la última aplicación de hormona.



Fuente: Elaboración propia.

**T2. PROSTAGLANDINA:** Consta de 2 aplicaciones, la primera aplicación se realizó el día cero donde se aplicó 2cc de prostaglandina y seguidamente al día 11 se aplicó la segunda dosis 2cc de prostaglandina, y se realizó la inseminación 72 horas después de la última aplicación de hormonas.

## 5.6. Observaciones o réplicas

Cada tratamiento estuvo constituido por 4 observaciones en un periodo de 60 días.

## 5.7. Establecimiento del diseño en campo

Para la realización de este estudio se seleccionaron 8 vacas de la misma finca, con características similares en cuanto a: edad, peso, condición corporal, encaste,

número de partos, curva de lactancia, entre otras, los tratamientos se aplicaron en la misma área y en las mismas condiciones, pero con diferentes dosis y tratamientos, su aplicación se realizó a la misma hora y el mismo día.

Las unidades experimentales fueron distribuidas al azar entre los tratamientos, sin embargo, en aquellas que se encontraron algunas diferencias entre unidades experimentales, se distribuyeron uniformemente entre los tratamientos.

### **5.8. Manejo del ensayo**

En el manejo del ensayo se implicó la selección de 8 vacas, divididas en dos grupos con la misma cantidad de vacas para cada protocolo a utilizar. En el protocolo Ovsynch se manejó de la siguiente manera, el día 0 se inició aplicando una dosis de Buserelina y el día 7 se aplicó prostaglandina, al día 9 se administró nuevamente Buserelina, donde se realizó la inseminación a las 64 horas posterior de la última dosis aplicada. Para protocolo prostaglandina más prostaglandina, la primera dosis administrada fue el mismo día que el protocolo Ovsynch, donde se aplicó prostaglandina y la última dosis suministrada fue de prostaglandina el día 11 y se realizó la inseminación a las 72 horas posterior a la última dosis suministrada.

### **5.9. Duración del estudio**

La duración de la investigación fue de 60 días, puesto que en ese periodo de tiempo fue el necesario para obtener los resultados.

## 5.10. Variables del estudio

**Tabla 1:** Operacionalización de variables

Variable	Sub variable	Definición	Indicadores	Fuente	Técnica
Características generales de las unidades experimentales	Encastes	Son aspectos particulares a considerar entre las unidades experimentales y que nos ayudan a tener una imagen precisa de las similitudes y diferencias entre estas.	Características fenotípicas	Vacas en estudio	Observación
	Edad		Registro		
	Números de parto		Registro		
	Condición corporal		Escala del 1 al 5		
Porcentaje de concepción pos tratamiento	Preñez al primer servicio	La tasa de concepción (TC), se refiere al número de animales que quedan preñados como un porcentaje del número total de animales inseminados (Ortiz, 2013).	Si  No (%)	vacas en estudio	Palpación
Efectividad de los protocolos	Porcentaje de la manifestación del estro pos tratamiento hormonal	Actualmente se han desarrollado protocolos de sincronización que nos permiten concentrar los retornos a estro para inseminar a tiempo fijo aumentados de esta manera la cantidad de preñeces producto de inseminación un periodo de tiempo corto (Speroni, 2015).	Alta (mayor a 50%)  Media (30 al 40%)  Baja (menor del 30%)	Vacas en estudio	Porcentajes
Ciclicidad pos tratamiento	Retorno a la ciclicidad a los 21 día	La ciclicidad en la hembra bovina se determina por la presencia de estructuras ováricas palpables y/o identificables por <u>ecografía</u> como el Cuerpo Lúteo -CL- o el Folículo -F-, así como	Si (21 Días)  No (21 Días)	Vacas en estudio	Palpación observación

		por el aumento de tamaño y tonicidad del útero (Rivera, 2020).			
Análisis beneficio-costo		Es la relación de proporción entre los egresos y las utilidades por tratamiento en estudio	Ingresos-egresos utilidades en córdobas	=	Control de ingresos y egresos
					Tabla de registro

### 5.11. Procesamiento y análisis de la información

Para el procesamiento de los datos se usó el software especializado INFOSTAT, con este se realizó el análisis de varianza (ANDEVA) y la separación de medias a través de la diferencia prueba de Duncan con un 95% de confiabilidad. A partir de los resultados generados en INFOSTAT se procedió a la elaboración de tablas y gráficos para proceder a la interpretación y análisis de los resultados.

### 5.12. Materiales a utilizados

- Guantes de palpar
- Guantes de látex
- Libreta de apuntes
- Lapiceros
- Jeringas
- Agujas
- Formatos de registros
- Buserelina
- Prostaglandina
- Semen para inseminación
- Pistola para inseminar

## **VI- RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **6.1. Características generales de las unidades experimentales**

#### **6.1.1 Encastes y condición corporal**

En nuestra investigación los primeros aspectos que se evaluaron fueron, el encaste y condición corporal. Para ello se realizó mediante la observación, para determinar los rasgos fenotípicos que predominaban de cada una de las vacas en estudio, donde la raza que predominó en un 100% fue la raza parda. Las vacas reproductoras sometidas al estudio se encontraron con un 50% delgada y un 50% óptimas para realizar la inseminación artificial estos resultados fueron distribuidos uniformemente en cada protocolo utilizado (ver tabla 2).

Según Álvarez (1997) citado por Diéguez y Escobar (2009) la estimación de la Condición Corporal (CC) constituye una herramienta valiosa para los que trazan las estrategias de manejo, comportamiento reproductivo y productivo de los rebaños productores de leche. Tiene una estrecha relación con el plano nutricional y se correlaciona positivamente con el comportamiento reproductivo posparto y la producción láctea; basándonos en estos fundamentos recalcamos la gran importancia de estas variables en la eficacia y eficiencia de la inseminación artificial a tiempo (IATF).

Al momento de la Inseminación Artificial (IA) la CC debe ser como mínimo de 2.5, ya que con valores inferiores los niveles de fertilidad se encuentran afectados (Hincapié et al., 2005, citados por Diéguez y Escobar, 2009). La baja CC se asocia a la inhibición de los pulsos de GnRH procedentes del hipotálamo, lo que indica que el efecto de la CC sobre la duración del periodo de anestro posparto es causado a través de la frecuencia de pulsos de LH. También se ha observado la disminución en el número de folículos grandes o de folículos totales, cuando las vacas son alimentadas con dietas de bajo contenido energético (Grimard et al., 1995, citados por Diéguez y Escobar, 2009).

**Tabla 2.** *Encastes y condición corporal*

Tratamientos	Encastes (%)			Condición corporal (%)		
	Pardo	Delgada	Óptima			
OVSYNCH	100 <sup>a</sup>	50a	50 <sup>a</sup>			
PROSTAGLANDINA	100 <sup>a</sup>	50a	50 <sup>a</sup>			

Nota: Valores con letras iguales entre columnas, son estadísticamente iguales.

### **6.1.2. Edad y el número de partos**

En la tabla 3 se aprecia los rangos estadísticos que se obtuvieron de la edad y número de partos de las 8 vacas en estudio, como datos estadísticos importantes la media, el mínimo y el máximo. Para la realización de nuestra investigación, distribuimos de forma al azar la edad y números de partos en rangos similares para cada tratamiento, aproximadamente tenían una media de seis años y 3 partos. Ya que estos son factores que influyen de manera significativa en la inseminación artificial y la sincronización del estro.

La prostaglandina es importante, ya que ayuda a mejorar los parámetros reproductivos del rebaño. Las prostaglandinas junto con la GnRh juegan hoy un papel importante en el manejo reproductivo de las explotaciones de vacuno lechero (SERAGRO, 2009), para ello las vacas deben presentar estructuras sensibles a estas drogas, los factores más subjetivos que indican la presencia de estas estructuras son la edad y el número de partos como evidencia de la presencia de las mismas.

**Tabla 3.** *Estadísticos para la edad y el número de partos*

<b>Estadísticos</b>	<b>Edad (años)</b>	<b>Número de partos</b>
Media	6.50	2.75
Mediana	6.50	3.00
Moda	6.00	3.00
Desviación estándar	.53	.46
Mínimo	6.00	2.00
Máximo	7.00	3.00
Percentiles	25	6.00
	50	6.50
	15	7.00

## **6.2. Respuesta a los tratamientos hormonales sobre la tasa de concepción de las vacas evaluadas**

En nuestro estudio no se encontró diferencia significativa en la repuesta hormonal sobre la tasa de concepción de los 2 protocolos utilizados, ya que de 4 vacas inseminadas para cada uno de los protocolos se preñaron 2 vacas en cada tratamiento, es por eso que en nuestros resultados no se muestra diferencia significativa, siendo el 50% de preñez al primer servicio para ambos protocolos, como se aprecia en la (tabla 4).

Finalmente, rechazamos la hipótesis alternativa y se acepta la nula, ya que en ambos protocolos se obtuvo el 50% en la tasa de concepción.

Los resultados que se obtuvieron en nuestra investigación no difieren con Algorta y Barbosa (2011) que obtuvieron un porcentaje de preñez del 58,9% con el uso de prostaglandina. El sistema de sincronización a tiempo fijo Ovsynch consiste en la combinación de prostaglandinas y Buserelina y el sistema prostaglandina consiste en 2 aplicaciones de la misma en momentos específicos.

Según Gutiérrez, et al., (2005) en su investigación reportó resultados que revelan una efectividad en cuanto a la tasa de preñez en el protocolo Ovsynch fue del 45%, muy similar a lo encontrado por otros autores en ganado de carne y superior a lo reportado en ganadería especializada de leche.

ABS Global, (s.f.), citado por García, 2020) nos muestra que OVSYNCH 56 horas presento 45.2% de TC, esto es atribuible a una correcta selección y suplementación con minerales para optimizar el equilibrio fisiológico del sistema reproductor bovino.

**Tabla 4.** Preñez al primer servicio de las vacas

Tratamientos	Preñez (%)	
	Si	No
OVSYNCH	50a	50 <sup>a</sup>
PROSTAGLANDINA	50a	50 <sup>a</sup>

Nota: Valores con letras iguales entre columnas, son estadísticamente iguales.

### 6.3. Efectividad de los protocolos de sincronización evaluados

Nuestra investigación radicó en evaluar la efectividad de dos protocolos de sincronización para la manifestación del estro; como se puede observar en la tabla 5, todas las vacas en estudio manifestaron estro, por lo antes mencionado se muestra que la efectividad en ambos tratamientos fue del 100%; evaluados mediante escala estadística donde no se encontró diferencia significativa, Cabe recalcar que los protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo (IATF), son unas de las herramientas más eficientes para mejorar los parámetros reproductivos en los hatos ganaderos de Nicaragua, contribuyendo así a la estabilidad económica del país.

Las técnicas de reproducción asistida, como protocolos de sincronización de celo, incluyen la implementación de programas de IA a tiempo fijo (IATF) que permiten preñar a las vacas en un momento determinado sin la necesidad de detectar celo. Esto a su vez permite establecer periodos del ciclo estral, controlando la temporada de partos y mejorando la eficiencia reproductiva del sistema.

**Tabla 5.** Efectividad de los tratamientos evaluados

Tratamientos	Efectividad (%)	
	Alta	Baja
OVSYNCH	100a	0.00a
PROSTAGLANDINA	100a	0.00a

Nota: Valores con letras iguales entre columnas, son estadísticamente iguales. Estos valores según escala: Alta (mayor a 50%), Media (30 al 40%), Baja (menor del 30%)

#### 6.4. Ciclicidad post tratamiento hormonal exógeno de vacas reproductoras

En la tabla 6 se muestra el porcentaje de las vacas que retornaron al estro después de los tratamientos, donde no hubo diferencia significativa ya que el 50% de las vacas en estudio de cada protocolo retornaron al estro y para conocer el porcentaje de ciclicidad, estas fueron sometidas a observación de 18 a los 22 días pos tratamiento.

El signo más característico del ciclo estral de las vacas es la manifestación plena del celo, en promedio se estima una duración de 18 a 22 días; por lo tanto, en esta investigación se tomó como valor de referencia la manifestación del mismo.

**Tabla 6.** *Ciclicidad-retorno al estro a los 21 días*

Tratamientos	Ciclicidad (%)	
	Si	No
OVSYNCH	50 <sup>a</sup>	50 <sup>a</sup>
PROSTAGLANDINA	50 <sup>a</sup>	50 <sup>a</sup>

Nota: Valores con letras iguales entre columnas, son estadísticamente iguales.

#### 6.5. Relación Beneficio-Costo en las alternativas hormonales evaluadas

En la tabla 7 se observa que el tratamiento Ovsynch genera mayores utilidades que el tratamiento con prostaglandina, esto se debe a que, a pesar de que ambos tratamientos obtuvieron resultados similares en los porcentajes de preñez, el protocolo Ovsynch requirió de menor inversión y por lo tanto obtuvo una mínima utilidad y no hay diferencia significativa entre los tratamientos.

Para la cuantificación de la tabla relación beneficio - costo se tomó en cuenta la inversión que representa el manejo de los terneros antes de la venta, esto durante 1 año, entre estos se consideró: el consumo de leche, forraje, aplicación de medicamentos, manejo sanitario y mano de obra.

Para los cálculos de los ingresos se realizó la resta del total del valor los terneros con el total de los gastos antes de la venta (ver anexo 7).

La IATF permite prescindir de toros, que muchas veces son de difícil manejo y compiten por forraje con las demás categorías del establecimiento, la utilidad en la aplicación de esta técnica radica en que resulta más económico el costo de dosis de semen y la mano de obra necesaria para la inseminación artificial, que el mantenimiento de los toros en el establecimiento. Por otro lado, la IATF nos permite una rápida mejora genética, al incorporar características de producción al rodeo mediante semen de reproductores estrictamente seleccionados (Tambero, 2016).

**Tabla 7.** *Relación Costo-Beneficio de los tratamientos evaluados*

<b>Tratamientos</b>	<b>Egresos (C\$)</b>	<b>Ingresos (C\$)</b>	<b>Utilidades (C\$)</b>	<b>Relación C/B</b>
OVSYNCH	3361	23250	19889.00	1:6.92a
PROSTAGLANDINA	3676	23250	19574.00	1:6.32a

**Nota:** Para los cálculos de la relación costo – beneficio, se registró los gastos de los dos protocolos evaluados, luego se amortizó los costos de materiales y equipos y a los egresos se le cargó sólo el costo de los terneros con un año de edad.

## **VII- CONCLUSIONES**

- Ambos tratamientos presentaron iguales resultados con respecto al porcentaje de preñez; de 4 vacas inseminadas con cada tratamiento se preñaron 2 vacas para cada protocolo y no hay diferencia significativa entre los tratamientos.
- La efectividad de los protocolos fue del 100% debido a que las 8 vacas totales para los dos tratamientos manifestaron los signos del estro al momento de la inseminación, por lo tanto, no hay diferencia significativa en la efectividad de los protocolos.
- La correcta selección de la condición corporal, número de partos y la edad de las vacas reproductoras es efectivo para obtener excelentes resultados reproductivos usando los protocolos de sincronización artificial a tiempo fijo.
- El análisis económico permite afirmar que ambos tratamientos son accesibles y eficaces para la utilización de IAFT.

## VIII- RECOMENDACIONES

- Utilizar cualquiera de los tratamientos por que presentaron iguales y buenos resultados con respecto al porcentaje de preñez.
- Dado que la efectividad de ambos protocolos fue del 100%, ya que todas las vacas manifestaron los signos del estro al momento de la inseminación, continuar utilizando estos protocolos en el futuro. Sin embargo, sería prudente monitorear continuamente los resultados y realizar un seguimiento de cualquier cambio en la efectividad a lo largo del tiempo.
- Es importante que los productores de ganado bovino consideren la condición corporal de las vacas, ya que esta puede influir en su capacidad reproductiva. Además, el número de partos y la edad de las vacas también pueden afectar su respuesta a los protocolos de sincronización. Por lo tanto, realizar una evaluación exhaustiva de estos aspectos antes de aplicar los protocolos de sincronización artificial a tiempo fijo.
- Trabajar en estrecha colaboración con un veterinario experimentado para garantizar que se realice una selección adecuada y para recibir orientación sobre la implementación de los protocolos de manera efectiva.
- A los productores utilizar ambos tratamientos porque son accesibles y eficaces para la utilización de IATF.

## IX- REFERENCIAS

- Algorta, I., y Barbosa, J. (2011). *Evaluación de un protocolo de sincronización de celos con prostaglandinas en vaquillonas de leche luego de la administración parenteral de minerales.*  
<https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/handle/20.500.12008/19909>
- Anónimo. (s. f.). *El Trypanosoma spp afecta al ganado bovino produciendo enfermedad anemizante con consecuencias negativas tanto para la producción y la reproducción del mismo.*  
<https://repositorio.ues.edu.sv/server/api/core/bitstreams/3df26b29-2eca-4e95-9174-b0c1552b87b0/content>
- Atuesta, J. E., y Godella, D. A. M. (2011). Control hormonal del ciclo estral en bovinos y ovinos. *Spei Domus*, 7(14), 15-25.  
<https://revistas.ucc.edu.co/index.php/sp/article/view/598/565>
- Avaroma, G. M. M., y Chérigo, S. M. M. (2010). *Sincronización de celos en ganado Brahman con dispositivos intravaginales Cronipres® nuevos o recargados.*  
<https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/1d3e73e8-abff-44b1-ae64-fb07aab83735/content>
- Barrett, K. E. (2016). *Fisiología endocrina de la reproducción.*  
<https://accessmedicina.mhmedical.com/content.aspx?bookid=1800&sectionid=125143486>
- Carvajal, A. M., y Martínez, E. (2020). El ciclo estral en la hembra bovina y su importancia productiva. *Med. Vet*,  
<https://biblioteca.inia.cl/handle/20.500.14001/4022>

- CEVA SALUD ANIMAL, S.A. (2021). Leptospirosis alteraciones reproductivas en vacuno. <https://ruminants.ceva.pro/es/leptospirosis>
- Ccallo, M. G. E. (2019). Evaluación de la técnica de sincronización de doble ovsynch al primer servicio en vacas lecheras post parto. <https://repositorio.ucsm.edu.pe/server/api/core/bitstreams/e66a06f2-c69b-4198-a319-ab9b5ad9e28f/content>
- Cutaia, L. (2006). *Inseminación artificial a tiempo fijo (IATF): una herramienta para el mejoramiento genético.* [https://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/inseminacion\\_artificial/60-ia\\_a\\_tiempo\\_fijo.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/60-ia_a_tiempo_fijo.pdf)
- Chamba, O. R. H. Benítez, G. E. E., y Pesántez, C. T. M. (2017). Factores predisponentes para la enfermedad quística ovárica bovina y su efecto en la eficiencia reproductiva. *Medicina veterinaria*, 35, 17-28. <http://www.scielo.org.co/pdf/rmv/n35/0122-9354-rmv-35-00017.pdf>
- Diéguez, J. J. A., y Escobar, C. R. M. (2009). *Efecto de la condición corporal sobre el porcentaje de preñez en vacas sincronizadas con dispositivos intravaginales* DIV-B. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/606f5389-4f74-4050-b1e3-b9dba839c2d9/content>
- Díaz, B. D. (2018). *Manual de protocolos de sincronización en tiempo fijo en ganado lechero.* <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/94895/TESIS%20DANIELA%20DIAZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Duarte, S. A. C. (2021). *Método Ovsynch modificado en vacas con diferentes días de lactancia en la finca “El Arroyo”, comarca Wabule, Matagalpa, durante el*

período de febrero – mayo, 2020.

<https://repositorio.una.edu.ni/4361/1/tnl53d812.pdf>

DeJarnette, y Ray N. (s.f.). *Anatomía y Fisiología de la Reproducción Bovina.*

[https://www.academia.edu/es/13226464/Anatom%C3%ADa\\_y\\_Fisiolog%C3%ADa\\_de\\_la\\_Reproducci%C3%B3n\\_Bovina](https://www.academia.edu/es/13226464/Anatom%C3%ADa_y_Fisiolog%C3%ADa_de_la_Reproducci%C3%B3n_Bovina)

Díaz, B. K. M., y Pérez, M. M. (2013). *Comparación de índice productivo y reproductivo bovino en ocho fincas ganaderas, Departamento de Matagalpa, segundo semestre 2012.*

<https://repositorio.unan.edu.ni/7003/1/6517.pdf>

Espinoza, P. R. E., y González, O. W. M. (2009). *Efectividad de la reutilización del CIDR (Dispositivo Intravaginal Liberador de Progesterona) en la inducción del celo y la ovulación en vacas con anestro post- parto.*

<https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnl53e77.pdf>

Vega, V. B. M. (2022). *Situación actual de tricomonas bovina.*

<https://repositorio.udes.edu.co/server/api/core/bitstreams/42799115-df55-485d-997e-96745cbc7bb6/content>

García, S. C. A. (2020). *Evaluación del protocolo de sincronización OVSYNCH (clásico vs. variación 56horas).*

<https://repositorio.una.edu.ni/4208/1/tnl53g216e.pdf>

Gutiérrez, A. J. C. Palomares, N. R. Sandoval, M. J. Ondíz, S. A., Portillo, M. G., y Soto, B. E. (2005). *Uso del protocolo ovsynch en el control del anestro postparto en vacas mestizas de doble propósito. Revista Científica, XV (1), 7-*

*13.* <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=95915102>

- Guaqueta, H. (2009). *Ciclo estral: fisiología básica y estrategias para mejorar la detección de celos*.  
<https://go.gale.com/ps/i.do?id=GALE%7CA298966644&sid=googleScholar&v=2.1&it=r&linkaccess=abs&issn=01202952&p=IFME&sw=w&userGroupName=anon%7Ed4684e4e&aty=open-web-entry>
- Gutiérrez, C., y Mendieta, A. B. (2018). *Caracterización de sistemas ganaderos en seis municipios de Rivas y Carazo, Nicaragua*.  
<https://lcalera.una.edu.ni/index.php/CALERA/article/view/325/386>
- Guerra, L. J. E., y Bedolla, C. J. (2021). *Las prostaglandinas en bovinos*.  
<https://bmeditores.mx/ganaderia/las-prostaglandinas-en-bovinos/>
- Hoek, R. Martín, M. Martínez, J. Rodríguez, G. A. Enciso, K. Díaz, M., y Burkart, S. (2021). *Amenazas, impactos del cambio climático y opciones de adaptación para los sistemas de ganadería bovina en Nicaragua*.  
<https://www.cgiar.org/research/publication/amenazas-cambio-climatico-opciones-adaptacion-sistemas-ganaderia-bovina-nicaragua/>
- Instituto para la Innovación Tecnológica en la Agricultura. (2018). *Métodos de sincronización de celo bovino*.  
<https://www.intagri.com/articulos/ganaderia/metodos-de-sincronizacion-de-celo-en-bovinos>
- López, F. J. (2006). Relación entre condición corporal y eficiencia reproductiva en vacas Holstein. *Facultad de ciencias Agropecuarias*, 4(1), 78-86.  
<https://revistas.unicauca.edu.co/index.php/biotecnologia/article/view/640/27>
- Lumbí, D. J. S., y Vargas, R. M. Del C. (2014). *Evaluación de la efectividad de tres protocolos de sincronización en vaquillas de la Finca San Antonio, comarca*

*Kurinwas, municipio de Santo Domingo del departamento de Chontales.*  
<https://repositorio.una.edu.ni/2785/1/tnl53l957.pdf>

Luna, M. L. (2011). *caracterización del perfil mineral de bovinos lecheros en establecimientos del departamento las colonias – región centro de santa fe.*  
<https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8443/handle/11185/303>

Mederos, A. Galarraga, D. Carracelas, S., y Pimentel, F. (2014). *Importancia del monitoreo previo al entore.* INIA, 38,17-20. <https://docplayer.es/42153381-Campylobacteriosis-genital-bovina-importancia-del-monitoreo-previo-al-entore.html>

Navarro, R. L. (2004). *Inducción y sincronización del estro en ganado bos indicus, utilizando acetato de melengestrol combinado con pgf2 $\alpha$  y gnrh.*  
<https://repositorio.una.ac.cr/bitstream/handle/11056/12906/Leonel-Navarro-Rojas.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ortiz, E. N. (2013). *Tasa de preñez en el Ganado Lechero.*  
[https://www.engormix.com/lecheria/celo-sincronizacion-induccion-deteccion-bovinos/tasa-prenez-ganado-lechero\\_a30318/](https://www.engormix.com/lecheria/celo-sincronizacion-induccion-deteccion-bovinos/tasa-prenez-ganado-lechero_a30318/)

Olivares, A. M. A., y Videa, T. T. B. (2021). *Protocolos de sincronización de celo (Ovsynch modificado vs DIV-B®).*  
<https://repositorio.una.edu.ni/4360/1/tnl53o48.pdf>

Otalvaro, D. L., y Toquica, M. L. (s.f.). *Influencia de los minerales en procesos reproductivos en hembras bovinas.*  
<https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/a2d961f4-703e-4756-be83-a16278be3ad5/content>

- Palmer, C. (2007). *Metritis postparto en vacas lecheras*. [https://www.produccion-animal.com.ar/sanidad\\_intoxicaciones\\_metabolicos/enfermedades\\_reproduccion/63-metritis.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/sanidad_intoxicaciones_metabolicos/enfermedades_reproduccion/63-metritis.pdf)
- Pérez, E. H. (2013). *fisiología animal II*. <https://repositorio.una.edu.ni/2476/1/nl50p438f.pdf>
- Pérez, Q. L. A. Romero, A. J., y Roja, L. R. (2015). Evaluación de dos protocolos de inseminación artificial a término fijo (IATF) con dos inductores de ovulación (benzoato de estradiol y cipionato de estradiol). *Revista electrónica de Veterinaria*, 16(9), 1-11. <https://www.redalyc.org/pdf/636/63641785003.pdf>
- Pratt, L., y Pérez, J. M. (1997). *Análisis de Sostenibilidad de la Industria de Ganadería en Nicaragua*. <https://www.incae.edu/sites/default/files/cen751.pdf>
- Piedra, M. H. O. (2012). *Problemas reproductivos en vacas lecheras*. <https://1library.co/document/yeen8d0y-problemas-reproductivos-en-vacas-lecheras-de-la-laguna.html>
- Ramírez, N. L. Soto, B. González, S. Rojas, A., y Díaz, R. A. (2015). Anestro y días vacíos en ganado lechero en el trópico. *Mundo pecuario* 4(1) 22-27. [https://www.researchgate.net/publication/282879081\\_ANESTRO\\_Y\\_DIAS\\_VACIOS\\_EN\\_GANADO\\_LECHERO\\_EN\\_EL\\_TROPICO](https://www.researchgate.net/publication/282879081_ANESTRO_Y_DIAS_VACIOS_EN_GANADO_LECHERO_EN_EL_TROPICO)
- Rivera, G. M. G. (2020). Ciclicidad en la hembra bovina anéstricas. <https://revistageneticabovina.com/reproduccion/hembra-bovina/>
- Rivera, I. (2022). *Ganadería de Nicaragua mantiene un crecimiento sólido y constante*. <https://www.tn8.tv/nacionales/hato-bovino-de-nicaragua-mejora-constantemente-desde-hace-7-anos/>

Sumba, L. J. P. (2012). *Inseminación Artificial con celo natural en vacas productoras de leche con semen sin el proceso de descongelado en el cantón paute.*  
[https://www.academia.edu/14740542/Inseminaci%C3%B3n\\_artificial\\_con\\_celo\\_natural\\_en\\_vacas\\_productoras\\_de\\_leche\\_con\\_semen\\_sin\\_el\\_proceso\\_de\\_descongelado\\_en\\_el\\_cant%C3%B3n\\_Paute](https://www.academia.edu/14740542/Inseminaci%C3%B3n_artificial_con_celo_natural_en_vacas_productoras_de_leche_con_semen_sin_el_proceso_de_descongelado_en_el_cant%C3%B3n_Paute)

Servicio Regional Agropecuario. (2009). *Prostaglandinas en control reproductivo en explotaciones de vacuno lechero.*  
<http://srvcloudseragro.opensoftsi.es:81/index.php/reproduccion/57-prostaglandinas-es-control-reproductivo-en-explotaciones-de-vacuno-lechero>

Servicio Agrícola y Ganadero. (2022). *Brucelosis Bovina.*  
<https://www.sag.gob.cl/ambitos-de-accion/brucelosis-bovina-bb>

Servicio Agrícola y Ganadero. (s.f.). *Rinotraqueitis infecciosa bovina.*  
[https://www.sag.gob.cl/sites/default/files/f\\_tecnica\\_rinotraqueitis\\_infecciosa\\_bov.pdf](https://www.sag.gob.cl/sites/default/files/f_tecnica_rinotraqueitis_infecciosa_bov.pdf)

Speroni, A. N. (2015). *Inseminación artificial a tiempo fijo en bovinos.*  
<https://www.veterinariargentina.com/revista/2015/04/inseminacion-artificial-a-tiempo-fijo-en-bovinos/>

Tambero, (2016). *Inseminación artificial, las ventajas de utilizarla.*  
<https://www.tambero.com/posts/883-inseminaci-n-artificial-las-ventajas-de>

Urroz, C. (2007). *Anatomía y Fisiología Animal.*  
[https://books.google.co.cr/books?id=K25RmJ28OCQC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.co.cr/books?id=K25RmJ28OCQC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)

**X- ANEXOS**

**Anexo 1. Características Generales de las unidades experimentales**

**Tratamiento:** \_\_\_\_\_

<b>Nº</b>	<b>Raza</b>	<b>Edad</b>	<b>Números de partos</b>	<b>Condición corporal</b>
	Características fenotípicas	Registros	Registros	1 al 5
<b>1</b>				
<b>2</b>				
<b>3</b>				
<b>4</b>				
<b>5</b>				
<b>6</b>				
<b>7</b>				
<b>8</b>				
<b>9</b>				
<b>10</b>				

## Anexo 2. Tasa de concepción de los protocolos

Tratamiento \_\_\_\_\_

Réplica	Preñez al 1er servicio		Preñez al 2do servicio		Porcentaje	
	Si	No	Si	No	1er S.	2do S.
1						
2						
3						
4						

## Anexo 3. Efectividad de los dos protocolos

Tratamiento	Efectividad		
	Alta (mayor al 50%)	Media (40 a 30%)	Baja (menor del 30%)
Ovsynch			
Prostaglandina más prostaglandina			

#### Anexo 4. Ciclicidad pos tratamiento

Tratamiento \_\_\_\_\_

Tratamiento Ovsynch	Replica	Retorno a la ciclicidad (a los 21 día)		Tratamiento prostaglandina más prostaglandina	Replica	Retorno a la ciclicidad (a los 21 día)	
		Si	No			Si	No
	1				1		
	2				2		
	3				3		
	4				4		

#### Anexo 5. Registro Relación beneficio-costos

Tratamiento: \_\_\_\_\_

No.	Actividad	Um	Cantidad	Costo unitario (C\$)	Total (C\$)

### Anexo 6. Cálculo para cuantificar los ingresos

Valor unitario de los terneros	Cantidad de terneros	Total, del valor de los terneros	Gastos unitarios del ternero antes de la venta	Cantidad de terneros	Total, de gastos antes de la venta
18,250	2	<b>36,500</b>	6,625	2	<b>13,250</b>

## Anexo 7. Galería de imágenes



**Figura 1.** Aplicación de hormona del protocolo OVSYNCH (Espinoza, 2023).



**Figura 2.** Aplicación de hormona en el protocolo prostaglandina más prostaglandina (López, 2023).



**Figura 3.** Realización de la inseminación artificial (López, 2023).



**Figura 4.** Diagnóstico de preñez mediante la palpación rectal (Espinoza, 2023).

## Anexo 7. Aval del tutor



**UNIVERSIDAD DE LAS REGIONES AUTÓNOMAS DE LA COSTA  
CARIBE NICARAGUENSE  
URACCAN  
RECINTO NUEVA GUINEA**

### Aval del tutor

El tutor Mv. Edwing Antonio Rocha Ruíz, por medio del presente escrito otorga el Aval correspondiente para la presentación de:

- a. Protocolo
- b. Informe Final
- c. Artículo Técnico
- d. Otra forma de culminación de estudio (especifique): \_\_\_\_\_

Al informe final titulado: Eficacia de dos protocolos de sincronización del estro en vacas reproductoras, Nueva Guinea, RACCS, 2023, desarrollado por los estudiantes:

José Antonio López Zamora y Guissella Yahoska Espinoza Guerrero, de la carrera: Medicina Veterinaria, Cumple con los requisitos establecidos en el régimen académico.

Nombre y apellido del tutor: Mv. Edwing Antonio Rocha Ruíz

Firma: \_\_\_\_\_

Recinto: Nueva Guinea.

Fecha: 15 de mayo de 2024.