

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA**  
**CARRERA DE INGENIERIA AGRONOMICA**  
**PROGRAMA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**



**TESIS DE GRADO**

**EVALUACIÓN DE LA ADMINISTRACIÓN DE “GONADORELINA” Y  
“BUSERELINA” EN VACAS SINCRONIZADAS E INSEMINADAS A  
TIEMPO FIJO Y SU EFECTO EN EL PORCENTAJE DE PREÑEZ,  
BENI-BOLIVIA.**

**Presentada por:**

**ANDREA IVANA ARIAS MOLINA**

**LA PAZ -BOLIVIA**

**2023**

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**PROGRAMA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

**EVALUACIÓN DE LA ADMINISTRACIÓN DE “GONADORELINA” Y “BUSERELINA” EN VACAS SINCRONIZADAS E INSEMINADAS A TIEMPO FIJO Y SU EFECTO EN EL PORCENTAJE DE PREÑEZ, BENI-BOLIVIA.**

Tesis de Grado presentada como requisito parcial para optar el título de Licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia

**ANDREA IVANA ARIAS MOLINA**

**Asesor:**

M.V.Z. Esp. Rodrigo Juan Aliaga Alvarez

**Tribunal Examinador:**

M.V.Z. M.Sc. René Juan Condori Equice

M.V.Z. M.Sc. Carlos Alejandro Palma Dávila

Ing. Eloy Hernán Huacani Rivera

**Aprobado**

**Presidente tribunal examinador**

*DEDICATORIA*

*A mi familia quienes fueron mi principal fuente de amor, soporte y seguridad, el pilar fundamental para mi formación profesional, a todas las personas que me ayudaron y apoyaron en todo momento y a mis pequeñas inspiraciones Macu, Copito y Betty (†).*

## AGRADECIMIENTOS

Ante todo, a Dios por permitirme estar aquí e iluminar mi camino.

Agradecer a la Universidad Mayor de San Andrés por ser mi casa de estudios.

A la Facultad de Agronomía y al Programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia por brindarme todos los recursos para formar mis conocimientos para mi vida profesional.

A mis padres Alfredo y Miriam a quienes amo con todo mi corazón. También a mis hermanos David, Alfredo y Patricia quienes me dieron toda su confianza y apoyo incondicional durante mi formación profesional.

Agradezco especialmente a mi asesor M.V.Z Esp. Rodrigo Juan Aliaga Alvarez, por haberme ayudado desde la elección de mi tema de investigación, por brindarme todos sus conocimientos, por todo el apoyo que me brindo tanto para mi trabajo de campo como para la culminación de mi tesis y especialmente por brindarme una muy bonita amistad se lo agradezco querido doctor.

A mis tribunales M.V.Z. M.Sc. Carlos Alejandro Palma Dávila, M.V.Z. M. Sc. René Condori Equice y al Ing. Hernán Huacani Rivera por todas sus correcciones y el tiempo que me brindaron.

Al Ingeniero Juan José Vicente por la colaboración en la parte estadística de mi trabajo de investigación.

Al Señor Manfredo Suarez Ruiz, dueño de la estancia “Chevejecure”, por darme la oportunidad de trabajar en su propiedad, por poner a disponibilidad su ganado para poder llevar a cabo mi trabajo de investigación, por su hospitalidad y por el apoyo incondicional por parte de sus trabajadores.

Al Señor Víctor Arteaga y su esposa Silvia Ynchu de la estancia “Chevejecure” por el recibimiento cada vez que iba para realizar mi trabajo de investigación y hacerme sentir como en casa.

A la estancia “Chaparral” por generosa hospitalidad y a todos los que trabajan ahí especialmente al señor Herman Manu y su esposa, al señor Dubi Arias y al señor José Beyuma y sus hijas Viviana y María. A toda la gente linda que me acogió durante mi estadía mientras realizaba parte de mi trabajo de campo.

A todo el personal docente de la Facultad de Agronomía y del Programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia quienes me transmitieron conocimientos.

A mis amigas Silvia y Kenia que me colaboraron en todo el proceso de la elaboración de mi tesis, por el apoyo mutuo que nos dimos para culminar esta última etapa universitaria.

## INDICE GENERAL.

### TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO .....	iv
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Antecedentes .....	3
1.2. Justificación. ....	4
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>5</b>
2.1. Objetivo General. ....	5
2.2. Objetivos Específicos.....	5
2.3. Hipótesis.....	5
<b>3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>6</b>
3.1. Aparato reproductor de la hembra.....	6
3.2. Fisiología reproductiva.....	9
3.2.1. Proestro. ....	11
3.2.2. Estro o celo.....	11
3.2.3. Metaestro.....	11
3.2.4. Diestro. ....	11
3.3. Endocrinología de la reproducción. ....	11
3.3.1. Hipotálamo.....	11
3.3.2. Hipófisis (glándula pituitaria).....	12
3.3.3. Gónadas.....	12
3.4. Estacionalidad reproductiva de la vaca. ....	12
3.5. Ciclo estral de las vacas.....	13
3.6. Hormona liberadora gonadotropina (GnRH). ....	17
3.7. Protocolo de sincronización. ....	17
3.8. Inseminación artificial a tiempo fijo (IATF). ....	19
3.9. Gonadorelina. ....	20
3.10. Buserelina.....	21
3.11. Evaluación de condición corporal (C.C.) en bovinos. ....	22
<b>4. LOCALIZACIÓN.....</b>	<b>26</b>
4.1. Área de investigación. ....	26

4.2.	Ubicación geográfica.....	26
4.3.	Características ecológicas de la región.....	27
4.3.1.	Temperatura.....	27
4.3.2.	Humedad.....	27
4.3.3.	Precipitación.....	27
4.3.4.	Fauna.....	27
4.3.5.	Flora.....	28
5.	MATERIALES Y METODOS.....	29
5.1.	Materiales.....	29
5.1.1.	Biológico.....	29
5.1.2.	De campo.....	29
5.1.3.	Insumos.....	29
5.1.4.	De gabinete.....	30
5.2.	Métodos.....	30
5.2.1.	Procedimiento experimental.....	30
5.3.	Análisis estadístico.....	32
6.	RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	33
6.1.	Porcentaje de preñez de acuerdo a la adición de Buserelina en el protocolo de sincronización.....	33
6.2.	Porcentaje de preñez de acuerdo a la adición de Gonadorelina en el protocolo de sincronización.....	34
6.3.	Comparación del porcentaje de preñez de acuerdo a la adición de Gonadorelina y Buserelina.....	36
6.4.	Porcentaje de preñez total con el uso de ambos análogos en el protocolo de sincronización.....	37
6.5.	Porcentaje de preñez de acuerdo a la condición corporal con la adición de GnRH.....	39
6.6.	Porcentaje de preñez de acuerdo a la edad con la adición de GnRH.....	40
7.	CONCLUSIONES.....	42
8.	RECOMENDACIONES.....	43
9.	BIBLIOGRAFIA.....	44

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Vista lateral, sistema reproductor de la hembra.....	6
Figura 2 La Cérvix .....	7
Figura 3 División del útero en cuernos uterinos .....	7
Figura 4 Eje Hipotálamo - Hipófisis - Ovario - Testículo.....	9
Figura 5 Ciclo estral bovino .....	14
Figura 6 La progesterona inhibe la liberación de FSH y LH .....	15
Figura 7 Ciclo estral se divide en dos fases .....	16
Figura 8 Hay crecimiento folicular en todo el ciclo estral, pero los niveles de estrógeno solo suben durante la fase folicular .....	16
Figura 9 Puntos corporales del animal .....	23
Figura 10 Localización geográfica de Curiraba y Chevejecure .....	26

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1 Esquema de tratamiento para diferentes indicaciones .....	22
Cuadro 2 Escala y equivalencias de la C.C. ....	24
Cuadro 3 Protocolo de sincronización de celo.....	31



## INDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1 Porcentaje de preñez con el uso de Buserelina .....	33
Gráfico 2 Porcentaje de preñez con el uso de Gonadorelina.....	34
Gráfico 3 Comparación del porcentaje de preñez con el uso de Buserelina y Gonadorelina .....	36
Gráfico 4 Porcentaje total de vacas preñadas con la adición de GnRH en protocolos de sincronización e IATF .....	38
Gráfico 5 Porcentaje de preñez de acuerdo a la C.C.....	39
Gráfico 6 Porcentaje de preñez de acuerdo a la edad .....	40

## INDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Base de datos estancia Chevejecure .....	49
Anexo 2 Base de datos estancia Curiraba .....	50
Anexo 3 Dispositivos intravaginales .....	51
Anexo 4 Aplicadores intravaginales desinfectados en hipoclorito de sodio al 2% .....	51
Anexo 5 Preparación de dispositivos intravaginales.....	52
Anexo 6 2mg de Benzoato de Estradiol .....	52
Anexo 7 Preparación de la pajuela para la inseminación.....	53
Anexo 8 Material de Inseminación Artificial .....	53
Anexo 9 Diagnostico de preñez día 43 post IATF.....	54
Anexo 10 Diagnostico de preñez por ultrasonografía.....	55
Anexo 11 Aplicación de GnRH.....	56

## RESUMEN

En el presente trabajo de investigación titulado "Evaluación de la administración de “Gonadorelina” y “Buserelina” en vacas sincronizadas e inseminadas a tiempo fijo y su efecto en el porcentaje de preñez”. Se llevo adelante en el departamento del Beni, durante los meses de diciembre de 2022 y febrero de 2023 en los establecimientos ganaderos Curiraba perteneciente al municipio de San Borja provincia Gral. José Ballivián y Chevejecure que pertenece al municipio de San Ignacio de Moxos provincia Moxos del departamento del Beni. Se evaluó la adición de Buserelina y Gonadorelina en dos protocolos de sincronización de celo en Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (IATF), con la aplicación de 2,5 ml de cada fármaco al momento de la inseminación vía intramuscular, para determinar su efecto sobre el porcentaje de preñez de cada grupo experimental, se dividió en 50 vacas haciendo un total de 100 hembras en tratamiento. De acuerdo a los resultados obtenidos en el grupo de vacas tratadas con Gonadorelina que se realizó en la estancia Curiraba podemos afirmar que esta obtuvo un porcentaje de preñez del 66% (33/50), mientras que el grupo de hembras tratadas con Buserelina en la estancia Chevejecure se logró un 48% (24/50) de preñez. Realizando la comparación entre ambos grupos se puede concluir que el uso de Gonadorelina es mucho más eficiente numéricamente, que la adición de Buserelina en los protocolos de sincronización de celo e IATF, mientras que realizando una comparación estadística utilizando Chi Cuadrado, no llega a tener significancia ya que  $p= 0,069$  y es  $>$  a  $0,05$ . Evaluando el porcentaje acumulado de preñez obtenido en el presente trabajo de investigación afirmamos que la adición de GnRH en el momento de la inseminación artificial dentro de los programas de IATF son altamente beneficiosos por su respuesta en el incremento del porcentaje de preñez.

**Palabras clave:** Sincronización, Celo, GnRH, IATF, Gonadorelina, Buserelina, Preñez

## ABSTRACT

In the present research work entitled "Evaluation of the administration of "Gonadorelina" and "Buserelina" in synchronized cows and inseminated at a fixed time and its effect on the percentage of pregnancy." It was carried out in the department of Beni, during the months The addition of Buserelina and Gonadorelina was evaluated in the Curiraba cattle farms belonging to the municipality of San Borja, province of Gral. in two heat synchronization protocols in Fixed Time Artificial Insemination (FTAI), with the application of 2.5 ml of each drug at the time of intramuscular insemination, to determine its effect on the pregnancy percentage of each experimental group. It was divided into 50 cows, making a total of 100 females under treatment. According to the results obtained in the group of cows treated with Gonadorelina that was carried out at the Curiraba ranch, we can affirm that this obtained a pregnancy rate of 66% (33/ 50), while the group of females treated with Buserelina at the Chevejecure ranch achieved 48% (24/50) of pregnancy. Comparing both groups, it can be concluded that the use of Gonadorelin is much more numerically efficient than the addition of Buserelin in heat synchronization and IATF protocols, while performing a statistical comparison using Chi Square, it does not reach significance. since  $p= 0.069$  and is  $> a 0.05$ . Evaluating the accumulated percentage of pregnancy obtained in this research work, we affirm that the addition of GnRH at the time of artificial insemination within the IATF programs is highly beneficial due to its response in increasing the percentage of pregnancy.

**Key words:** Synchronization, Heat, GnRH, IATF, Gonadorelin, Buserelin, Pregna

## **1. INTRODUCCIÓN.**

La producción ganadera se estableció en Bolivia desde los tiempos del Imperio Inca. Las zonas en las que se cría ganado son las del Alto andino (altiplano y valles), los Llanos Orientales y los Llanos del Chaco (CamposdeBolivia, 2011)

La zona ganadera por excelencia es la del departamento de Beni, que se encuentra en los Llanos Orientales, allí se registran aproximadamente tres millones de cabezas de ganado, siendo la actividad más importante del departamento en términos económicos. La tecnificación de la producción y el tratamiento que expertos dan a la tierra favorece a la multiplicidad de vegetación, por lo que se diversifican las opciones de pasturas y con ellas, las opciones de cría de animales. El sistema de crianza del ganado utilizado es el de ganadería extensiva, el cual se caracteriza por llevarse a cabo en amplias extensiones de terreno, las poblaciones ganaderas pastorean de forma libre, su supervisión se realiza con una baja frecuencia, los animales encuentran por sí mismos los alimentos que necesitan. Esta filosofía de producción genera un ambiente pacífico y estable para los animales, lo cual se traduce en la alta calidad de los productos (CamposdeBolivia, 2011).

La producción de ganado bovino en Bolivia crece año tras año, el encuentro entre ganaderos y conservacionistas ambientales posibilita diversas propuestas productivas sustentables, que concilian el aumento de la productividad con la conservación de la fauna y la flora del vasto territorio. Esta armonía es la que caracteriza al departamento de Beni. Otra de las cualidades de este departamento es su clima caluroso y húmedo gracias al cual se extienden en Beni amplias extensiones de tierra cubierta por gramíneas naturales de alto crecimiento (CamposdeBolivia, 2011)

En cualquier actividad económica los registros son indispensables para conocer el desempeño de los programas de trabajo y sus posibilidades futuras. La cantidad y complejidad de los registros es mayor cuando se trata de hatos cuyo principal rubro es la producción de reproductores, ya que se tienen que mejorar al mismo tiempo diversas características, entre las que están esencialmente la eficiencia reproductiva y la habilidad materna de las hembras, la fertilidad de los machos y la velocidad de crecimiento de los animales jóvenes. La identificación de características relacionadas con el comportamiento reproductivo y productivo de los animales

es la herramienta para detectar a los animales superiores Bauer et al., 1999, citado por (Vejarano, 2003).

En algunas partes de Bolivia, la mayoría de los ganaderos usa solo IA, o monta natural, lo cual muchas veces el porcentaje de preñez es bajo. Lo cual produce no solo problemas económicos, sino también que en la monta natural sean bruscamente lastimadas (Vejarano, 2003).

En condiciones normales la producción de terneros está relacionada con el manejo nutricional preparto (Condición Corporal no < de 5) con el fin de comenzar el servicio de primavera en una condición corporal optima ( $CC \geq 3.5$ ) de manera que las vacas preñen lo antes posible de iniciado el servicio disminuyendo el retraso (Vogel, 2014).

La sanidad es muy importante con el fin de obtener buenos resultados en la preñez. Para tener un rodeo sano hay que realizar un programa de control o calendario sanitario y un programa de vacunación preventiva de enfermedades infecciosas que afectan la reproducción de vacas y toros. Entre las principales enfermedades que afectan la reproducción se encuentran la Brucelosis, Tricomoniasis, Diarrea Viral Bovina, Leptospirosis, Campylobacter y Rinotraqueitis Infecciosa Bovina (Vogel, 2014).

Las altas temperaturas y la radiación solar intensa en forma continuada por varios días seguidos afectan la concepción de las vacas y llegan a producir perdidas tempranas del embrión (Vogel, 2014).

Entonces la inseminación artificial (I.A.) es la técnica más importante que se ha desarrollado para el mejoramiento genético de animales, una de las principales ventajas es obtener mejoras genéticas en forma rápida y económica, además de prevenir enfermedades de transmisión sexual que son restrictivas para la reproducción bovina (Rivera, 2003).

La Inseminación artificial a Tiempo Fijo 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. Son conocidos los beneficios en el empleo de la Inseminación Artificial, en cuanto a mejora genética, al conocimiento de la paternidad y a la posibilidad de utilizar, en vaquillonas, toros que den terneros de bajo peso al nacer (Raso, 2012).

### 1.1. **Antecedentes.**

La actual situación de la ganadería exige a los productores máxima eficiencia para garantizar el retorno económico. En este contexto, la optimización de la eficiencia reproductiva es uno de los principales factores que contribuyen para mejorar las ganancias. A pesar de haber consenso general entre los productores y técnicos de que la Inseminación Artificial (IA) es la técnica más apropiada para acelerar el avance genético y el retorno económico en una explotación de cría, el porcentaje del rodeo bovino incluido en estos esquemas en el mundo continúa siendo bajo (Bo & Cutaia, 1998).

Según Raso, M. 2012, Atendiendo a todos los factores, y dependiendo básicamente de la condición corporal de los animales, la efectividad de preñez por IATF son del 50 % en vaquillonas y 45 % en vacas con cría al pie. Aclaramos que son promedios de rangos que varían entre el 30 y 60 %. Pero también se debe considerar que el posterior repaso con toros se efectúa sobre los celos que se encuentran concentrados de los animales que no quedaron preñados.

La composición molecular de la GnRH fue descubierta en 1978, permitiendo la comprensión de su mecanismo de acción sobre la estimulación de síntesis de las hormonas LH y FSH a nivel de la hipófisis, en las distintas especies (Conn et al., 1987; Picard-Hagen et al., 2015, citado por Montesi, Miragaya, & Losinno, 2020). Seguidamente, cerca de 2000 diferentes compuestos análogos han sido desarrollados y testeados en los últimos 30 años (Padula, 2005, citado por Montesi et al., 2020), entre ellos gonadorelina, triptorelina, busirelina, deslorelina, histrelina y muchos más. Todos ellos son decapeptidos modificados en su estructura aminoacídica con el objetivo de potenciar el efecto original de la GnRH (Newcombe y Cuervo-Arango, 2016 citado por Montesi et al., 2020).

Los primeros estudios con busirelina utilizaron múltiples regímenes diferentes de administración y dosis, con resultados variables en la inducción del desarrollo folicular y la ovulación en yeguas (McKinnon y Voss, 1993; Horspool, 2015, citado por Montesi et al., 2020). Sin embargo, este último protocolo incrementa en gran medida los costos y resulta poco práctico en la rutina de las explotaciones productivas debido a la necesidad de múltiples aplicaciones a horarios determinados.

## **1.2. Justificación.**

Teniendo en mente la relación cronológica entre la secreción endógena de LH, la duración del celo y la ovulación, además del tiempo de supervivencia de los espermatozoides y el del ovocito es mejor usar GnRh al momento de la IA o 6 horas antes de la I.A. La ovulación retardada es un problema común, especialmente en las vacas lecheras de alta producción. La ovulación se da, en la mayoría de los casos tratados en el transcurso de las 24 horas posteriores al tratamiento. Trabajos realizados por Morgan & Lean, 1993, reportan que las vacas repetidoras responden mejor que otra categoría de vacas. Esto apoya la hipótesis de que una proporción de las vacas repetidoras no han conseguido concebir anteriormente debido a un fracaso en el tiempo o en la magnitud del pico de GnRH, LH o FSH en el momento del celo. (Heuwieser, Tenhagen, Tischer, Lühr, & Blum, 2000), en un estudio amplio que incluía a 2437 vacas lecheras, analizó la relación entre la administración de GnRH, la condición corporal y la fertilidad. El porcentaje de concepciones mejoró cuando se administró la GnRH en el primer apareamiento post parto en las vacas con una condición corporal inferior a 3.0, independientemente de su edad. (Ullah et al., 1996) evaluaron el efecto de la administración de GnRH en vacas Holstein lactantes expuestas a estrés térmico hallaron que el tratamiento con GnRH mejoraba los resultados de fertilidad en comparación con un grupo no tratado (Carmona, 2008).

En el presente trabajo de investigación se busca encontrar la diferencia entre estos análogos: la Gonadorelina y Buserelina, tomando en cuenta cual tiene mayor eficiencia en un programa de inseminación artificial a tiempo fijo y a su vez poder observar el porcentaje de preñez que cada una de ellas nos va mostrando mediante las ecografías que se realizaran.



## **2. OBJETIVOS.**

### **2.1. Objetivo General.**

Evaluación de la administración de “Gonadorelina” y “Buserelina” en vacas sincronizadas e inseminadas a tiempo fijo y su efecto en el porcentaje de preñez.

### **2.2. Objetivos Específicos.**

- ✓ Evaluar de la administración de la Gonadorelina sobre el porcentaje de preñez de vacas inseminadas a tiempo fijo.
- ✓ Evaluar el efecto de la administración de la Buserelina sobre el porcentaje de preñez de vacas inseminadas a tiempo fijo.
- ✓ Comparar el porcentaje de preñez en vacas inseminadas a tiempo fijo mediante la administración de Gonadorelina y Buserelina.

### **2.3. Hipótesis.**

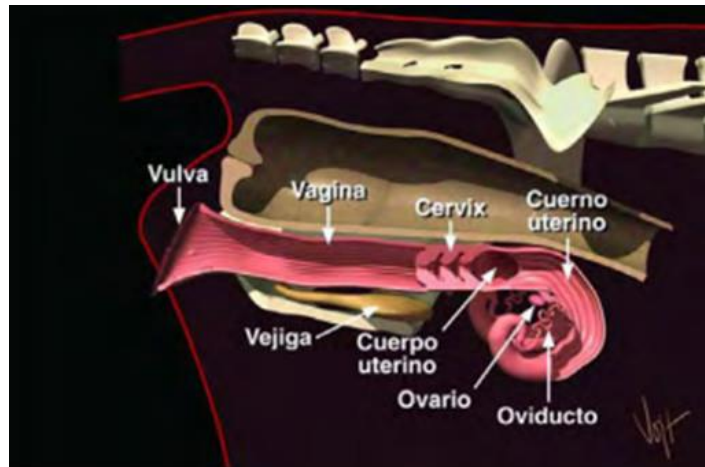
Ho. No existe diferencia en la administración de Gonadorelina y Buserelina en el porcentaje de preñez.

### 3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

#### 3.1. Aparato reproductor de la hembra.

Los órganos del aparato reproductor femenino de la hembra bovina incluyen ovarios, oviducto, útero, cuello uterino, vagina y los genitales externos. Los órganos genitales internos están sostenidos por el ligamento ancho. Este ligamento consta de mesoovario, que sostiene al ovario, mesosálpinx, que sostiene al oviducto, y el mesometrio que sostiene al útero (Hafez, 2000).

*Figura 1 Vista lateral, sistema reproductor de la hembra*



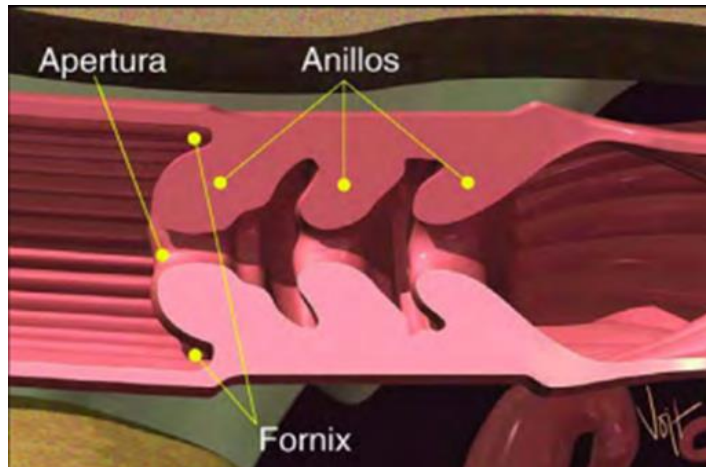
Fuente: (Nebel & DeJarnette, 2011)

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. 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. La vagina, que tiene como seis pulgadas de largo, se extiende desde la apertura uretral hasta la cervix (Nebel & DeJarnette, 2011).

La cervix es un órgano de paredes gruesas, que establece la conexión entre la vagina y el útero (Figura 2). Está compuesto de tejido conectivo denso y músculos, y será nuestra referencia al inseminar una vaca. La entrada al cervix está proyectada hacia la vulva en forma de cono. Esto

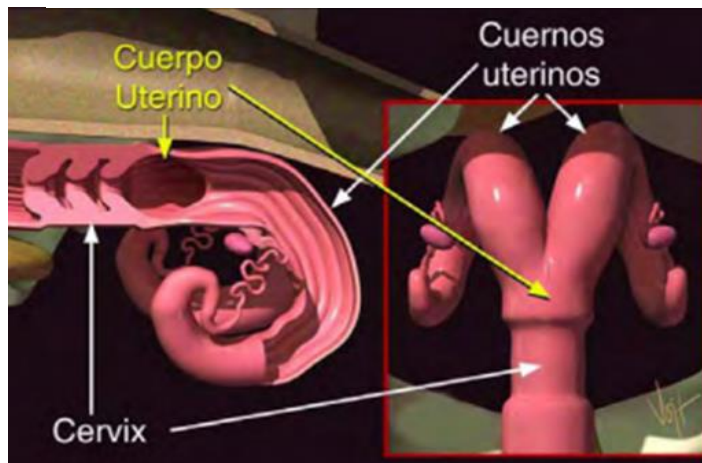
forma un círculo ciego de 360° que rodea completamente la entrada al cérvix. Esta base ciega del cono es conocida como fornix. El interior de la cérvix contiene tres o cuatro anillos, a veces llamados pliegues. Este diseño le facilita a la cérvix ejercer su función principal, que es la de proteger el útero del medio ambiente exterior. La cérvix se abre hacia adelante al cuerpo uterino (Nebel & DeJarnette, 2011).

*Figura 2 La Cérvix*



Fuente: (Nebel & DeJarnette, 2011)

*Figura 3 División del útero en cuernos uterinos*



Fuente: (Nebel & DeJarnette, 2011)

Cuerpo uterino sirve de conexión entre los dos cuernos uterinos y la cérvix. 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 (Figura 3). Los dos cuernos uterinos están formados por tres capas musculares y una intrincada red de vasos sanguíneos. La función principal del útero es proveer el ambiente óptimo para el desarrollo fetal. 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 oviductos son también conocidos como trompas de falopio. Los oviductos presentan varias regiones estructuralmente distintas, al observarlos bajo el microscopio. La porción más baja, la más cercana al útero, es llamada istmo. La conexión entre el útero y el istmo, es llamada unión útero-tubal (UUT). La unión útero-tubal sirve como filtro de espermatozoides anormales y es el reservorio de espermias hábiles. 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 ampulla. El diámetro interno del ampulla, 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. 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 cúmulos, a través del oviducto al sitio de la fertilización. 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 (CL). 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. 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. 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 (Nebel & DeJarnette, 2011).

### 3.2. Fisiología reproductiva.

Figura 4 Eje Hipotálamo - Hipófisis - Ovario - Testículo



Fuente: (Garcia de la Peña, 2012)

Se puede observar (fig,4) que el hipotálamo es estimulado por los fotoperíodos, es decir etapas en las que la luminosidad es más intensa y esto da lugar a un desarrollo más acelerado de los animales que viven en zonas altamente iluminadas; el medio ambiente, los olores, los estímulos visuales, los sonoros y el contacto directo entre animales también estimulan la actividad hipotalámica (García de la Peña, 2012).

El hipotálamo reviste gran importancia en la actividad de la glándula hipófisis ya que es precisamente a nivel hipotalámico donde se producen las llamadas neurohormonas denominadas también factores liberadores (FL), de estos encontramos los siguientes: FL de la hormona somatotrópica a la cual se denomina también hormona del crecimiento, FL de la hormona adrenocorticotrópica; FL de la hormona tirotrópica; FL de la hormona folículo estimulante; FL de la hormona luteinizante; FL de la hormona luteotrópica LTH; siendo estas tres últimas las que nos interesan en el proceso reproductivo ya que están íntimamente relacionadas con este. Todos los factores liberadores son polipéptidos pequeños que pasan a través del sistema Porta-Hipotálamo-Hipofisario hasta la adenohipófisis o hipófisis anterior con objeto de estimular a las células de la glándula para la producción, que en este caso las únicas que nos interesan desde un punto de vista reproductivo son la FSH, la LH y la LTH es decir las hormonas gonadotrópicas (García de la Peña, 2012).

La hormona LH (hormona luteinizante), está producida por las células delta de la adenohipófisis, pasa al torrente sanguíneo y produce tres efectos principales:

- Actúa sinérgicamente con la FSH para producir un más rápido desarrollo y maduración del folículo ovárico, esta hormona se empieza a producir poco tiempo después de que la FSH ya ha promovido un buen crecimiento folicular.
- Como resultado de lo anterior, también en sinergia con la FSH hace que las células foliculares secreten una mayor cantidad de estrógenos, lo que trae como consecuencia el que aparezcan los signos y síntomas del celo. En esta etapa las hembras aceptan ser cubiertas por el macho.
- Cuando el folículo se rompe y el óvulo ha pasado al oviducto, la LH hace que las células foliculares tomen características grasas, para dar lugar a la formación del cuerpo amarillo o cuerpo lúteo, que durante toda la gestación mantendrá el silencio genital a través de la secreción de progesterona (García de la Peña, 2012)

### **3.2.1. Proestro.**

Tiene una duración de 3 a 4 días. Durante esta fase se observa la regresión del cuerpo lúteo de ciclo anterior, la secreción creciente de FSH con el consiguiente desarrollo de un nuevo folículo. Se inicia la secreción de estrógenos (Garcia de la Peña, 2012).

### **3.2.2. Estro o celo.**

Su duración es de 6 a 30 horas. El folículo está maduro bajo la influencia de la FSH y la secreción de estrógenos (estradiol, estrona y estriol) es abundante. Durante esta fase la hembra acepta ser cubierta por el macho o debe ser inseminada por que en esta etapa se presenta la ovulación. El óvulo a través de la fimbria pasa al oviducto para encontrarse con los espermatozoides y se produzca la fecundación (Garcia de la Peña, 2012).

### **3.2.3. Metaestro.**

Tiene una duración de 3 a 4 días. Durante esta fase se inicia la formación del cuerpo lúteo bajo la influencia de la LH, disminuye rápidamente los niveles de estrógenos y se inicia el silencio genital con la producción creciente de progesterona (Garcia de la Peña, 2012).

### **3.2.4. Diestro.**

Se consolida el cuerpo lúteo en el ovario, se produce progesterona en altos niveles y el útero se prepara para la implantación del huevo. Su duración es de 13 a 14 días (Garcia de la Peña, 2012).

## **3.3. Endocrinología de la reproducción.**

### **3.3.1. Hipotálamo.**

El hipotálamo ocupa solo una pequeña parte del cerebro. Esta consiste en la región del tercer ventrículo, que se extiende desde el quiasma óptico hasta los cuernos mamilares. Existen conexiones neurales entre el hipotálamo y el lóbulo anterior de la hipófisis. La sangre arterial entra en la hipófisis a través de las arterias hipofisiarias superior e inferior. La superior forma asas capilares fluye la sangre hacia el sistema porta hipotalámico- hipofisiario, que empieza y termina en capilares sin pasar a través del corazón (Hafez, 2000).

Parte del flujo venoso de salida de la hipófisis anterior es de tipo retrógrado, que expone al hipotálamo a altas concentraciones de hormonas de la hipófisis anterior (Hafez, 2000).

Este flujo sanguíneo le da a la glándula hipófisis el mecanismo de retroalimentación negativa para regular las funciones del hipotálamo. Tal variante de retroalimentación se ha denominado retroalimentación de vía corta (Hafez, 2000).

### **3.3.2. Hipófisis (glándula pituitaria).**

La hipófisis se localiza en la silla turca, una depresión ósea en la base del cerebro. La glándula se subdivide en tres partes anatómicamente distintas: lóbulos anteriores, intermedio y posterior (Hafez, 2000).

La hipófisis anterior tiene cinco diferentes tipos de células que secretan seis hormonas:

- Células somatotrópicas: secretan hormona del crecimiento
- Células corticotrópicas: secretan la hormona adenocorticotrópica (ACTH)
- Células mamotrópicas: secretan prolactina
- Células tirotrópicas: secretan la hormona estimulante de la glándula tiroides (TSH)
- Células gonadotrópicas: secretan la hormona folículo estimulante (FSH) y la hormona luteinizante (LH) (Hafez, 2000).

### **3.3.3. Gónadas.**

En ambos sexos las gónadas desempeñan una doble función: la producción de células germinales (gametogénesis) y la secreción de hormonas gonadales (Hafez, 2000).

Las células de la teca interna del folículo de Graaf son la fuente primaria de estrógenos circulantes. Después de la rotura del folículo (ovulación), las células de la granulosa y de la teca son reemplazadas por el cuerpo lúteo, que secreta progesterona (Hafez, 2000).

## **3.4. Estacionalidad reproductiva de la vaca.**

El ganado bovino se ha considerado como poliéstrico continuo (Faulkner & Pineda, 1978).

La variación de la función reproductiva se debe sobre todo a factores del medio ambiente, tales como: climatológicos, mes de parto, nutricionales, e intensidad del amamantamiento en vacas Bos Indicus de zonas con clima tropical una alta proporción de estros durante los meses con

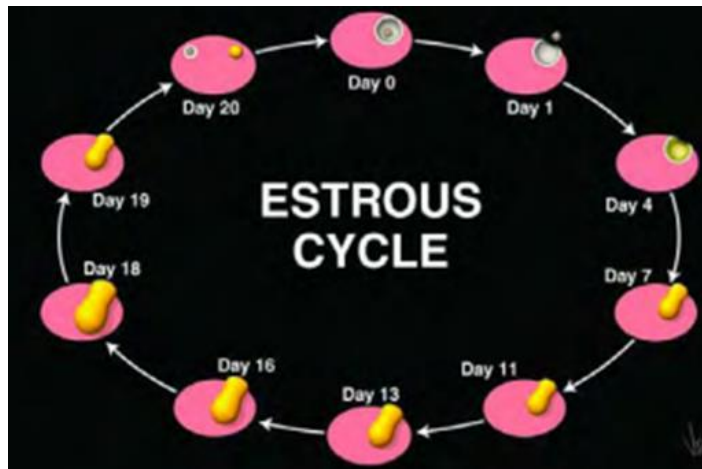


menor humedad relativa, mayor duración del foto período y en que incrementa la temperatura ambiente. Por otra parte, se ha mostrado una menor frecuencia de estros de ganado cebú durante el invierno, el cual no pudo ser explicado pero que fue similar a las frecuencias de ovulaciones encontradas en vacas de la raza Brahman en ese mismo lapso (Plasse y col., 1968 citado por Lozano et al., 1987). En otros estudios, realizados en ganado cebú, se observó un incremento de los intervalos entre partos (Romero, 1985) y parto-primer servicio que en vacas que parieron durante los meses de febrero a agosto. Castillo y col., 1983 citado por Lozano et al., 1987, mostraron en vacas *Bos indicus* bajo condiciones de empadre continuo, una mayor frecuencia mensual de fecundaciones durante los meses de abril a octubre, con un pico de la misma en el mes de mayo. Por otro lado, Zakari y col., 1981 citado por Lozano et al., 1987, encontraron un incremento en el porcentaje de concepciones durante los meses de junio a septiembre. Romero (1985), menciona que la mayoría de las concepciones, en vacas *Bos Indicus*, ocurría en los meses de marzo, abril y mayo; lo que asocio en forma significativa con una disminución de la precipitación pluvial y un incremento del fotoperíodo durante el mes, a pesar de que fue la época en que hubo menor cantidad de forraje. Citado por Lozano Dominguez, Pelayo, Gonzáles, & Vásquez, 1987.

### **3.5. Ciclo estral de las vacas.**

Con el tiempo, ocurren muchos cambios en el aparato reproductor, en respuesta a distintos niveles de hormonas. En una hembra no gestante, estos cambios ocurren cada 18 a 21 días. Esta periodicidad se llama ciclo Estral (Figura 5). Discutamos cómo funciona el ciclo estral, empezando con una vaca en celo al día cero. Si miramos al aparato reproductor, vemos que están sucediendo varias cosas. Un ovario tendrá un folículo grande, talvez de 15 a 20 mm de diámetro. Este folículo contiene un ovulo maduro, listo para ovular. Las células dentro del folículo están produciendo la hormona estrógeno. El estrógeno es transportado por la sangre a todas partes del cuerpo, causando que otros órganos reaccionen de distintas maneras, hace que el útero sea más sensible a estímulos, y ayuda en el transporte de espermatozoides después de la inseminación, hace que la cervix secrete un moco viscoso que fluye y lubrica la vagina. El estrógeno también es responsable de los síntomas externos del celo, incluyendo una vulva rojiza y ligeramente inflamada, permitiendo que otras vacas la monten, dejen de comer, mugir frecuentemente y mantener erectas las orejas. Estos son solo unos cuantos de los muchos síntomas externos del celo (Nebel & DeJarnette, 2011).

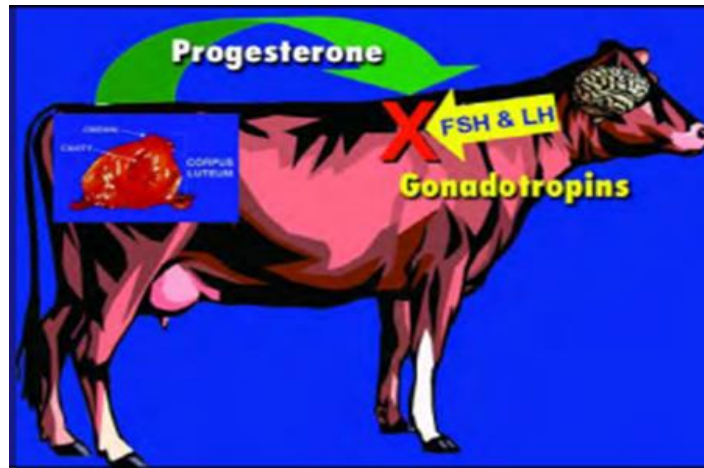
Figura 5 Ciclo estral bovino



Fuente: (Nebel & DeJarnette, 2011)

En el día uno el folículo se rompe, u ovula, permitiendo la salida del óvulo al infundíbulo que lo espera. La producción de estrógenos cesa varias horas antes de la ovulación, causando que la vaca no muestre más síntomas de celo. Después de la ovulación, un nuevo tipo de células, llamadas células luteicas, crecen en el sitio donde estuvo el folículo. Durante los próximos cinco o seis días, estas células crecen rápidamente para formar el cuerpo lúteo (CL). El cuerpo lúteo produce otra hormona, la progesterona. La progesterona prepara al útero para la gestación. Bajo la influencia de la progesterona, el útero produce una sustancia nutritiva para el embrión llamada leche uterina. Al mismo tiempo, la progesterona causa que se forme un tapón mucoso en la cervix, el cual evita que entren bacterias o virus al útero. La progesterona también evita que el animal vuelva al celo al inhibir la liberación de gonadotropinas de la glándula pituitaria en el cerebro (Figura 6). (Nebel & DeJarnette, 2011).

Figura 6 La progesterona inhibe la liberación de FSH y LH

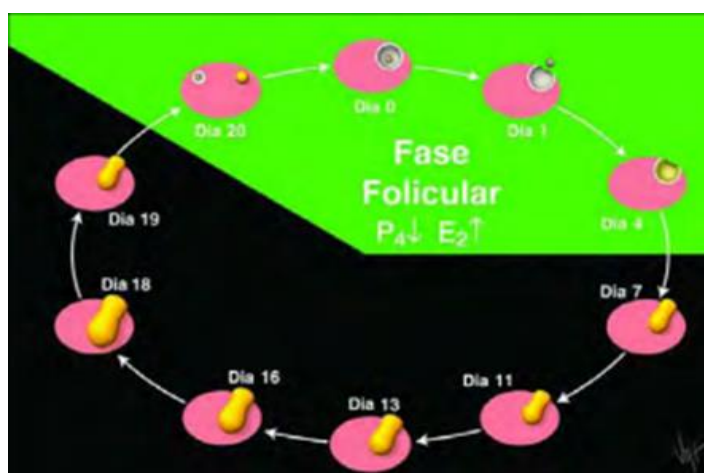


Fuente: (Nebel & DeJarnette, 2011)

Existen dos gonadotropinas que la glándula pituitaria produce, almacena y libera. La primera es la hormona folículo estimulante (FSH). Tal como su nombre lo indica, esta hormona estimula el rápido crecimiento de folículos pequeños. La hormona luteinizante (LH) es la segunda hormona gonadotrópica. Además de ayudar a la producción de progesterona por el CL, la LH también puede estimular la producción de estrógeno por los folículos grandes. Altos niveles de estrógeno pueden traer al animal de regreso al celo, y complicar la vida del embrión si esta vaca estuviera gestante. Por lo tanto, la regulación que ejerce la progesterona sobre la producción de FSH y LH es un aspecto crítico sobre el mantenimiento de la preñez. Por otra parte, si el animal no habría sido inseminado es deseable que vuelva al celo. Los días 16 a 18 del ciclo estral se conocen como " el periodo de reconocimiento materno," Durante este periodo, el útero busca la presencia de un embrión en crecimiento. Si no se detectara un embrión, el útero inicia la producción de otra hormona, la prostaglandina. Esta hormona destruye el cuerpo lúteo. Cuando se destruye el CL, cesa la producción de progesterona y la glándula pituitaria empieza a aumentar la secreción de gonadotropinas. Altos niveles de LH estimulan al folículo dominante a producir estrógeno y traer al animal de regreso al celo. Con esto se completa un ciclo estral. La periodicidad promedio es de 21 días. El ciclo estral es subdividido en dos fases, dependiendo de la hormona dominante, o en la estructura ovárica presente en cada fase. La fase lútea empieza con la formación del CL, 5 o 6 días después del celo, y termina cuando esta entra en

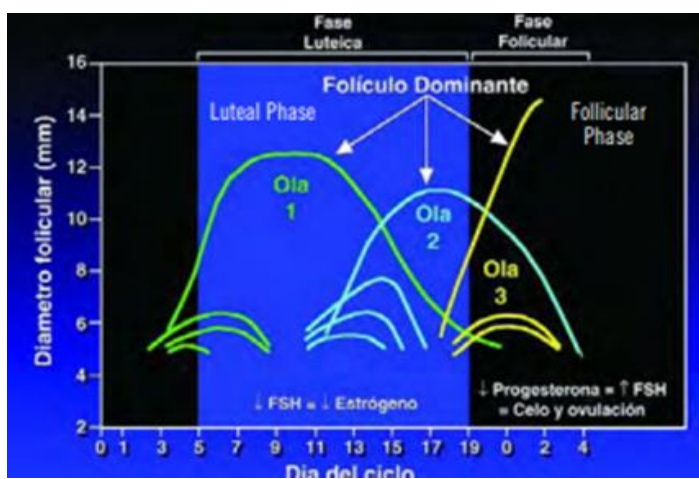
regresión a los 17 o 19 días del ciclo. Durante esta fase, los niveles de progesterona son altos y los de estrógeno son bajos. La otra fase es la folicular. Esta fase inicia cuando el CL de un ciclo entra en regresión y termina cuando se forma el CL del ciclo siguiente. Por lo tanto, la fase folicular abarca el período de la presentación de celo (Figura 7). Durante esta fase los niveles de estrógeno son altos y los de progesterona son bajos. Tal como hemos mencionado anteriormente, puede haber folículos en los ovarios en cualquier momento del ciclo estral. Usando tecnología de ultrasonido, las investigaciones han detectado que la aparición de folículos sobre los ovarios ocurre en "olas" (Nebel & DeJarnette, 2011).

Figura 7 Ciclo estral se divide en dos fases



Fuente: (Nebel & DeJarnette, 2011)

Figura 8 Hay crecimiento folicular en todo el ciclo estral, pero los niveles de estrógeno solo suben durante la fase folicular



Fuente: (Nebel & DeJarnette, 2011)

### **3.6. Hormona liberadora gonadotropina (GnRH).**

Es producida por el hipotálamo ubicado en la base del cerebro; ésta envía una señal a la glándula pituitaria para que libere gonadotropinas (LH, FSH). La hormona folículo estimulante produce el desarrollo del folículo y la hormona luteinizante hace que inicie el proceso de ovulación (Vélez et al. 2006). La GnRH se utiliza para aumentar la tasa de concepción después de la inseminación y en el tratamiento de quistes ováricos foliculares (Laboratorio SYVA 2003). Estudios previos con la aplicación de GnRH a los 12 días post - inseminación artificial han demostrado reducir el total de servicios por concepción mejorando así el porcentaje de preñez (Iglesias 2002). En otro estudio se comprobó que la aplicación de GnRH al momento de la detección de celo resultó en una mayor tasa de concepción que el control y de igual manera el porcentaje de concepción fue mayor al momento de la inseminación que el control (Moscoso 2001). Se han realizado varios ensayos con el fin de mejorar la fertilidad en los hatos lecheros en los cuales la hormona GnRH es una de las más utilizadas debido a que una de las causas más frecuentes del retraso del reinicio de la actividad ovárica en el puerperio de la vaca es la insuficiente liberación hipotalámica de GnRH (Garverick et al. 1980), citado por Ayala & Castillo, 2010.

### **3.7. Protocolo de sincronización.**

El desenvolvimiento de métodos de sincronización de celos en bovinos con la manipulación del ciclo estral que permitan la utilización de forma eficiente a la inseminación artificial, ha constituido un desafío para la medicina veterinaria (Becaluba, 2006).

Para que los métodos de sincronización de celos en bovinos sean utilizados se debe tener en cuenta el costo de las hormonas utilizadas y el porcentaje de preñez, en definitiva, tener en cuenta la relación costo/beneficio de los animales tratados (Becaluba, 2006).

La primera propuesta referente a un método capaz de manipular al ciclo estral de la vaca partió de Christian y Casida en 1948 que surgieron con la utilización de la progesterona con el fin de bloquear la función reproductiva. A partir de la suspensión de la medicación buena parte de los animales presentaron síntomas de celo. Más tarde en 1968 Wiltbank y Kasson verificaron que la adición de un estrógeno (Valerato de estradiol) al inicio del tratamiento a través de su efecto luteolítico, aumentaba la incidencia de celos en los animales tratados y permitía la reducción del periodo de bloqueo con progesterona (Becaluba, 2006).

En 1972 Rowson et al citado por Becaluba, F. 2006. propusieron un protocolo para sincronización de celo en bovinos utilizando Prostaglandina F<sub>2α</sub> como agente luteolítico. Los estudios de las sincronizaciones de celo en bovinos fueron conducidas en dos direcciones principales, ambas fueron interfiriendo en la duración del ciclo estral. Los métodos que comprenden la utilización de agentes luteolíticos que lleva a una anticipación a la regresión del cuerpo lúteo y el consecuente acortamiento del ciclo, y el proceso de alargamiento del ciclo con una simulación de diestro a través de la administración de progestágenos

Independientemente de la vía de administración Boyd et al (1973) citado por (Becaluba, F. 2006), verificaron que tratamientos con progestágenos por periodos largos (16 días) resultaban en mejor sincronización de celos, pero con índices de concepción peores a la inseminación. Cuando el período de tratamiento es de aproximadamente (9 días) se obtiene peor sincronía, pero con mejores índices de concepción. Pursley et al. (1997) citado por Becaluba, F. 2006, demostró que el momento de ovulación en ciclos inducidos con prostaglandinas presenta grandes variaciones. Por este motivo la detección de celo se hace imprescindible cuando se pretende adoptar la inducción de ciclos con ovulación e inseminación artificial.

Para programas de inseminación artificial en momentos pre- determinados debe darse la preferencia a la hormonoterapia que promueven ovulaciones con mejor uniformidad de tiempo (Becaluba, 2006).

Uno de los tratamientos más comunes de sincronización de celos es mediante el uso de la prostaglandina (PGF). Una de las desventajas es la falta de efectividad en la inducción de la luteolisis en los primeros 5 ó 6 días y la variabilidad en la distribución de presentación de celo en un periodo hasta de 5 días, debida al estado folicular al momento del tratamiento (Huanca, 2001).

La disponibilidad comercial de la hormona liberadora de las gonadotropinas (GnRH) en los años 70, permitió su utilización como tratamiento para los quistes foliculares (Drost y Thatcher, 1992, citado por Huanca, W. 2001). Así mismo, esta hormona también es utilizada al momento del servicio como una alternativa para asegurar la ovulación.

### **3.8. Inseminación artificial a tiempo fijo (IATF).**

La inseminación artificial es un proceso asistido de reproducción, representa una gran importancia en el mejoramiento genético de los bovinos, para acceder a animales de altas producciones en un corto periodo de tiempo y así poder ser más competitivos en el mercado. Es una actividad que consiste en depositar de manera artificial, dos de semen en el tracto reproductivo de la hembra en el momento más adecuado para que permita una alta probabilidad de que la vaca quede gestante. Los procedimientos correctos de inseminación artificial tendrán como resultado una mayor eficiencia reproductivo, beneficiando también los aspectos económicos como la producción de leche o carne (INTAGRI, 2020).

La inseminación artificial es sin duda la herramienta más antigua y utilizada para lograr el mejoramiento genético en los bovinos. Sin embargo, la ineficiencia en la detección y control de los celos ha sido la principal limitante para el uso masivo de esta biotecnología. Durante la década del 70, el descubrimiento de las prostaglandinas y su aplicación para controlar el ciclo estral significaron un gran avance en el control reproductivo de los bovinos. Sin embargo, años más tarde y después de algunas investigaciones, se hicieron evidentes las limitaciones de las prostaglandinas para lograr la eficiente sincronización de los celos (Agromeat, 2015).

En los últimos años, gracias al conocimiento de la fisiología del ciclo estral, así como la incorporación de la ultrasonografía para comprender la dinámica folicular de los bovinos, se han desarrollado tratamientos de sincronización que permiten inseminar artificialmente a las hembras bovinas sin la detección de los celos y que se conocen como protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo.

La inseminación artificial a tiempo fijo (IATF), se puede definir como una técnica que nos permite mediante tratamientos hormonales, poder sincronizar la ovulación y dar servicio a varios animales en un momento determinado sin la necesidad de detección de celos. Los protocolos de IATF se pueden dividir en aquellos que utilizan combinaciones de GnRH y prostaglandina también conocidos como protocolos Ovsynch y los que utilizan dispositivos impregnados con progesterona junto con estradiol (Bo, Cutaía, & Tribulo, 2002).

Los protocolos de IATF consisten en tratamientos que sincronizan la ovulación permitiéndonos la inseminación de los animales en un tiempo establecido y sin la necesidad de la detección de celos. Estos protocolos se pueden dividir en aquellos que utilizan combinaciones de GnRH y

prostaglandina conocidos como protocolos Ovsynch y los que utilizan dispositivos con progesterona y estradiol. En vaca lecheras el protocolo más popular es el Ovsynch, con el cual se pueden obtener tasas de preñez similares a aquellas obtenidas después de la IA con celo detectado.

En vacas de carne, el protocolo más utilizado y con el que se han obtenido mejores resultados ha sido el que emplea dispositivos con progesterona, estradiol y PGF. Con estos protocolos se obtienen tasas de preñez de aproximadamente 50 % en vacas y vaquillas cíclicas en buena condición corporal. Para vacas con cría y en mala condición corporal es necesaria la adición de eCG a los tratamientos. En vaquillas, la aplicación de una dosis de PGF al momento de la inserción de dispositivos nuevos, puede mejorar la tasa de preñez. Actualmente se han desarrollado protocolos de re sincronización que nos permiten concentrar los retornos a celo o re inseminar a tiempo fijo a los animales aumentando de esta manera la cantidad de preñeces producto de inseminación un periodo de tiempo corto. Existen varios factores que pueden afectar negativamente los resultados de los programas de IATF. Entre estos factores podemos mencionar la baja condición corporal de los animales, la calidad seminal, las instalaciones y el factor humano como los más importantes (Agromeat, 2015).

### **3.9. Gonadorelina.**

La Gonadorelina es un decapeptido fisiológica y químicamente idéntico a la neurohormona secretada por el hipotálamo naturalmente en muchas especies animales, actúa sobre el lóbulo anterior de la hipófisis y nos ayuda a controlar la producción y secreción de las hormonas luteinizante (LH) y foliculoestimulante (FSH). Para el tratamiento de quistes ováricos. Inducción de la ovulación. Mejoramiento de la fertilidad. Sincronización de estros (ARBiotech, 2021).

La gonadorelina (acetato) es una gonadorelina sintética (“Hormona liberadora de gonadotropina” GnRH) fisiológica y químicamente idéntica a la gonadorelina natural liberada por el hipotálamo, en mamíferos. La gonadorelina estimula la síntesis y liberación de las gonadotropinas pituitarias, la hormona luteinizante (LH) y la hormona estimulante del folículo (FSH). Su acción es mediada por un receptor específico de la membrana plasmática. Se requiere únicamente un 20% de ocupación del receptor GnRH para inducir el 80% de la máxima respuesta biológica. La unión de GnRH a su receptor, activa la proteína quinasa C (PKC) y también las cascadas de proteína kinasas activadas por mitógenos (MAPK), que proporcionan



un enlace importante para la transmisión de señales desde la superficie celular al núcleo, permitiendo la síntesis de las hormonas gonadotropínicas. La repetición de ciclos puede estar afectada por múltiples factores, entre los que se incluyen las prácticas de alimentación y manejo. Además, uno de los hallazgos más destacados en animales repetidores, es el retraso y pequeño aumento preovulatorio de LH, que conduce a la ovulación retardada. La inyección de GnRH durante el estro incrementa el pico espontáneo de LH y previene el retraso en la ovulación en vacas repetidora (cimavet.aemps.es).

Para inducción y sincronización del estro y ovulación en protocolos de Inseminación artificial a Tiempo Fijo (IATF), el producto debe administrarse al menos 35 días después del parto. La respuesta de vacas y novillas a los protocolos de sincronización está influenciada por el estado fisiológico en el momento del tratamiento. Las respuestas al tratamiento pueden variar entre rebaños o entre vacas dentro de los rebaños. Sin embargo, el porcentaje de vacas que presentan celo dentro de un periodo determinado es generalmente mayor que en vacas no tratadas y la fase lútea posterior es de duración normal. Para el protocolo que sólo incluye PGF2 $\alpha$  recomendado para vacas cíclicas: Para maximizar las tasas de concepción de las vacas que van a ser tratadas, debería determinarse y confirmarse la actividad cíclica regular del ovario. Se conseguirán óptimos resultados en vacas cíclicas sanas (cimavet.aemps.es).

### **3.10. Buserelina.**

Existe una gran variedad de análogos agonistas de la GnRH como la leuprolida, histrelina, goserelina, deslorelina, nafarelina y triptorelina (Van Loenen *et al*, 2002, citado por Chávez, 2014); sin embargo, uno de los agonistas más usados en el campo de la reproducción animal, y el cual ha tomado gran importancia es la Buserelina (Plumb, 2011, citado por Chávez, 2014). La acción de la buserelina se basa en la estimulación de la glándula pituitaria para que esta libere las hormonas Luteinizante (LH) y Folículo-Estimulante (FSH) y puede usarse tanto como para inducir la ovulación como para el tratamiento de desórdenes ováricos como quistes, y mejorar los índices de concepción (EMEA, 1995, citado por Chávez, 2014).

Podríamos recomendar la aplicación de Buserelina al inicio de nuestra sincronización de celo, siendo esta para inducir la ovulación y promover la formación de un nuevo cuerpo lúteo y una nueva onda folicular, llevando a los animales al inicio de un nuevo ciclo estral (Chávez, 2014).

Se recomienda administrar simultáneamente a la monta natural o inseminación, 2,5 ml de Buserelina para incrementar el índice de concepción. Aciclia, anestro: si 10 o 12 días después del tratamiento la vaca no está en celo será preciso efectuar un examen control.

No se recomienda la administración de Buserelina en vacas cuando se compruebe la presencia de un cuerpo lúteo y no se hayan presentado los síntomas externos del celo. La ovulación retardada y la atresia folicular pueden tratarse durante la inseminación y la monta o hasta 6 horas antes; por regla general se desencadena la ovulación en el transcurso de 24 horas siguientes al tratamiento. El incremento del índice de concepción se logra mediante la fijación exacta del tiempo de ovulación. También en este caso se aplicará Buserelina durante la inseminación o hasta 6 horas antes (Weizur, 2022).

La vía de administración es intramuscular, pero también se puede administrar por vía endovenosa o subcutánea (Weizur, 2022).

INDICACIONES	DOSIS
Quistes foliculares, Aciclia, Anestro.	5,0 ml
Ovulación retardada, Atresia folicular.	2,5 ml
Incremento del índice de concepción en la IA y tras la sincronización del celo.	2,5 ml

*Cuadro 1 Esquema de tratamiento para diferentes indicaciones*

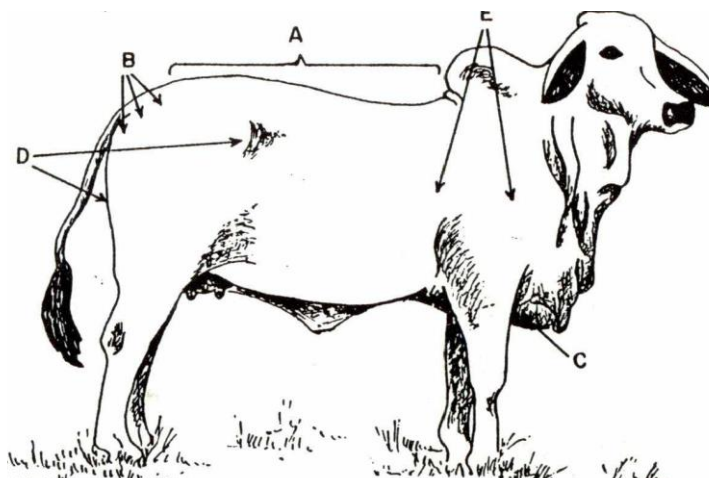
### **3.11. Evaluación de condición corporal (C.C.) en bovinos.**

La determinación de la condición corporal (C.C.) se fundamenta esencialmente en la determinación visual y táctil de la acumulación de tejido adiposo subcutáneo (grasa) en algunos puntos corporales del animal (Fig. 9). (Seravalli, Morales, & Rojas, 1993)

- A. Sobre la apófisis espinosa de las vértebras lumbares coccígeas.
- B. Alrededor de la inserción de la cola
- C. Punta del esternón
- D. Flancos y entre nalga (región perineal)

E. Paleta (escapula).

*Figura 9 Puntos corporales del animal*



Fuente: (Seravalli, Morales, & Rojas, 1993)

Lógicamente de estos depósitos de grasa son dependientes no solo del nivel energético de la alimentación si no que, también pueden variar en función de los meses de preñez en que se encuentre la hembra, su composición racial ya hasta su conformación, existiendo cierta determinación genética en la predisposición de un animal para acumular grasa.

Dichos depósitos de tejido graso, siempre y cuando no sean excesivos funcionan como importantes reservas energéticas. Estas son gradualmente utilizadas en los procesos metabólicos y fisiológicos esenciales para el funcionamiento normal del organismo, principalmente cuando el animal será sometido a estrés nutricional, como ocurre durante la época seca. En términos energéticos y a manera de ejemplo podemos decir que 1 unidad de condición corporal equivaldría a la energía producida por 250kg de cebada. Para cuantificar la C.C. utilizaremos una escala de 1 al 5, en donde:

1 será una condición crítica

5 una optima

Existirá una condición 0 y 6 para casos verdaderamente extremos e indeseables,

0 condición que antecede a la muerte

6 de una vaca exageradamente gorda (obesa)

Es importante resaltar que se podrá fraccionar el valor de la escala en 0,5, si a criterio del evaluador ello procede (Seravalli, Morales, & Rojas, 1993).

*Cuadro 2 Escala y equivalencias de la C.C.*

<b>PUNTOS</b>	<b>C.C</b>	<b>DEFINICIÓN</b>
5	Excelente	La cobertura de grasa en la base de la cola es evidente a la vista y las apófisis espinosas no son muy palpables aún bajo presión fuerte.
4	Muy buena	Apófisis espinosas palpable solo bajo firme presión y la grasa en la base de la cola es visible y palpable.
3	Buena	Apófisis espinosas redondas al tacto por la presencia de grasa, pero no diferenciales individualmente. También es posible palpar grasa en la base de la cola.
2	Regular	Las apófisis pueden ser identificadas individualmente al tacto y la vista, pero ya no se sienten agudas ni son tan evidentes, sintiéndose rodeadas por la presencia de algo de grasa. Las costillas aún se demarcan, pero con menos claridad.
1	Mala	Las apófisis espinosas son agudas al tacto e individualmente distinguibles con facilidad a la vista, así mismo las costillas son claramente evidenciables, ausencia total de grasa.
0 - 6	Pésima	0= Corresponde a un animal caquéxico con problemas de locomoción por debilidad y próximo a la muerte.  6= Corresponde a un animal extremadamente gordo con problemas de locomoción y reproducción por sobrepeso de grasa, con la cola totalmente hundida en ella y depósitos grasos evidentes por todo el cuerpo.

Algunas de las tablas propuestas por otros investigadores emplean la escala del 1 al 10; sin embargo, dadas las condiciones bioclimatológicas, de manejo y de idiosincrasia, consideramos que una tabla de 1 al 5 es fáticamente definible y por ende más practica para nuestro productor (Seravalli, Morales, & Rojas, 1993).

La determinación para condición corporal deberá ser visual, complementándola con el tacto cuando las circunstancias así lo permitan (Seravalli, Morales, & Rojas, 1993).

De las regiones corporales ya citadas en donde pueden existir depósitos importantes de grasa, las dos más importantes para determinar la condición corporal son:

- a. A grasa acumulada sobre el lomo
  - b. La grasa acumulada sobre la base de la cola; principalmente en aquellos animales con mejor condición corporal
- a. Grasa en el lomo: se localiza con los dedos mediante presión firme sobre las apófisis espinosas (espina dorsal) concretamente sobre la 4ta y 5ta vértebras lumbares. el dedo pulgar deberá hacer presión sobre la apófisis transversa.
  - b. Grasa de la cola: se palpa con los dedos a ambos lados de la inserción de la cola, estimándose así la profundidad del tejido adiposo (Seravalli, Morales, & Rojas, 1993).

## 4. LOCALIZACIÓN.

### 4.1. Área de investigación.

El trabajo de investigación se llevó a cabo en las Estancias Ganaderas: Chevejecure ubicado en San Ignacio de Moxos y Curiraba que está ubicada en San Borja del departamento del Beni. San Ignacio de Moxos cuenta con una superficie de 13.350 (CIDDEBENI, 2016) y el municipio de San Borja cuenta con 10.254 km<sup>2</sup> de extensión territorial (Marquez, 2018).

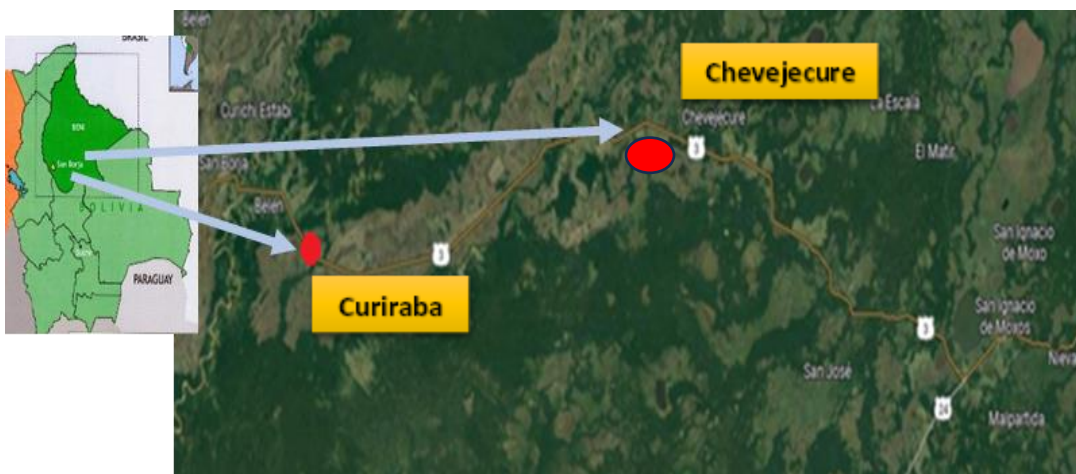
La distancia entre las Estancias de Chevejecure y Curiraba es de 50 km aproximadamente.

### 4.2. Ubicación geográfica.

El Municipio de San Ignacio de Moxos se encuentra ubicado entre las siguientes coordenadas geográficas: Latitud: -14.8519, Longitud: -66.7486 14° 51' 7" Sur, 66° 44' 55" Oeste y Latitud sur: 14° 10' 00" y longitud 064°57'00" oeste respectivamente, a una altitud entre 193 y 170 m.s.n.m. Se encuentra dentro los límites de la provincia Moxos del departamento del Beni, esta provincia limita al Norte con la provincia Cercado, al Sur, con el departamento de Cochabamba, al Este con la provincia Marbán, y al Oeste con las Provincias Yacuma y Ballivián (CIDDEBENI, 2016).

El Municipio de San Borja se encuentra ubicada al lado Suroeste de la Provincia Ballivián del departamento de Beni, a 230 Km de la ciudad de La Paz. Con una latitud Sur de 14°15'15" latitud Oeste de 66°30'25" y altitud de 220 y 235 msnm (CICO-BENI, 2012).

*Figura 10 Localización geográfica de Curiraba y Chevejecure*



Fuente: Elaboración propia

### **4.3. Características ecológicas de la región.**

#### **4.3.1. Temperatura.**

El clima de la región corresponde a un clima tropical transicional hacia un clima subtropical, durante todos los meses del año existe una temperatura media mayor a 18°C, uno a tres meses con precipitación mensual menor de 60mm, con una época seca en el invierno y una diferencia de las temperaturas promedias mensuales máximas y mínimas menor de 25°C y 27°C (FUNDECO, 1994 citado por Castañon, 2022).

#### **4.3.2. Humedad.**

La humedad relativa según los datos medios mensuales de 9 estaciones meteorológicas del Beni es variable entre 66 y 82 por ciento. En el transcurso del año se presentan ligeras fluctuaciones estacionales que coinciden con los periodos de lluvias (diciembre-marzo) y los periodos secos de junio a septiembre (CIDDEBENI, 2016)

#### **4.3.3. Precipitación.**

La precipitación anual del departamento alcanza un máximo de 2.500 mm y un mínimo de 1.400 mm, la promedia anual es de 1.800 mm. La variabilidad entre años con respecto a los días de lluvia y la precipitación mensual es muy grande. La época lluviosa se inicia generalmente en octubre para concluir en marzo, siendo los meses más lluviosos diciembre hasta marzo, con un máximo en enero (CIDDEBENI, 2016).

#### **4.3.4. Fauna.**

La fauna de las sabanas tiene una menor riqueza específica que los bosques, entre los mamíferos característicos se encuentran el oso bandera (*Myrmecophaga tridactyla*), el borocho (*Chrysocyon brachyurus*), el ciervo de los pantanos (*Blastocerus dichotomus*) y la capibara (*Hydrochaeris hydrochaeris*) cuyo ambiente es más propiamente el de lagos, lagunas y pantanos en la sabana (CIDDEBENI, 2016).

La avifauna presenta aves de gran tamaño como el piyo (*Rhea americana*) y varias cigüeñas y garzas. Los pantanos, curiches y yomomos albergan reptiles de talla grande como la sicurí (*Eunectes murinus*), el lagarto (*Caimán yacaré*) y el caimán (*Melanosuchus niger*). También se observan patos negro (*Cairina moschata*) y roncador (*Neochen jubata*), las tortugas del género *Podocnemis* conocidas como petas de agua y tatarugas (*Podocnemis unifilis* y *P. expansa*),

dentro de los peces encontramos Serrasálmidos como el pacú (*Colossoma macroponum*); el sábalo (*Prochilodus nigricans*), ambas especies migratorias (CIDDEBENI, 2016).

#### **4.3.5. Flora.**

Moxos se caracteriza por tres macro-unidades: los bosques que abarcan la mayoría del área (aprox. 59 por ciento), las sabanas naturales de llanura (39 por ciento), y otras áreas como cultivos y cuerpos de agua (2 por ciento). Las formaciones más diversas y con mayor potencial forestal corresponden al bosque de piedemonte y bosque alto de tierra firme de llanura, en un segundo nivel, los bosques de valles sub-andinos, y los bosques ribereños (CIDDEBENI, 2016).

La vegetación de las sabanas tiene un potencial ganadero y forman complejos heterogéneos con los bosques húmedos de llanura, su estructura y su composición florística varía según la topografía y los suelos (alturas y bajuras). Los humedales como yomomos y curichis dentro el Municipio, constituyen áreas ecológicamente importantes ya que son áreas de resguardo para la fauna acuática (peces, lagartos, sicuris entre otros) (CIDDEBENI, 2016).



## **5. MATERIALES Y METODOS.**

### **5.1. Materiales.**

#### **5.1.1. Biológico.**

Se utilizarán 100 vacas mestizas cebú seleccionadas por los siguientes parámetros: condición corporal (C.C) y la edad.

#### **5.1.2. De campo.**

- Pijama u overol
- Botas para agua
- Guantes obstétricos
- Guantes de látex
- Jeringas 5ml
- Ecógrafo
- Termo descongelador
- Papel absorbente
- Cronometro
- Tijeras
- Pistola de inseminación
- Fundas descartables para inseminación
- Aguja calibre 18
- Balde
- Termo criogénico
- Nitrógeno líquido
- Aplicador de inseminación artificial
- Alcohol
- Aplicador de dispositivo intravaginal

#### **5.1.3. Insumos.**

- Dispositivo intravaginal de Progesterona – P4 (DIV 0.5)
- Benzoato de Estradiol (RIC – BE).
- Prostaglandina - PGF<sub>2</sub> $\alpha$  (CICLASE).
- Cipionato de estradiol - ECP (CIPIOTEC).

- Gonadotropina coriónica equina (NOVORMON)
- Buserelina - GnRH (BUTROFINA).
- Gonadorelina – GnRH (GONASYN GDR).
- Hipoclorito de sodio

#### **5.1.4. De gabinete.**

- Cuaderno de anotaciones
- Planilla de registros
- Laptop
- Cámara fotográfica

### **5.2. Métodos.**

La presente investigación se llevó a cabo en los meses de diciembre del año 2022 y febrero del año 2023, donde se utilizaron 100 vacas mestizas cebú, de las cuales a 50 se les administro Buserelina al momento de la IATF en la estancia Chevejecure y a las otras 50 vacas se les administro Gonadorelina al momento de la IATF en la estancia Curiraba Beni.

#### **5.2.1. Procedimiento experimental.**

##### **5.2.1.1. Selección de vacas.**

Para este trabajo, se seleccionaron 100 vacas (50 vacas de Chevejecure y 50 vacas de Curiraba) todas pertenecían a un grupo denominado como “vacas problema” ya que estaban consideradas como hembras repetidoras de celo.

Para dicha selección, se realizó una revisión previa mediante palpación y ultra sonografía para descartar patologías y alteraciones reproductivas. Al grupo de vacas seleccionadas se las evaluó bajo los siguientes aspectos: condición corporal (C.C) y edad para que ingresen al programa de inseminación artificial.

### 5.2.1.2. Protocolo de sincronización.

Se procedió al lavado de la vulva y de la zona perianal con hipoclorito de sodio al 2%, con el objetivo de evitar cualquier alteración o contaminación que desarrolle alguna patología o problema de preñez al momento de la inseminación.

El protocolo de sincronización empleado se describe en el cuadro 3

Día 0: Dispositivo P4+2ml de Benzoato de Estradiol

Día 7: Retiro del dispositivo+ 2ml de PGF2 $\alpha$  + 1ml de ECP + 2ml de eCG

Día 9: IATF + 2 ml de GnRH

*Cuadro 3 Protocolo de sincronización de celo*

<b>PROTOCOLO DE SINCRONIZACION DE CELO</b>		
<b>DÍA 0</b>	<b>DÍA 7</b>	<b>DÍA 9</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Dispositivo de P4</li><li>✓ 2mg Benzoato de Estradiol</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Retiro de dispositivo de P4</li><li>✓ 400 UI de Novormon</li><li>✓ 1mg de Cipionato de Estradiol</li><li>✓ 500 mg PGF2<math>\alpha</math></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ IATF</li><li>✓ 2.5 ml de GnRH</li></ul>

Fuente: Elaboración propia

El día 9 para realizar la inseminación se deben seguir los siguientes pasos:

- Descongelar la pajueta en baño maría en el termo descongelador a 36°C durante 45 segundos.
- Sacudir y secar delicadamente la pajueta e introducir al aplicador.
- Introducir el aplicador ya con la pajueta a las fundas de inseminación.
- Lavar la vulva y la zona perianal con hipoclorito de sodio al 2%
- Inseminar.

- Aplicar 2,5 ml de GnRH por vía intramuscular.

### **5.2.1.3. Tratamiento experimental.**

El primer grupo recibió una dosis de 2,5 ml de Buserelina (BUTROFINA) por vía intramuscular en el momento de la IATF

El segundo grupo fue tratado con 2,5 ml de Gonadorelina (GONASYN GDR) por vía intramuscular inmediatamente después de la IATF.

### **5.2.1.4. Diagnóstico de preñez.**

El día 43 post IATF el grupo de vacas inseminadas fueron sometidas a diagnóstico de preñez mediante ultrasonografía empleando un ecógrafo Mindray DP10 VET.

### **5.3. Análisis estadístico.**

La técnica estadística que se utilizó son tablas de contingencia, este método ayudara a comparar dos o más variables y también permite examinar si hay una relación entre variables cualitativas sean independientes y dependientes.

También se aplicó la prueba de Chi cuadrada ( $X^2$ ), que es un método de prueba de hipótesis, donde se quiere comprobar si las frecuencias observadas de una o más categorías se ajustan a las esperadas.

Donde:

$$\chi^2 = \sum \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

$X^2$ =Chi cuadrado

$O_i$  =Valor observado

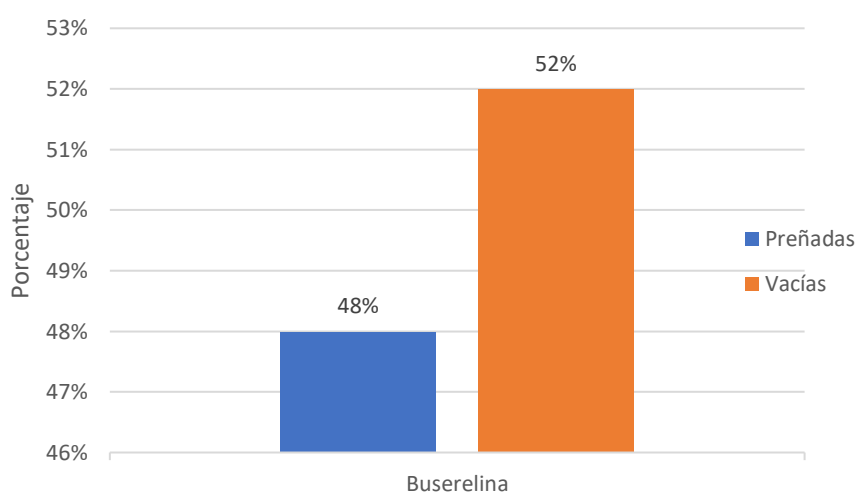
$E_i$  =Valor esperado

## 6. RESULTADOS Y DISCUSIONES.

### 6.1. Porcentaje de preñez de acuerdo a la adición de Buserelina en el protocolo de sincronización.

Los resultados del porcentaje de preñez en vacas lecheras tomando en cuenta el tratamiento Buserelina expresada en el Gráfico 1.

*Gráfico 1 Porcentaje de preñez con el uso de Buserelina*



Fuente: Elaboración propia

El gráfico 1 expresa el porcentaje de vacas preñadas y vacías obtenido posterior a la IATF con la adición de 2.5 ml de Buserelina en el tratamiento respectivo. Se puede observar un 48% (24/50) de preñez y 52% (26/50) de vacías.

(Valks, 1999) indica que es en el inicio de la etapa del estro cuando mejor funciona la aplicación de GnRH, pues ayuda ante una baja secreción de LH y debido a que, a nivel de campo, no se conoce exactamente cuando comienza el estro en una vaca, es preferible aplicar la hormona horas antes de la inseminación.

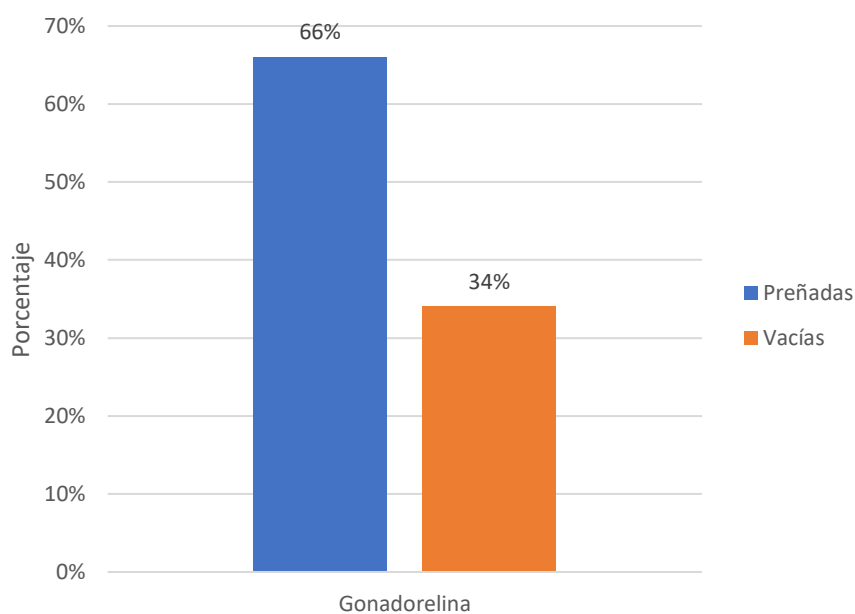
(Córdova, 1993) recomienda que los mejores resultados de preñez se han obtenido aplicando la GnRH al momento de la IA, incrementándose el porcentaje de preñez entre el 5 y 10% sin embargo, bajos las condiciones de esta investigación se obtuvo incrementos superiores al 35% al primer servicio.

(Butler, 2023) manifiesta que la aplicación de un análogo GnRH (ej.: acetato de Buserelina) a las que no manifestaron celo (pintura en más de un 50 % intacta). Ambas adiciones, han mejorado de manera significativa la preñez a la IATF.

## 6.2. Porcentaje de preñez de acuerdo a la adición de Gonadorelina en el protocolo de sincronización.

Los resultados del porcentaje de preñez en vacas lecheras tomando en cuenta el tratamiento Gonadorelina se refleja en el Gráfico 2.

*Gráfico 2 Porcentaje de preñez con el uso de Gonadorelina*



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico 2, se aprecia el porcentaje de vacas preñadas y vacías posterior a la IATF con la adición de 2,5 ml de Gonadorelina en el tratamiento respectivo. Se puede observar un 66% (33/50) de preñez y 34% (17/50) de vacías.

(Rodriguez et al, 2017, pag 2313-2318 ) ) menciona que las tasas de embarazo por inseminación artificial fueron mayores en el grupo HEAT (57,09 % (769/1347)) que en los grupos control y GnRH, con un efecto positivo de la inyección de GnRH en el momento de la IATF en P/AI (Control= 36,18% (169/467)), GnRH= 45,95% (216/470),  $P < 0,0001$  En conclusión, la aplicación de GnRH en vacas con HEATSC bajo (1 y 2) es una estrategia simple, que no requiere cambios en el manejo de IATF para aumentar las tasas de preñez.

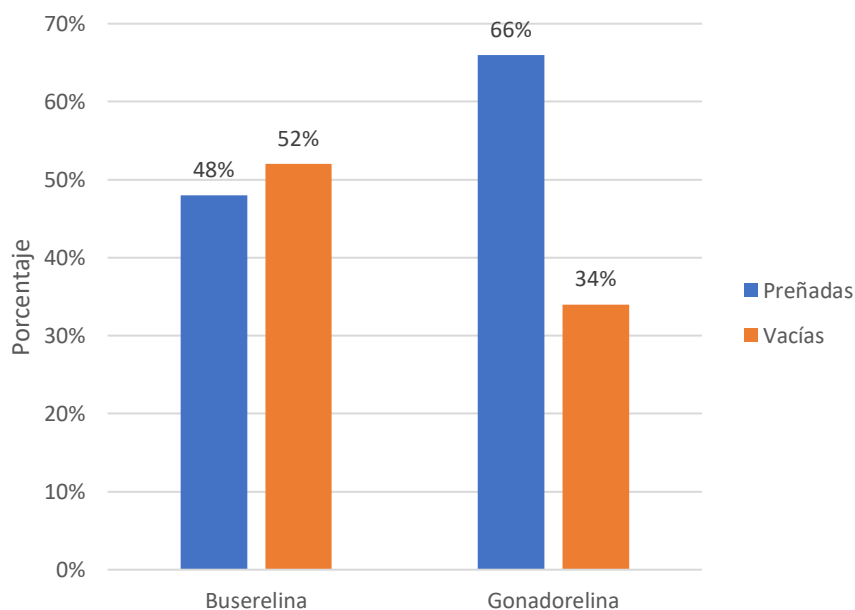
(Romero, 2018), no se encontraron diferencias significativas en los porcentajes de preñez entre los grupos a los cuales se les aplico o no una dosis de Acetato de Gonadorelina al momento de la IA ( $P > 0.05$ ), se concluye que la aplicación de Acetato de Gonadorelina en el momento de la inseminación dentro del programa de IATF en el cual se utilizó eCG al momento de retirar el DIV no mejoró el porcentaje de preñez en vacas cruza cebú con cría en el trópico húmedo.

(Ayala & Castillo, 2010) La aplicación de GnRH al momento de la inseminación artificial resulto en un mayor porcentaje de preñez ( $P < 0.05$ ) que el control. Estos resultados difieren con los encontrados por Diskin (1996; citado por Miltbank) quien obtuvo un 30% de preñez aplicando GnRH al momento de la Inseminación Artificial.

Los trabajos anteriormente descritos no concuerdan con lo observado en el presente trabajo de investigación ya que obtuvimos mayor porcentaje de preñez (66%) con la adición de acetato de gonadorelina en el momento de IATF.

### 6.3. Comparación del porcentaje de preñez de acuerdo a la adición de Gonadorelina y Buserelina.

Gráfico 3 Comparación del porcentaje de preñez con el uso de Buserelina y Gonadorelina



Fuente: Elaboración propia

Al realizar la comparación con ambos análogos Buserelina y Gonadorelina, posterior a la IATF, el gráfico 3 muestra que con el uso de Gonadorelina hubo mayor porcentaje de preñez con 66% (33/50) en comparación de la Buserelina que solo se obtuvo 48% (24/50) de vacas preñadas.

Al realizar la prueba estadística de Chi cuadrado, se determinó que no existe significancia estadística, ya que  $p=0,069$  y es  $>$  a  $0,05$ , determinando que no hay diferencia entre el uso de Gonadorelina y Buserelina.

(Biogénesis-Bagó, 2016) menciona en estudios referidos a la dosis de GnRH, los cuales han sido realizados por Cala et al. (2001) en vaquillonas, quienes no registraron diferencias en el porcentaje de preñez utilizando 0,008; 0,012 o 0,016 mg de Buserelina. El porcentaje de preñez registrado coincide con el informado por Villegas et al. (2011) quienes no observaron



diferencias entre la EOp (CL: 43,4%;  $F \geq 10$ : 41,2% y  $F < 10$ : 45,3% y discrepa de lo reportado por Callejas et al. (2006).

Dávila (2016) cita que trabajos realizados por Barrionuevo & Franeveo, (2013) demostraron que los porcentajes de preñez obtenidos en vacas Hereford con cría tratadas con GnRH (45,5%) al momento de la inseminación no difieren significativamente con las del grupo control (46,3%). Estos datos difieren en gran medida de los obtenidos en el presente trabajo donde se puede establecer que el 65% de las vacas tratadas con GnRH resultaron con preñez y 35% no.

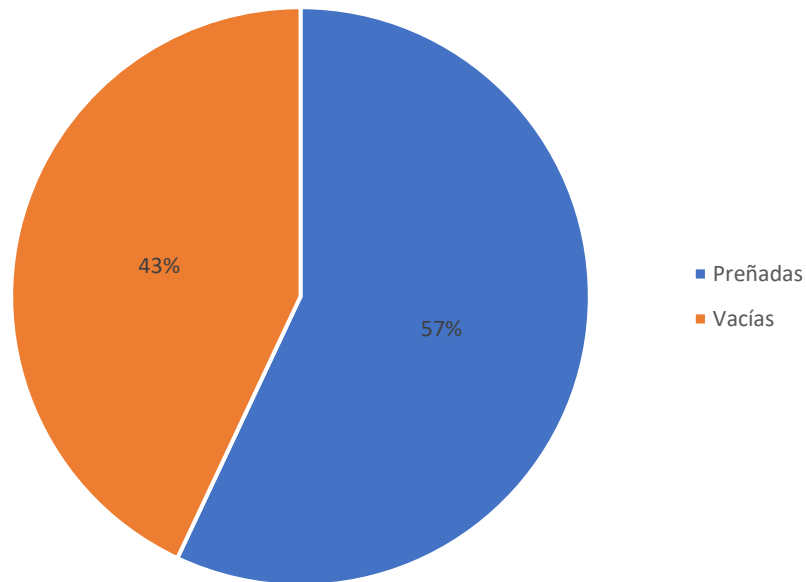
Se considera que un 50,0% de concepción en promedio en los programas de IATF es un resultado por demás aceptable teniendo en cuenta que esto se logra en un día de inseminación y sin la necesidad de detectar celo (Bó et al, 2016).

En el presente trabajo de investigación se puede apreciar una diferencia notable en el porcentaje de preñez entre Gonadorelina (66%) y Buserelina (44%), aunque de acuerdo al procedimiento estadístico dichos porcentajes no sean significativos.

#### **6.4. Porcentaje de preñez total con el uso de ambos análogos en el protocolo de sincronización.**

La Gráfica 4 muestra que con el uso de GnRH al momento de la IATF se obtuvo un 57% de vacas preñadas y 43% de vacas vacías. Podemos evidenciar que con el uso de análogos de GnRH se logra obtener un porcentaje moderadamente alto de vacas preñadas con respecto a protocolos donde no se usa el tratamiento respectivo.

*Gráfico 4 Porcentaje total de vacas preñadas con la adición de GnRH en protocolos de sincronización e IATF*



Fuente: Elaboración propia

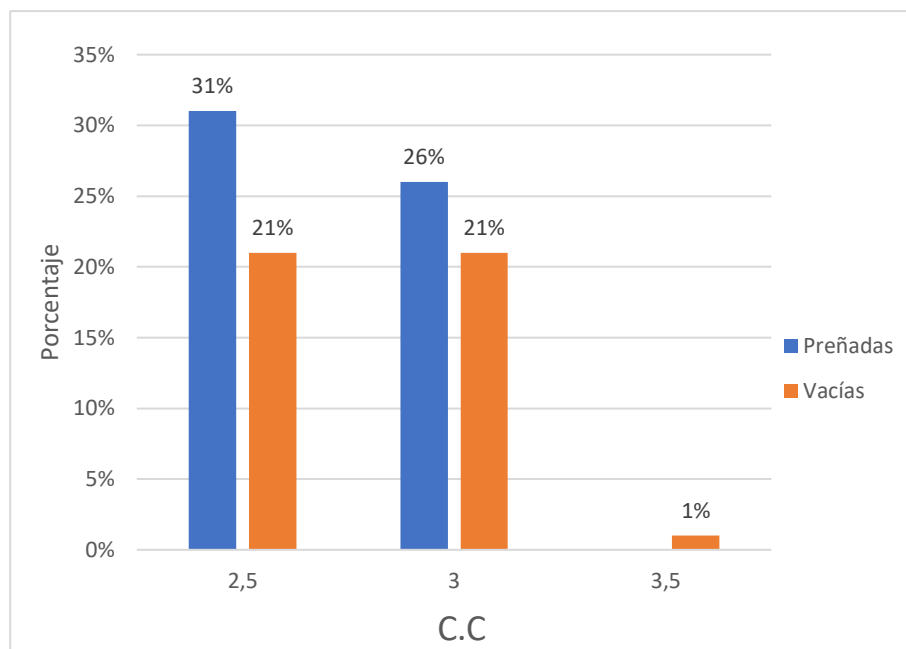
Mientras que Sá Filho, et al.(2011) reportan que se ha demostrado previamente que la ausencia de expresión de celo en el momento de la inseminación artificial da como resultado una disminución de la tasa de preñez en las vacas que se sincronizaron con los protocolos basados en GnRH o protocolos basados en estradiol y progesterona.

Además, López, et al.,(2011) utilizaron GnRH en el momento de la IATF en vacas Braford que no presentan celo a las 48 h de retirado el dispositivo y mejoraron la tasa de preñez del protocolo.

Los resultado de Campos, Oliveira, & Santos (2016) en un trabajo realizado en vacas Nelore donde los animales que fueron sincronizados con un protocolo tradicional con ECP como inductor de ovulación y que recibieron GnRH en el día de la IATF tuvieron una tasa de concepción del 48,3%, y aquellas que recibieron un tratamiento tradicional sin GnRH a la IATF 36,9%.

## 6.5. Porcentaje de preñez de acuerdo a la condición corporal con la adición de GnRH.

Gráfico 5 Porcentaje de preñez de acuerdo a la C.C.



Fuente: Elaboración propia

En la gráfica 5 podemos observar que existe mayor porcentaje de preñez en vacas que tienen una condición corporal (C.C) de 2,5 con un 31%, mientras que las vacas con C.C de 3 tienen 26% de vacas preñadas y ninguna vaca preñada con C.C de 3,5.

Según Diéguez & Escobar (2012) hubo un aumento ( $P=0.0005$ ) en el PPS cuando la CC aumentó de 2.00 a 2.25 y de 2.25 a 2.5 ( $P=0.0015$ ). En el grupo con CC 2.00 no se preñó ninguna vaca, lo que coincide con los resultados de Miño (2008) quien tampoco obtuvo preñeces en el grupo con CC 2.00. Los mejores resultados se encontraron en las vacas con CC 2.50 y 2.75 que fueron similares entre sí ( $P=0.7469$ ).

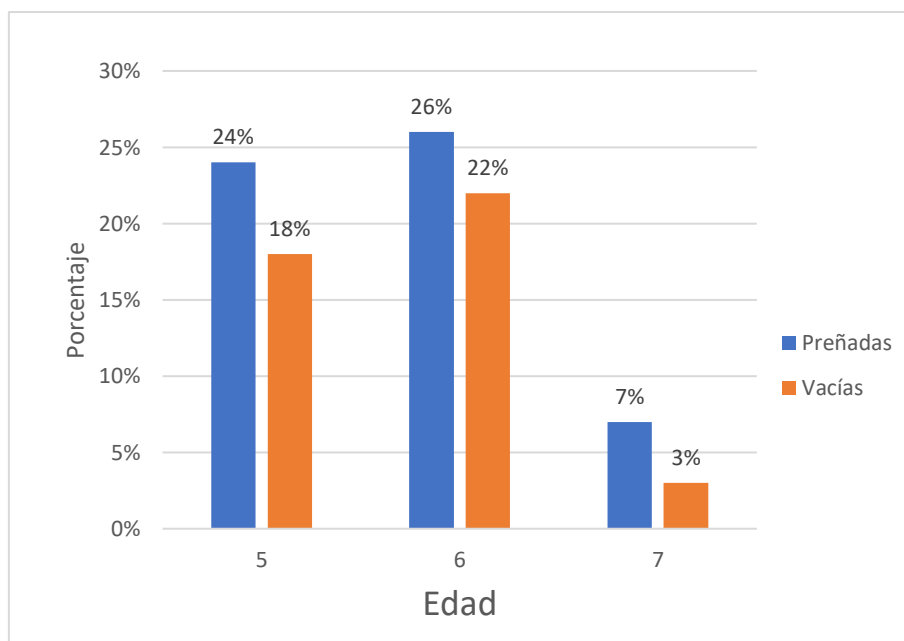
En los resultados de Palma, Garbay, & Nina (2022) dentro del porcentaje de preñez con relación a la condición corporal, se obtuvo un 46,2% de preñez en el grupo de vacas de condición corporal 3, seguido del grupo de vacas de condición corporal 2.5 con un 30,8% y por último el grupo de las vacas de condición corporal 3.5 con un 23,1%.

Bavera (2004), afirma que los animales con condición corporal muy altos no están aptos para la reproducción, ya que el tejido graso excedente en el organismo se acumula a nivel de la zona abdominal y ovarios mismos que dificultan el proceso ovulatorio. Datos que coinciden con el presente trabajo de investigación por lo que atribuimos que las vacas con CC 3,5 no son aptos para la reproducción debido a la grasa excedente en abdomen y ovarios ya que esto dificultaría el ciclo reproductivo normal de las vacas.

Cabrera, et al. (2022) Los bovinos con buena condición corporal  $>3$  expresan una mejor tasa de concepción general y a la primera inseminación que los animales con baja condición corporal ( $<3$ ). El grado del score de condición corporal impacta significativamente en la tasa de concepción general y de concepción a la primera inseminación en las vacas múltiparas, mas no así en las vacas primíparas. Las vacas con mayor condición corporal ( $>3$ ) inseminadas en periodos de confort térmico tienen una superior tasa de concepción general y a la primera inseminación.

#### 6.6. Porcentaje de preñez de acuerdo a la edad con la adición de GnRH.

Gráfico 6 Porcentaje de preñez de acuerdo a la edad



Fuente: Elaboración propia

En la gráfica 6 se aprecia un mayor porcentaje de preñez en vacas de 5 y 6 años con un 26%, y 24%, de manera que no existe una diferencia significativa, mientras que las vacas de 7 años obtuvieron un porcentaje muy bajo de preñez con un 7% por lo cual se las considera vacas viejas.

Según Palma, Garbay, & Nina (2022) en el caso del porcentaje de la preñez con relación a la edad, muestran que en el grupo de vacas de 2 años hubo un 38,5% de preñez, seguido por el grupo de vacas de 4 años que presentó un 34,6% y por último el grupo de las vacas de 3 años que presentó un 26,9%, no habiendo relación entre preñez y edad ( $P > 0,05$ ).

Galina & Valencia (2008), afirman que las hembras primerizas tienen un periodo de anestro post parto más largos que las hembras con varios partos. En las vacas de primer parto se ha observado una mayor incidencia de anestro al compararlas con vacas adultas, esto obedece a que las vacas jóvenes son más afectadas por los cambios metabólicos que impone la lactancia. Realizando una comparación se puede observar que los datos obtenidos en la investigación son similares, por lo tanto, atribuimos que vacas de primer parto (3 años) en comparación con vacas multíparas y las de cero partos tengan los porcentajes más bajos, mismo que podrían estar asociados al cambio metabólico ocasionado por la lactancia.

(Zambrana, 2020) Afirma que las vacas con edad de 24 a 26 meses presentan una mejor onda folicular y por lo tanto existe mayor porcentaje de preñez, datos que coinciden con el presente trabajo de investigación. De esta manera se atribuye a una mejor onda folicular el resultado de porcentaje de preñez más alto obtenido en las vacas de 2 años en relación a las de 3 y 4.

## 7. CONCLUSIONES.

Evaluando la adición de 2,5 ml de acetato de Buserelina en la estancia “Chevejecure” se obtuvo solo el 48% (24/50) de vacas preñadas y 52% (26/50) de hembras vacías.

Mientras que en la estancia Curiraba se obtuvo un porcentaje más alto de preñez siendo este de 66% (33/50) de vacas preñadas y solo 34% (17/50) de hembras vacías aplicando 2,5 ml de Gonadorelina.

El presente trabajo de investigación obtuvo un porcentaje de preñez en una comparación de ambos tratamientos del 66% (33/50) con Gonadorelina y 48% (24/50) con Buserelina al realizar la prueba estadística de Chi cuadrado, se determinó que no existe significancia estadística, ya que  $p = 0,069$  y es  $> a 0,05$ .

Al realizar la prueba Chi cuadrado en el punto 6.3 se puede observar que no existe significancia estadística, pero en la misma grafica se puede ver que Gonadorelina tiene mucha más eficacia en la preñez comparándola con la Buserelina.

Con el uso de GnRH se obtuvo un mayor porcentaje de preñez, tomando en cuenta las 50 vacas respectivas de cada estancia, siendo en total 100 vacas se logró el 57% de vacas preñadas y 43% de hembras vacías.

Se determinó que el porcentaje de preñez de acuerdo a la C.C. es más evidenciado en vacas que presentan una C.C. de 2,5 con un 31% de preñez, en cambio las vacas de C.C. 3,5 no se pudo diagnosticar ninguna preñez.

Respecto a la edad y el porcentaje de preñez se determinó que hubo una semejanza en los porcentajes de preñez de las vacas con edades de 5 y 6 años, habiendo 26% y 24% de preñez respectivamente, en cambio las vacas de 7 años solo presentaron 7% de preñez, teniendo un resultado bueno considerando que son vacas viejas.

## **8. RECOMENDACIONES.**

Se recomienda que para futuros trabajos de sincronización de celo en programas de IATF se aplique GnRH al momento de la inseminación, ya que aumenta el porcentaje de preñez.

Realizar investigaciones con la aplicación de GnRH horas antes de la inseminación para saber si tiene el mismo rendimiento en cuanto al porcentaje de preñez.

Se recomienda para futuros trabajos usar vacas de C.C. 2,5 ya que tienen una mejor respuesta de preñez.

Realizar estudios con mayor número de vacas para determinar si existe significancia en la investigación.

Se recomienda transmitir los resultados obtenidos a estudiantes, profesionales y trabajadores en ganadería para enriquecer los resultados de sus futuros trabajos reproductivos.

## 9. BIBLIOGRAFIA.

- Agromeat. (abril de 2015). *Revista Veterinaria Argentina*. Obtenido de Revista Veterinaria Argentina: <https://www.veterinariargentina.com/revista/2015/04/inseminacion-artificial-a-tiempo-fijo-en-bovinos>
- ARBiotech. (22 de octubre de 2021). *Animal Reproduction Biotechnology*. Obtenido de Animal Reproduction Biotechnology: <https://tienda.arbiotech.com.mx/productos/tecnicas/manejo-hormonal/hormonales-bovinos/fertiplex-gonadorelina/>
- Ayala, D., & Castillo, O. (2010). *Efecto de la aplicación de GnRH al momento*. Zamorano.
- Bavera, G. (2004). *Producción bovina de carne, FAV UNRC*. Bueno Aires - Argentina.
- Becaluba, F. (2006). *Métodos de sincronización de celos en bovinos*.
- Biogénesis-Bagó. (2016). *Efecto de dos dosificaciones de GnRH administradas a la IATF sobre el porcentaje de preñez en vacas tratadas con un dispositivo intravaginal con progesterona*.
- Bo, G., & Cutaia, L. (1998). *Estado del arte en IATF: Factores que afectan sus resultados*. Córdoba.
- Bo, G., Cutaía, L., & Tribulo, R. (2002). *Tratamientos hormonales para inseminación artificial a tiempo fijo en bovinos para carne: algunas experiencias realizadas en Argentina*.
- Bó, G., De laMatta, J., Baruselli, P., & Menchaca, A. (2016). *Alternative programs for synchronizing and re-synchronizing ovulation in beef cattle*.
- Butler, H. (2023). *Importancia de la manifestación del celo antes y durante de la IATF en diferentes categorías animal sobre la tasa de preñez*. Bueno Aires.
- Cabrera, A., Ruiz, L., Villareal, L., Chagray, N., Delgado, A., & Sandoval, R. (2022). *Tasa de concepción y condición corporal al momento de la*. Lima - Perú.
- Campos, C., Oliveira, M., & Santos, R. (2016). *Gonadorelin at the outset and/ or end for an ovulation synchronization progesterone estradiol benzoate-based protocol in Nellore females*. Londrina.
- CamposdeBolivia. (2011). *Campos de Bolivia*. Obtenido de Campos de Bolivia: <https://www.camposdebolivia.com/ganaderia-en-bolivia/>



- Carmona, G. (2008). *Hormona Liberadora de GnRH*.
- Castañon, W. (2022). *Evaluacion del protocolo de resincronización de celo con dispositivos intra vaginales nuevos y de segundo uso, sobre el porcentaje de preñezde vacas lecheras inseminadas a tiempo fijo*. Beni.
- Chávez, L. (2014). *Uso de la buserelina y el cloprostenol para la sincronización de celo* .
- CICO-BENI. (Octubre de 2012). *Plan de Desarrollo Municipal de San Ignacio*. Obtenido de Plan de Desarrollo Municipal de San Ignacio: <https://es.slideshare.net>
- CIDDEBENI, T. (2016). *Diagnostico Municipal Consolidado de San Ignacio de Moxos*.
- cimavet.aemps.es. (s.f.). *Agencia española de medicamentos y productos sanitarios* . Obtenido de Agencia española de medicamentos y productos sanitarios : [hhttps://cimavet.aemps.es/cimavet/pdfs/es/ft/1384+ESP/FT\\_1384+ESP.pdf](https://cimavet.aemps.es/cimavet/pdfs/es/ft/1384+ESP/FT_1384+ESP.pdf)
- Córdova, L. (1993). *Reproducción aplicada en el ganado bovino lechero*. México: Trillas.
- Dávila, W. (2016). *Informe final de pasantia en Biotecnología Reproductiva*. Pamplona.
- Diégue, A., & Escobar, R. (2012). *Efecto de la condición corporal sobre el porcentaje de preñez en vacas sincronizadas con dispositivos intravaginales DIV-B®*.
- Faulkner, L., & Pineda, M. (1978). *Biología del sexo. Reproducción en el macho*. México.
- Galina, C., & Valencia, J. (2008). *Reproducción de los animales domesticos* . México : Limusa.
- Garcia de la Peña, J. (27 de 11 de 2012). *Visión fisiológica de la reproducción bovina. Artículo*. Mexico.
- Hafez, E. (2000). *Reprodcucción e inseminación artificial*. Mexico.
- Heuwieser, W., Tenhagen, B., Tischer, M., Lühr, J., & Blum, H. (2000). *Efecto de tres programas para el tratamiento de la endometritis en el desempeño reproductivo de un hato lechero*.
- Huanca, W. (2001). *Inseminación artificial a tiempo fijo en vacas lecheras* . Lima .
- INTAGRI, I. p. (2020). *Inseminación artificial en bovinos*. México.
- López, P., Scándolo, D., Vanxetti, L., Cuatrín, A., & Maciel, M. (2011). *Efecto de la aplicacion de Lecirelina en la fertilidad de vaquillonas Braford que no manifiestan celo previo IATF*. Córdoba.

- Lozano Dominguez, R., Pelayo, A., Gonzáles, P., & Vásquez, P. (1987). *Estacionalidad reproductiva de vacas Bos indicus en el trópico mexicano*.
- Marquez, C. (2018). *Gobierno Autonimo Municipal de San Borja*. Beni.
- Miltbank, M. (s.f.). *Mejora de la eficacia reproductora del ganado bovino lechero de alta producción*. Wisconsin-Madison.
- Montesi, A., Miragaya, M., & Losinno, L. (2020). *Evaluación de dosis de Buserelina como indicador de ovulación en yeguas*. Buenos Aires.
- Morgan, W., & Lean, I. (1993). *Tratamiento con hormona liberadora de gonadotropina en bovino: un metanálisis de los efectos sobre la concepción en el momento de la inseminación*. Revista veterinaria australiana.
- Nebel, R., & DeJarnette, M. (2011). *Anatomía y fisiología de la reproducción bovina*. Select Siries INC.
- Palma, C., Garbay, J., & Nina, D. (2022). *Efecto de un protocolo de sincronización de celo e IATF, sobre el porcentaje de preñez en vacas mestizas Cebú de carne en la estancia Etaca, Ixiamas-La Paz*. La Paz-Bolivia: Apthapi.
- Raso, M. (2012). *Inseminación Artificial a Tiempo Fijo*.
- Rivera, L. (2003). *Evaluación de dos Progestagneos y Luprostiol en la sincronización de celo en vacas*. Prov. Obispo Santiesteban.
- Rodriguez, W. (2017). *Timed artificial insemination plus heat II: gonadorelin injection in cows with low estrus expression scores increased pregnancy in progesterone/estradiol-based protocol*.
- Romero, R. (2018). *Efecto de la aplicación de Gonadorelina al momento de la Inseminación sobre las tasas de Preñez en Vacas Cruza Cebú con Cría*.
- Sá Filho, M., Santos, J., & Ferreira, R. (2011). *Importance of estrus on pregnancy per insemination in suckled Bos indicus cows submitted to estradiol/progesterone-based timed insemination protocols*.
- Seravalli, G., Morales, J., & Rojas, O. (1993). *Sistema de evaluación para condición corporal en bovinos de carne de pastoreo tropical y sus implicaciones con la fertilidad*. Costa Rica: Ministerio de Agricultura y Ganaderia .
- Ullah, G. (1996). *Efecto de la hormona liberadora de gonadotropina en el estro sobre la función luteínica posterior y la fertilidad en vacas Holstein lactantes durante el estrés por calor* (Vol. 79). Revista de ciencia láctea.

- Valks, M. (1999). *Factores que influyen en los resultados de la aplicación de GnRH en el día de inseminación*. Asociación Colombiana de médicos veterinarios y zootecnistas .
- Vejarano, I. (2003). *Evaluación de los datos Reproductivos y Productivos de los hatos Brahman y Criollo Yucumëñ en la Estancia Espiritu*. Beni, Bolivia.
- Vogel, O. (2014). *Algunos factores que afectan el índice de preñez de un rodeo de cría*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).
- Weizur. (10 de junio de 2022). *Weizur: Butrofina*. Obtenido de Weizur: Butrofina:  
<https://www.weizur.com/producto/butrofina/>
- Zambrana, L. (2020). *Evaluación de porcentaje de preñez mediante la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) en vacas de primer parto (mestizas nelore) en la localidad de Ixiamas, La Paz-Bolivia*. La Paz .

# ANEXOS

Anexo 1 Base de datos estancia Chevejecure

CHEVEJECURE			
GnRH	Preñez	C/C	EDAD
Buserelina	P	2,5	5
Buserelina	V	3	6
Buserelina	V	3	5
Buserelina	V	2,5	6
Buserelina	P	2,5	5
Buserelina	P	3	6
Buserelina	V	3	6
Buserelina	P	3	5
Buserelina	V	2,5	5
Buserelina	P	3	5
Buserelina	P	3	5
Buserelina	V	2,5	6
Buserelina	V	3	5
Buserelina	P	2,5	6
Buserelina	V	2,5	6
Buserelina	V	2,5	5
Buserelina	V	3	5
Buserelina	V	2,5	5
Buserelina	V	3	6
Buserelina	V	3	6
Buserelina	V	3	5
Buserelina	V	2,5	5
Buserelina	P	2,5	6
Buserelina	P	3	6
Buserelina	V	3,5	6
Buserelina	V	2,5	6
Buserelina	P	2,5	5
Buserelina	P	2,5	5
Buserelina	P	3	5
Buserelina	V	3	6
Buserelina	V	2,5	5
Buserelina	P	3	6
Buserelina	P	2,5	5
Buserelina	P	3	6
Buserelina	P	2,5	5
Buserelina	V	2,5	5
Buserelina	P	3	5
Buserelina	P	3	5
Buserelina	P	2,5	6
Buserelina	P	3	6
Buserelina	P	3	5
Buserelina	V	3	6
Buserelina	V	3	6
Buserelina	V	2,5	5
Buserelina	P	3	5
Buserelina	V	2,5	6
Buserelina	P	2,5	6
Buserelina	P	3	6
Buserelina	V	2,5	5
Buserelina	V	3	5

Anexo 2 Base de datos estancia Curiraba

CURIRABA			
GnRH	Preñez	C/C	EDAD
Gonadorelina	P	2,5	6
Gonadorelina	P	3	6
Gonadorelina	P	3	6
Gonadorelina	P	2,5	7
Gonadorelina	P	3	5
Gonadorelina	P	3	5
Gonadorelina	V	2,5	7
Gonadorelina	P	2,5	6
Gonadorelina	V	2.5	6
Gonadorelina	P	2,5	7
Gonadorelina	P	3	5
Gonadorelina	P	2,5	7
Gonadorelina	P	2.5	5
Gonadorelina	P	2,5	5
Gonadorelina	V	3	6
Gonadorelina	P	2,5	7
Gonadorelina	V	2,5	6
Gonadorelina	P	3	6
Gonadorelina	V	2.5	6
Gonadorelina	P	2,5	5
Gonadorelina	P	3	7
Gonadorelina	P	2,5	6
Gonadorelina	P	2,5	5
Gonadorelina	V	2,5	5
Gonadorelina	V	3	6
Gonadorelina	V	3	6
Gonadorelina	P	2,5	6
Gonadorelina	P	3	6
Gonadorelina	P	2,5	7
Gonadorelina	V	3	5
Gonadorelina	V	3	5
Gonadorelina	V	2,5	7
Gonadorelina	P	2,5	6
Gonadorelina	P	2,5	6
Gonadorelina	P	3	5
Gonadorelina	V	3	5
Gonadorelina	V	2,5	6
Gonadorelina	P	3	7
Gonadorelina	P	2,5	6
Gonadorelina	P	2,5	6
Gonadorelina	P	2,5	5
Gonadorelina	V	3	5
Gonadorelina	V	2,5	7
Gonadorelina	V	3	6
Gonadorelina	P	2,5	6
Gonadorelina	P	3	6
Gonadorelina	P	3	6
Gonadorelina	P	2,5	5
Gonadorelina	P	2,5	6
Gonadorelina	V	3	6

*Anexo 3 Dispositivos intravaginales*



*Anexo 4 Aplicadores intravaginales desinfectados en hipoclorito de sodio al 2%*



*Anexo 5 Preparación de dispositivos intravaginales*



*Anexo 6 2mg de Benzoato de Estradiol*





*Anexo 7 Preparación de la pajueta para la inseminación*



*Anexo 8 Material de Inseminación Artificial*



*Anexo 9 Diagnostico de preñez día 43 post IATF*



*Anexo 10 Diagnostico de preñez por ultrasonografía*





*Anexo 11 Aplicación de GnRH*

