

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



**TESIS DE GRADO**

**EVALUACIÓN DE LA ADMINISTRACIÓN DE PROGESTERONA  
PARENTERAL COMO PRE – SINCRONIZADOR EN HEMBRAS BOVINAS  
LECHERAS INSEMINADAS A TIEMPO FIJO EN LA ESTANCIA  
CHEVEJECURE - SAN IGNACIO, BENI**

**PRESENTADO POR:**

**ANDREA LORENA MENDEZ QUISPE**

**LA PAZ - BOLIVIA**

**2024**

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

**EVALUACIÓN DE LA ADMINISTRACIÓN DE PROGESTERONA PARENTERAL  
COMO PRE – SINCRONIZADOR EN HEMBRAS BOVINAS LECHERAS  
INSEMINADAS A TIEMPO FIJO EN LA ESTANCIA CHEVEJECURE - SAN  
IGNACIO, BENI**

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

**ANDREA LORENA MENDEZ QUISPE**

**ASESORES:**

Mvz. Esp. Rodrigo Juan Aliaga Álvarez .....

Ing. M. Sc. Marcela Daniela Mollericona Alfaro .....

**TRIBUNAL EXAMINADOR:**

Ing. M. Sc. Rubén Tallacagua Terrazas .....

Ing. Eloy Hernán Huacani Rivera .....

Mvz. Renán Milton López Lutino .....

**Presidente de Tribunal Examinador** .....

**LA PAZ – BOLIVIA**  
**2024**

## **DEDICATORIA**

**A Dios por darme la fuerza y oportunidad de superarme en esta vida y obtener este logro para culminar esta etapa de mi carrera profesional.**

**A mi madre Lourdes Quispe quien fue mi mayor apoyo durante todo este tiempo, sin ella no hubiera logrado muchas cosas. También dedico este trabajo a mis mascotas, mis cuatro gatitos Negro, Algodón, Tom y Saymon, por ultimo a mis ocho perritos Sanson, Hachi, Shaini, Chapi, Neptuno, Leia, Luna y a mi mayor tesoro Papucho mi ángel perruno, ellos fueron mi pilar fundamental y mayor inspiración para llegar a esta etapa final.**

## AGRADECIMIENTOS

A Dios por permitirme lograr este paso importante en mi vida dándome la fuerza y esperanza para continuar con grandes cosas a futuro de mi profesión.

A la Universidad Mayor de San Andrés y Facultad de Agronomía que dentro de esta gran facultad se encuentra a mi hermosa Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia gracias por haber contribuido en mi formación profesional.

A mis padres Lourdes Quispe y José Mendez por el apoyo y cariño dado. Un agradecimiento especial a mi madre que siempre estuvo apoyándome y dándome fuerzas para continuar con todo lo que me propuse, gracias mamá por darme todo en esta vida, ser una mujer fuerte y gran ejemplo para mí Te Amo Mucho.

A mi tutor y asesor principal de tesis M. V. Z. Esp. Rodrigo Juan Aliaga Álvarez, por aportarme todo su conocimiento en ganado bovino y brindarme este trabajo de investigación, gracias doctor por la confianza, apoyo y paciencia que me tuvo durante este proceso, resalto mucho el gran profesional y docente que llega a ser, gracias por lograr que la ganadería sea mi pasión y motivación día a día.

Agradezco a mi asesora de tesis Ing. M. Sc. Marcela Daniela Mollericona Alfaro, por el gran aporte académico que me brindo para elaborar mi trabajo de investigación, dándome su tiempo y paciencia, muchas gracias Inge por la amistad y consejos dados así logre concluir con mi trabajo de investigación.

A Manfredo Suárez Ruiz, dueño de la “Estancia Chevejecure”, por brindarme las condiciones físicas y poner a mi disposición el ganado para realizar este trabajo de investigación.

A mi compañero fiel Alejandro Villaverde quien me apoyo desde el inicio de mi carrera, siempre estuvo para mí en cada momento, alentándome a seguir a pesar de los malos tiempos que pase, muchas gracias por todo el amor y paciencia.

A mi gato Negrito y mi perrita Shaini que me acompañaron y brindaron su calorcito en todas mis desveladas estudiando o realizando trabajos de la universidad, son todo para mí.

A mi tribunal examinador Ing. M. Sc. Rubén Tallacagua Terrazas, Ing. Eloy Hernán Huacani Rivera y al Mvz. Renán Milton López Lutino por sus correcciones y colaboración en la parte de revisión del trabajo de investigación.

# ÍNDICE DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN .....	3
1.1. Antecedentes .....	5
1.2. Planteamiento del Problema .....	6
1.3. Justificación .....	7
2. OBJETIVOS.....	8
2.1. Objetivo General .....	8
2.2. Objetivo Especifico.....	8
2.3. Hipótesis .....	8
3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	9
3.1. Aparato Reproductor de la Hembra Bovina.....	9
3.1.1. Ovarios .....	9
3.1.2. Oviductos .....	10
3.1.3. Útero .....	10
3.1.4. Vagina .....	11
3.1.5. Vulva .....	11
3.2. Ciclo Estral en Bovinos .....	11
3.2.1. Pubertad.....	13
3.2.1.1. Factores que Influyen en el inicio de la Pubertad.....	14
3.2.1.1.1. Edad y Peso.....	14
3.2.2. Fases del Ciclo Estral .....	14
3.2.2.1. Proestro .....	15
3.2.2.2. Estro .....	16
3.2.2.3. Metaestro.....	16
3.2.2.4. Diestro.....	17

3.2.3. Dinámica folicular .....	18
3.2.3.1. Reclutamiento.....	19
3.2.3.2. Selección.....	19
3.2.3.3. Dominancia.....	20
3.2.3.4. Atresia Folicular.....	20
3.2.4. Ovulación .....	20
3.2.4.1. Mecanismos de Ovulación.....	21
3.2.4.1.1. Prostaglandinas.....	22
3.2.4.1.2. Mecanismos neuromusculares.....	22
3.2.5. Cuerpo lúteo .....	22
3.3. Sincronización de Estros .....	23
3.3.1. Importancia de la Sincronización del Estro en la Ganadería .....	23
3.3.2. Factores que Influyen en la Sincronización del Celo.....	24
3.4. Protocolos de Inseminación a tiempo fijo (IATF) .....	24
3.5. Protocolos de IATF con Progesterona y Estradiol.....	25
3.6. Progesterona .....	26
3.6.1. Dispositivos Intravaginales Bovinos (DIB) y su Mecanismo de Acción.....	26
3.6.2. Sincrogest Progesterona Inyectable .....	28
3.7. Condición Corporal .....	28
4. MATERIALES Y MÉTODOS .....	30
4.1. Localización.....	30
4.1.1. Área de Investigación .....	30
4.2. Ubicación Geográfica.....	31
4.2.1. Longitud y Latitud .....	31
4.3. Características Ecológicas.....	31

4.3.1.	Clima .....	31
4.3.2.	Humedad.....	31
4.3.3.	Precipitación.....	31
4.3.4.	Flora .....	32
4.3.5.	Fauna .....	32
4.4.	Materiales.....	32
4.4.1.	Campo.....	32
4.4.2.	Biológico.....	33
4.4.3.	Insumos.....	33
4.5.	Metodología.....	34
4.5.1.	Selección de Animales .....	34
4.5.2.	Procedimiento Experimental.....	34
4.5.3.	Inicio del protocolo de sincronización de celo .....	34
4.5.4.	Preñez Acumulada en Vacas y Vaquillas.....	35
4.5.5.	Variables de estudio .....	36
4.5.5.1.	Condición Corporal.....	36
4.5.5.2.	Edad.....	36
4.5.6.	Variables de Respuesta.....	36
4.5.6.1.	Porcentaje de Preñez.....	36
4.5.6.2.	Preñez Acumulada.....	37
4.5.7.	Análisis Estadístico.....	37
4.5.8.	Análisis de Costos .....	37
5.	RESULTADOS Y DISCUSIONES .....	38
5.1.	Porcentaje de Preñez en Vacas tratadas con P4 .....	38
5.1.1.	Porcentaje de Preñez en relación a la variable Condición Corporal en la estancia Chevejecure .....	40

5.1.2. Porcentaje de Preñez en relación a la variable Edad en la estancia Chevejecure.....	42
5.2. Porcentaje de Preñez en Vaquillas Tratadas con P4. ....	44
5.2.1. Porcentaje de Preñez en relación a la variable Condición Corporal en Vaquillas.....	45
5.2.2. Porcentaje de Preñez en relación a la variable Edad en Vaquillas .....	47
5.3. Comparación del Porcentaje de Preñez en relación Vacas y Vaquillas de la Estancia Chevejecure.....	48
5.4. Preñez Acumulada .....	49
5.5. Análisis de Costos .....	50
6. CONCLUSIONES .....	53
7. RECOMENDACIONES .....	54
8. BIBLIOGRAFÍA .....	55



## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Etapas del Ciclo Estral Bovino .....	15
<b>Tabla 2.</b> Prueba de Chi Cuadrado para las variables de Condición Corporal y Preñez en Vacas tratadas con P4 en la Estancia de Chevejecure. ....	41
<b>Tabla 3.</b> Prueba de Chi Cuadrado para las variables de Edad y Preñez en Vacas en la Estancia de Chevejecure. ....	43
<b>Tabla 4.</b> Prueba de Chi Cuadrado para las variables de Condición Corporal y Preñez en Vaquillas de la Estancia Chevejecure. ....	46
<b>Tabla 5.</b> Prueba de Chi Cuadrado para las variables de Edad y Preñez en Vaquillas de la Estancia Chevejecure. ....	48
<b>Tabla 6.</b> Costo Protocolo Original .....	50
<b>Tabla 7.</b> Costo Protocolo de Pre- Sincronización con Progesterona Inyectable .....	51
<b>Tabla 8.</b> Comparación de Costos.....	51

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Fases del Ciclo Estral.....	12
<b>Figura 2.</b> Cambios ováricos, uterinos y hormonales durante el ciclo estral de la vaca..	18
<b>Figura 3.</b> Grados de condición corporal.....	29
<b>Figura 4.</b> Ubicación Geográfica Bolivia.....	30
<b>Figura 5.</b> Ubicación Geográfica de las Estancias Chevejecure con relación a San Ignacio de Moxos.....	30
<b>Figura 6.</b> Material de Campo.....	33
<b>Figura 7.</b> Hormona Sincrogest® Inyectable.....	34
<b>Figura 8.</b> Protocolo de Sincronización.....	35
<b>Figura 9.</b> Porcentaje de Preñez en Vacas Seleccionadas de la Estancia Chevejecure.	38
<b>Figura 10.</b> Porcentaje de Preñez en Vacas con relación a la Condición Corporal .....	40
<b>Figura 11.</b> Porcentaje de preñez en Vacas con relación a la Edad en la Estancia de Chevejecure.....	42
<b>Figura 12.</b> Porcentaje de Preñez en Vaquillas Seleccionadas.....	44
<b>Figura 13.</b> Porcentaje de preñez en Vaquillas con relación a la Condición Corporal. ...	45
<b>Figura 14.</b> Porcentaje de preñez con relación a la Edad en Vaquillas Seleccionadas. .	47
<b>Figura 15.</b> Porcentaje Total de Preñez en Vacas y Vaquillas. ....	48
<b>Figura 16.</b> Preñez Acumulada de Hembras Lecheras Tratadas con P4 como pre sincronizador.....	49

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Selección de Hembras Lecheras .....	56
<b>Anexo 2.</b> Vacas Paridas Seleccionadas .....	56
<b>Anexo 3.</b> Carga de la Hormona Progesterona de larga acción Sincrogest. ....	56
<b>Anexo 4.</b> Preparación de Pajuelas para IATF.....	56
<b>Anexo 5.</b> Materiales de IATF. ....	56
<b>Anexo 6.</b> Materiales utilizados para la Ecografía .....	56
<b>Anexo 7.</b> Vaca en celo presentando secreción cristalina.....	56
<b>Anexo 8.</b> Termo Criogénico.....	56
<b>Anexo 9.</b> IATF .....	56
<b>Anexo 10.</b> Vaca presentando celo después de ser sincronizada.....	56
<b>Anexo 11.</b> Planilla de IATF y Ultrasonido en Vacas Seleccionadas.....	56
<b>Anexo 12.</b> Planilla de IATF y Ultrasonido en Vaquillas Seleccionadas .....	56
<b>Anexo 13.</b> Tabla de Contingencia de la Variable condición corporal con relación a Porcentaje de Preñez en Vaquillas .....	56
<b>Anexo 14.</b> Tabla de Contingencia de la Variable edad con relación a Porcentaje de Preñez en Vaquillas .....	56
<b>Anexo 15.</b> Tabla de Contingencia de la Variable condición corporal con relación a Porcentaje de Preñez en Vacas.....	56
<b>Anexo 16.</b> Tabla de Contingencia de la Variable edad con relación a Porcentaje de Preñez en Vacas.....	56

## RESUMEN

Esta investigación se llevó a cabo en el establecimiento lechero “Chevejecure”, ubicado en el Municipio de San Ignacio de Moxos. El objetivo principal fue evaluar la administración de progesterona (P4) parenteral como pre sincronizador en hembras bovinas lecheras inseminadas a tiempo fijo, donde se administró progesterona por vía parenteral (IM) cinco días antes de empezar el protocolo de sincronización. Se trabajó con 48 hembras lecheras donde se las dividió en dos grupos de 21 vacas y 27 vaquillas. Se tomaron como variables de estudio la condición corporal que fue de 2,5 – 4 y la edad que tuvo un rango de 3 – 8 años, además se realizó una comparación del costo beneficio con el protocolo de pre sincronización con el uso de la progesterona y sin la progesterona inyectable sincrogest, en el cual se observó tanto costos por animal como los costos totales de las hembras lecheras evaluadas. Los resultados obtenidos fueron: Porcentaje de preñez en vacas con relación a la variable C.C. de 2,5 donde se obtuvo 29%; C.C. de 3 un 14%; C.C. 3,5 sin preñez y finalmente C.C. 4 un 5%, el análisis estadístico indicó que existe significancia ya que  $p = <0,05$  a  $p = 0,0030$ , en el caso de las vaquillas con C.C. de 2,5 preñaron un 19%; C.C. de 3,5 un 4% y finalmente con C.C. de 3 se obtuvo mayor preñez con un 41%, el análisis estadístico determinó que no llega a ser significativo ya que  $p = 0,45$  es  $>0,05$  indicando que no existe relación en el porcentaje de preñez con respecto a la condición corporal. Por otro lado con la variable edad los resultados en vacas de 3 años fue un 5% de preñez; en el caso de 4 años 24%; con 5 años 14%; con la edad de 6 y 7 no se obtuvo preñez y finalmente con la edad de 8 años se preñó un 5%, el análisis estadístico determinó que no existe relación con la preñez ya que  $p = 0,40$  y es  $p = >0,05$ . Con las Vaquillas se obtuvo un 63% de preñez con la edad de 3 años el análisis estadístico determinó  $p = 0,17$  que es  $>0,05$  dando a entender que no existe relación entre el porcentaje de preñez con la edad. Realizando la comparación del grupo de vacas y de vaquillas se vio que las vaquillas obtuvieron una elevada tasa de preñez obteniendo el 63% mientras que en el grupo de vacas solo preñó un 48% teniendo así un 15% de diferencia a las vaquillas.

**Palabras Clave:** Progesterona Inyectable, Pre Sincronización, Porcentaje de Preñez.

## **SUMMARY**

This research was carried out in the dairy farm “Chevejecure”, located in the Municipality of San Ignacio de Moxos. The main objective was to evaluate the administration of parenteral progesterone (P4) as a pre-synchronizer in dairy cattle females inseminated at fixed time, where progesterone was administered parenterally (IM) five days before starting the synchronization protocol. Forty-eight dairy cows were divided into two groups of 21 cows and 27 heifers. The variables taken as study variables were body condition (2.5 - 4) and age (3 - 8 years). In addition, a cost-benefit comparison was made with the pre-synchronization protocol with the use of progesterone and without the injectable progesterone sincrogest, in which both costs per animal and the total costs of the dairy cows evaluated were observed. The results obtained were: Percentage of pregnancy in cows in relation to the variable C.C. of 2.5 where 29% was obtained; C.C. of 3 14%; C.C. 3.5 without pregnancy and finally C.C. 4 5%, the statistical analysis indicated that there is significance since  $p = <0.05$  to  $p= 0.0030$ , in the case of the heifers with C. C. of 2.5 pregnant 19%; C.C. of 3.5 4% and finally with C.C. of 3 the highest pregnancy was obtained with 41%, the statistical analysis determined that it is not significant since  $p= 0.45$  is  $>0.05$  indicating that there is no relationship in the percentage of pregnancy with respect to body condition. On the other hand, with the variable age, the results in cows of 3 years old was 5% of pregnancy; in the case of 4 years old 24%; with 5 years old 14%; with the age of 6 and 7 no pregnancy was obtained and finally with the age of 8 years old 5% were pregnant, the statistical analysis determined that there is no significance since  $p= 0.40$  and  $p= >0.05$ . With the heifers, 63% of pregnancies were obtained at the age of 3 years, the statistical analysis determined  $p = 0.17$ , which is  $>0.05$ , implying that there is no relationship between the percentage of pregnancy with age. Comparing the group of cows and heifers, it was seen that the heifers obtained a high pregnancy rate of 63% while the group of cows only got 48% pregnant, with a 15% difference between the heifers and the cows.

**Keywords:** Injectable Progesterone, Pre-Synchronization, Pregnancy Percentage.

## 1 Introducción

Se estimó que para el año 2023, se tuvo la crianza de más de 4,4 millones de ganado lechero, evidenciándose una tendencia de crecimiento del 2%, es decir, 70 mil cabezas más en comparación al 2022. La producción de leche llegó a presentar un crecimiento del 1,7%, con más de 10,5 millones de litros de leche con respecto al 2022 (Sistema Integrado de Información Productiva, 2023).

Se tiene como primer departamento de producción lechera al departamento de Santa Cruz que llega a concentrar al 43% del hato lechero, destacándose las provincias de Andrés Ibáñez, Carnés, Ichilo y Sara. Como segundo departamento tenemos al de Cochabamba con el 33% de participación en crianza de ganado lechero, caracterizándose las provincias de Esteban Arce, Quillacollo y Ayopaya ((Sistema Integrado de Información Productiva, 2023). Finalmente como tercer y cuarto lugar, se encuentra el departamento de La Paz y Chuquisaca con el 6% de participación; respectivamente. Los departamentos de Tarija y Beni participan con el 4%, respectivamente. Los restantes departamentos suman en total 4% (Sistema Integrado de Información Productiva, 2023).

Según datos del Instituto Nacional de Estadística y del Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras en el año 2021, la población bovina de Bolivia alcanzaba a 10.385,482 cabezas, de las cuales 10.385,482 3.389,856 eran machos y 7.099,107 hembras, de estas 2.197,593 se encuentran en el Beni y el 15% pertenece a razas lecheras que producen 4.422,991 litros de leche (INE, 2021)

La producción ganadera llega a depender de un factor muy importante que es la parte reproductiva. Una alta eficiencia reproductiva es requisito indispensable para el éxito económico tanto de la ganadería lechera como de la de carne, el proceso reproductivo está regulado por el sistema endocrino e influenciado fuertemente por las condiciones ambientales en que se desenvuelven los animales, dentro de la reproducción se ha implementado la biotecnología animal en las últimas décadas, obteniendo buenos resultados en la ganadería lechera como también la cárnica tal es el ejemplo que se tiene de los tratamientos de sincronización, técnicas de inseminación artificial a tiempo fijo y la transferencia de embriones (Gómez, 2016).

La sincronización de celo, llega a mejorar los índices de fertilidad dentro de la ganadería de doble propósito, pero existen factores que limitan la eficiencia de la sincronización, uno de los factores más resaltantes llega a ser la condición corporal esto debido a que en la ganadería extensiva la condición corporal en la mayoría de las hembras bovinas es deficiente, por la alimentación de los mismos, el cual llega a consistir en el pastoreo, en muchos casos es el pasto nativo y en la época de estiaje la cantidad de forraje disponible llega a ser mínimo, esto llega a repercutir directamente con la condición corporal de las hembras, haciendo un reto el poder encontrar un protocolo de sincronización de celo e inseminación artificial a tiempo fijo que pueda ajustarse a estas condiciones para que sea favorable con los resultados que un ganadero espera (Patterson & Corah, 1992).

Por otro lado los protocolos de sincronización se aplican comúnmente en bovinos para lograr la ovulación simultánea, lo que permite que los animales sean inseminados en un momento preestablecido, es decir, inseminación artificial (IA) programada. Se han desarrollado una variedad de protocolos para el manejo de la reproducción del ganado, especialmente en hatos grandes, utilizando diferentes combinaciones de tratamientos con progesterona (P4), prostaglandina F 2 $\alpha$  (PGF 2 $\alpha$ ) y hormona liberadora de gonadotropina (GnRH) para controlar el ciclo estral y la ovulación (Berg et al., 2020).

Por otro lado los autores Lonergan & Sánchez (2020) y Mackey et al. (2000) analizaron que algunos estudios han destacado la importancia de proporcionar altas concentraciones de progesterona antes de la inseminación artificial, principalmente en vacas acíclicas, una vez que la P4 tiene relación directa con la pulsatilidad de la LH, calidad ovocitaria y fertilidad del embrión.

Otro aspecto que llega a ser fundamental para la eficiencia reproductiva de un hato ganadero es la reducción de los días abiertos en vacas postparto, dado que el rendimiento de un hato ganadero depende del porcentaje de parición anual, ya que la eficiencia se mide con base en la cantidad de crías nacidas durante un año.

De acuerdo con Jerez (2020) menciona que los objetivos de los propietarios de los sistemas de producción bovina en el trópico, incluyen mejorar la eficiencia reproductiva, complementándola con terapias hormonales, orientadas a optimizar la sincronización de celos, para tratar de obtener tasas de preñez altas que le permitan aumentar los ingresos

económicos y con ello mejorar la rentabilidad del sistema así lo menciona el autor en su trabajo de investigación.

Lograr que las vacas se puedan quedar preñadas en el menor tiempo posible postparto, supone más producción de leche y menos desechos por problemas reproductivos y, para esto, es preciso conocer la fisiología del ciclo estral de la vaca y los mecanismos hormonales que lo regulan (Jerez, 2020).

## **1.1 Antecedentes**

La investigación realizada por (Rusiñol, 2011) evaluó el efecto de la adición de una progesterona inyectable en un protocolo de sincronización de celos en vaquillonas holando tuvo como objetivo medir el efecto de la adición de progesterona (P4) inyectable de efecto retardado (MAD-4) en un protocolo de sincronización de celos. Donde testeó sobre 101 vaquillonas Holanda de 22 meses de edad, las cuales se dividieron en dos grupos tratados con 2 mg de Benzoato de Estradiol (BE) al día 0, 0,15 mg de prostaglandina F2a (PG) (Cloprostenol) al día 7, 8 ~g de GnRH (acetato de Buserelina) al día 9, (todos por vía intramuscular), seguido de inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) 16 horas más tarde. El grupo que fue tratado (n=51) recibió una inyección subcutánea de 100 mg de MAD-4 junto con el BE mientras que el grupo control (n=50) no recibió P4. Se realizó detección de celos durante 7 días, comenzando en el día 2 del experimento, seguida de inseminación artificial (IA) y los animales que no presentaron celo fueron inseminados a tiempo fijo (IATF) al día 10.

El uso parenteral de progesterona puede tener alguna ventaja sobre los dispositivos vaginales, como evitar el trabajo de colocar y remover la fuente de progesterona y la posible contaminación por el uso de los dispositivos. Para lograr un beneficio práctico, este tratamiento debería tener un costo reducido y debería asegurar un alto nivel de progesterona durante por lo menos 5 días, mencionan los autores (Rusiñol et al. 2005)

La administración de progesterona en hembras posparto tiene como finalidad, inducir la ciclicidad, disminuir el número de días abiertos, reducir las fallas en la detección del estro, disminuir el intervalo entre partos y aumentar la eficiencia reproductiva (Rhodes et al., 2003).



Según Botelho & Narváez (2020) mencionan en su artículo que la pre-sincronización con P4 por tres días llega a mejorar la tasa de gestación de vacas de raza Nelore en periodo de anestro posparto.

De acuerdo con Ayres et al. (2013) y Herlihy et al. (2012) la pre-sincronización cuando es realizada en vacas anovulatorias induce a ciclicidad, a través del mejoramiento del desarrollo folicular, del aumento de P4 y mejoramiento de la fertilidad.

El aumento progresivo de la implementación de programas de Inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) en los últimos años, llega a brindar numerosas ventajas a la industria bovina de producción de carne y leche (Bó et al., 2005; Baruselli et al., 2015).

Bó et al. (2005); Baruselli et al. (2015) mencionan que la posibilidad de preñar muchos animales en un mismo día, incorporar alta calidad genética a un rodeo, reducir temporadas de servicios, o evitar la detección de celo, llega a provocar en el área reproductiva un desarrollo constante de variados tratamientos para la sincronización de celos y la ovulación así lo mencionan los autores.

## **1.2 Planteamiento del Problema**

El bajo porcentaje de preñez que existe en cada granja ganadera a nivel nacional e internacional llega a ser una pérdida económica para el ganadero, los cambios ambientales, hormonales y el manejo que se le da al hato lechero puede llegar a repercutir en su índice de fertilidad. Es por ello que este trabajo de investigación se realizó con el objetivo de evaluar la progesterona por vía parenteral como pre sincronizador en vacas lecheras inseminadas en tiempo fijo que fueron seleccionadas por edad y condición corporal en la estancia lechera de Chevejecure ubicada en San Ignacio - Beni.

Usar la progesterona inyectable de larga acción sirve para aumentar la rentabilidad del protocolo y que el animal tenga una mejor respuesta o para disminuir las pérdidas gestacionales tempranas, la aplicación puede ser antes de la inseminación y que la vaca tenga una mejor respuesta al protocolo de IATF o después del protocolo para hacer que la vaca disminuya el riesgo de pérdida gestacional temprana. Para el caso del protocolo pre sincronización se aplica un ml diez días antes de iniciar la IATF en las vacas paridas porque cuando se piensa en vacas después de parto se tiene una situación muy común que ocurre con todas las vacas que es el anestro posparto (Contexto Ganadero, 2022).

### 1.3 Justificación

Este trabajo de investigación busco dar solución a un número determinado de hembras bovinas lecheras con bajos porcentajes de preñez y problemas hormonales, evaluando la administración de progesterona parenteral como pre sincronizador ya que uno de los principales problemas que aqueja a las grandes explotaciones ganaderas es el índice de fertilidad, es por ello que los resultados de producción llegan a ser bajos, con el uso en la actualidad de tecnologías reproductivas como la inseminación artificial, transferencia de embriones y entre otros, se lograron subsanar de cierta manera dichos problemas.

La implementación de programas de sincronización de celo e inseminación artificial a tiempo fijo en la explotación ganadera extensiva se ve afectada por problemas hormonales y la condición corporal pobre del ganado lechero, este trabajo de investigación se lo realizo con el objetivo de elevar los porcentajes de preñez tomando en cuenta la selección de un número de animales con buena condición corporal junto a la edad para ver la diferencia entre vacas y vaquillas.

Es importante resaltar que la tasa de preñez tiene un impacto muy favorable y proporcional en el beneficio económico en un hato lechero. Si las hembras bovinas lecheras no logran parir un ternero por año, la producción ganadera deja de ser económicamente eficiente.

Es de conocimiento de todos que las vacas teniendo un periodo de gestación de 283 días deberían estar nuevamente preñadas a los 82 días de paridas ( $283 + 82 = 365$  días). Para que se pueda alcanzar ese objetivo, es importante que las vacas lecheras reinicien su actividad ovárica lo antes posible después del parto.

## **2 Objetivos**

### **2.1 Objetivo General**

- Evaluar la administración de progesterona Sincrogest por vía parenteral como pre-sincronizador en hembras bovinas lecheras inseminadas a tiempo fijo en la estancia Chevejecure

### **2.2 Objetivo Especifico**

- Evaluar la presencia o ausencia de preñez con relación a la variable condición corporal en hembras bovinas lecheras para que lleguen a ser tratadas con progesterona por vía parenteral como pre- sincronizador.
- Evaluar la presencia o ausencia de preñez con relación a la variable edad en hembras bovinas lecheras para que lleguen a ser tratadas con progesterona por vía parenteral como pre- sincronizador.
- Evaluar los costos de inseminación artificial a tiempo fijo con administración de progesterona por vía parenteral como pre-sincronizador.

### **2.3 Hipótesis**

- Ho: La administración de progesterona por vía parenteral no influye en el porcentaje de preñez de hembras bovinas lecheras inseminadas a tiempo fijo.
- Ha: La administración de progesterona por vía parenteral si influye en el porcentaje de preñez de hembras bovinas lecheras inseminadas a tiempo fijo.

### **3 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

El objetivo del manejo reproductivo en hatos bovinos especialmente lecheros es mantener un intervalo entre partos que resulte en una producción máxima a través de la vida productiva en el hato. Es deseable que la mayoría de las vacas respondan a ese intervalo, de ahí la importancia de determinar ese y otros parámetros que permitan señalar y predecir la eficiencia reproductiva y determinar las causales de la infertilidad individual como colectiva en el rebaño (González, 1985).

#### **3.1 Aparato Reprodutor de la Hembra Bovina**

Sequeira (2013) menciona que el aparato reproductor de la hembra está compuesto y se divide en dos partes las cuales son:

- Partes Externas: Vulva, Triángulo ventral de la vulva, Clítoris, Glándulas de Bartolini, Orificio urinario, Cuerpo de la vagina y Flor radiada.
- Partes Internas: Cérvix o cuello uterino, Anillos cervicales, Cuerpo del Útero, Bifurcación, Cuerno uterino derecho e izquierdo, Oviducto derecho e izquierdo y Ovario derecho e izquierdo.

##### **3.1.1 Ovarios**

Para Hernández (2012) el ovario es un órgano de forma ovoide situado en la región pelviana. Donde se origina bilateralmente a partir de la cresta gonadal en la región lumbar, medial al riñón embrionario. Migran desde el saco vitelino las células germinales primordiales que forman las eminencias ováricas, a partir de ellas se desarrollan los diferentes estadios de la maduración del ovocito y células foliculares hasta formar el folículo de Graaf, folículo maduro para el desprendimiento durante la ovulación.

Por otro lado Nebel & DeJarnette (2018) mencionan que el ovario consta de una corteza y médula, donde la médula está compuesta de tejido conectivo, vasos linfáticos, vasos sanguíneos y nervios, mientras que la corteza contiene los óvulos rodeados de células foliculares dentro del estroma del tejido conectivo. En el exterior de la corteza, el ovario está cubierto por una túnica albugínea fibrosa densa y un epitelio superficial. Tienen dos funciones: la producción de Óvulos y la producción de hormonas, principalmente Estrógenos y Progesterona, durante estadios del ciclo estral.

Brito (2009) menciona que los ovarios de la vaca llegan a tener aproximadamente 3-4 cm de longitud, 2-3 cm de anchura y 1-2 cm de espesor; siendo de forma ovoide, que varía con la existencia o no de folículos y cuerpos lúteos y la posición que estos tengan en el ovario.

### **3.1.2 Oviductos**

Para Galina & Valencia (2008) el oviducto es un tubo muscular pequeño, que esta sostenido por el mesosalpinx. Su abertura cercana al ovario tiene forma de embudo y se le denomina infundíbulo, el cual se continúa con la ámpula y finalmente con el istmo, el cual se unirá a la cavidad uterina en la entrada del útero.

Por otro lado Frandson et al. (2009) mencionan que los oviductos corresponden a la conexión que existe entre los ovarios y el útero, miden cerca de 20 a 30 cm de largo con un grosor de 1,3 a 3,0 m.m. de diámetro en la vaca, y se dividen en tres porciones; istmo, ámpula e infundíbulo. El punto donde se lleva a cabo la fecundación se llama unión istmoampular.

### **3.1.3 Útero**

El útero es una membrana muscular que cumple la función de recibir al óvulo fecundado, nutrir y proteger al feto y participar activamente en la expulsión de la cría al momento del parto. Está formado por tres capas: La primera llega a ser la capa mucosa o llamada también como endometrio que es la capa más interna y está organizado en dos regiones distintas, carúnculas e intercarúnculas (Nabors & Linford, 2015).

Las carúnculas se unen con los cotiledones de las membranas placentarias fetales para formar los placentomas de una placenta cotiledonaria, como segunda capa se tiene a la capa muscular o miometrio y finalmente se tiene a la capa externa o perimetrio. En la hembra bovina el útero está formado por el cuerpo y 2 cuernos cuyo largo es de 20 a 40 cm dependiendo de la edad y raza de la vaca (Nabors & Linford, 2015).

Para el autor Hafez (2000) el útero consta de dos cuernos uterinos, un cuerpo y un cuello. En el caso de vacas, ovejas y yeguas, el útero es bipartito, ya que tienen un tabique que separa los dos cuernos y un cuerpo uterino prominente. Ambos lados del útero están unidos a las paredes pélvica y abdominal por el ligamento ancho.

### **3.1.4 Vagina**

Porras & Páramo (2009) mencionan que es un órgano dilatatable para la copula, además que forma el canal para la salida del feto y la placenta al momento del parto (canal del parto) y es el órgano por donde se expulsa la orina. Contiene además las glándulas de Gartner, que son los remanentes de los conductos de Wolff y las glándulas vestibulares, que son los homólogos de las glándulas bulbo uretrales.

Por otro lado Nebel & De Jarnette (2018) mencionan que es un tubo de paredes mucosas que al momento del celo se encuentra lubricado por moco cervical. Cuando la vaca es preñada a través del sistema de monta natural el toro eyacula y deposita grandes cantidades de espermatozoides en la vagina.

### **3.1.5 Vulva**

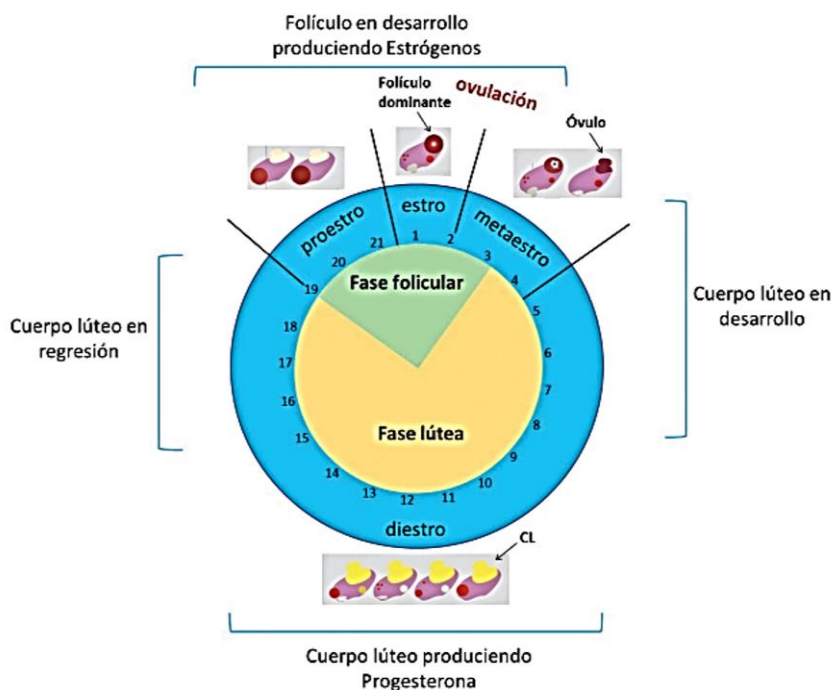
Es la parte más externa del tracto, se puede apreciar a simple vista. Está formada por dos labios vulvares que forman la comisura dorsal y ventral, tiene 3 funciones principales las cuales son de permitir el paso de orina, abrirse en el momento de la cópula y servir de canal del parto, estos toman una coloración roja (hiperemia) y aumentan de tamaño (edema) cuando la vaca está en celo por la acción de los estrógenos (Contexto Ganadero, 2017)

## **3.2 Ciclo Estral en Bovinos**

Arthur & Pearson (1991) definen como el periodo de tiempo comprendido desde la ocurrencia de un estro hasta el comienzo del siguiente, o bien, el intervalo de tiempo comprendido entre dos ovulaciones, designándose el primer día del ciclo (día 1) aquel que coincide con la manifestación del estro. La vaca es un animal poliéstrico continuo, con una duración del ciclo de 21 días aproximadamente (18 a 24 días).

Por otro lado es que durante este ciclo se producen una serie de cambios hormonales a través de un eje que conecta el hipotálamo, la hipófisis y el ovario desencadenando distintos eventos fisiológicos y conductuales que involucran al periodo de receptividad sexual (estro o celo), la ovulación y los cambios adaptativos que son necesarios para conservar el embrión si se produce una fecundación (Carvajal et al., 2020).

**Figura 1. Fases del Ciclo Estral**



*Nota.* Adaptado de “El ciclo estral en la hembra bovina y su importancia productiva INIA” (2020).

La fase folicular (día 19 – 3) en donde ocurre el crecimiento del folículo dominante y finalmente la ovulación en respuesta del estrógeno, también se puede observar la fase lútea (día 3 -19) donde se desarrolla el cuerpo lúteo que produce progesterona para la mantención del embrión si ocurre preñez (Carvajal et al., 2020)

Según Virbac (2008) el ciclo está determinado por una cadena de eventos fisiológicos que sucede en el periodo de tiempo entre un celo y otro. En vaquillonas una vez entrada la pubertad el ciclo estral tiene una duración promedio de 21 a 24 días y puede ser más corto o más largo dependiendo del número de ondas foliculares. Es controlado por una actividad, en la cual interviene el sistema nervioso, varias hormonas producidas en el hipotálamo, la hipófisis, el útero y los ovarios.

Hansel & Echternkamp (1972); Luque et al., (1983) mencionan que el ciclo estral (CE) de la vaca tiene una extensión de media de 21 días. El celo dura aproximadamente 18 horas y la ovulación tiene 15 horas después de la finalización del mismo. El cuerpo lúteo (CL) se desarrolla y la secreción de hormona progesterona (P4) aumenta entre el 4 y 12 días del ciclo y permanece constante hasta la luteólisis. La regresión del CL es

variable y ocurre entre 15 y 20 días del CE.

Luego de alcanzada la pubertad la hembra bovina entra en un período de ciclicidad reproductiva que continúa durante toda su vida, esta ciclicidad es la que conocemos como el ciclo estral de los animales (Senger, 2003).

Arthur & Pearson (1991) mencionan que en las vaquillonas la duración del ciclo estral es de 20 días y de 21 en vacas, con rangos normales de 18 a 22 y 18 a 24 respectivamente. La ovulación es espontánea y ocurre generalmente 12 horas luego de finalizado el estro.

### **3.2.1 Pubertad**

Para Thibault & Lavasseur (1974), la pubertad queda enmarcada en el período de la adolescencia en que, la hembra o el macho liberan gametos por primera vez; y para Mc Donald (1975) tal período, es el momento en el cual la hembra se convierte en sexualmente madura y las características sexuales secundarias se hacen notables, quedando vinculado al primer celo.

Por otro lado, la madurez sexual sólo ocurrirá después del tercer ciclo estral, cuando ocurre la primera ovulación con manifestación del estro, seguida del desarrollo de un cuerpo lúteo (CL) funcional (Del Vecchio et al., 1992)

La pubertad es el periodo de tiempo en que aparecen los primeros síntomas de la actividad cíclica reproductiva (ciclos estrales), es decir a los 12 -15 meses en el ganado lechero (Sequeira, 2013).

Becaluba (2017) menciona que es el comienzo de la función o capacidad reproductiva es la mínima edad biológica para la reproducción que llega a ser caracterizada en la hembra por la presencia del primer celo y se manifiestan en la pubertad el desarrollo de los caracteres sexuales secundarios. La edad de aparición de la pubertad en una especie es muy variable, generalmente es menor en las hembras que en los machos, y está influenciada por la raza, clima, estación, nutrición, etc.

De acuerdo con Hafez (2000) una hembra llega a la pubertad cuando es capaz de liberar gametos y mostrar un comportamiento sexual, este inicio de pubertad está regulado por la madurez del eje hipotalámico - adenohipofisario más que por la incapacidad de la hipófisis para producir gonadotropinas o por una insensibilidad ovárica a sus efectos.



### **3.2.1.1 Factores que Influyen en el inicio de la Pubertad**

#### **3.2.1.1.1 Edad y Peso**

Existen bastantes diferencias que se pueden encontrar entre razas e incluso dentro de una misma raza, con respecto a la edad y el peso con que un determinado individuo alcanza la pubertad. Se debe tener en cuenta que el efecto de la edad y el peso pueden ser minimizados por el efecto de las condiciones ambientales y de manejo, es muy difícil establecer unos parámetros e incluso poder llegar a comparaciones entre razas así lo menciona (Brody, 1964).

La interferencia de estos factores en el comienzo de la Pubertad hay que considerarla en el sentido de cuál es el peso y la edad mínima necesaria para que una determinada raza sea susceptible de alcanzar la pubertad y se considera que esta se obtiene en el 65 % del peso adulto en todas las especies (Brody, 1964), por otro lado (Helman, 1983)., sostiene que la pubertad se alcanza aproximadamente cuando en el animal se obtiene un 50% del peso total del adulto, en las novillas de razas cárnicas, mientras que en las novillas de actitud lechera la edad tiene lugar entre el 45 - 55% del peso adulto.

La edad puede ser un modulador importante en la determinación del inicio de la pubertad en novillas para carne y en general, en todas las especies de animales, la pubertad se adelanta al desarrollo corporal, dando a entender que las hembras pueden multiplicarse antes de que sus órganos estén en plenitud de su capacidad para la producción y reproducción así lo menciona (Yelich, 1992).

### **3.2.2 Fases del Ciclo Estral**

Los ciclos estrales en las diferentes especies se clasifican de acuerdo a la frecuencia con que ocurren a lo largo del año siguiendo ésta clasificación la vaca se encuentra entre las especies poliéstricas continuas (Senger, 2003).

El ciclo estral está controlado hormonalmente y por propósitos de comprensión pueden dividirse en cuatro fases: proestro, estro, metaestro y diestro, en el proestro y celo se dan principalmente bajo la influencia de los estrógenos y se asocian con crecimiento del folículo, metaestro y diestro asociados con el crecimiento del cuerpo lúteo y son principalmente bajo la influencia de la progesterona así lo menciona (Senger, 2003).

**Tabla 1. Etapas del Ciclo Estral Bovino**

Etapas	Día del		Eventos
	Ciclo	Duración	
Estro	0	10 a 12 horas	Niveles altos de folículo maduro aumento de LH de estrógeno
Metaestro	1-3	5 a 7 días	Ovulación (dentro de las 12-18 horas.), formación del cuerpo hemorrágico que no responde a la PGF 2
Diestro	5-18	10 a 15 días	Maduración del cuerpo lúteo - altos niveles de Progesterona.
Proestro	19-21	3 días	Regresión del cuerpo lúteo maduración del folículo e incremento de estrógenos

*Nota:* Adaptada de Anatomía y Fisiología Reproductiva del Ganado Lechero por (Sheare, 2003).

Según Galina & Valencia (2008), el ciclo estral consta de dos grandes etapas, dependiendo de las estructuras ováricas predominantes: la fase folicular y la fase lútea. La fase folicular inicia con la regresión del cuerpo lúteo y finaliza con la ovulación. La fase lútea se refiere a la etapa del ciclo en la que se forma y tiene su mayor funcionalidad el cuerpo lúteo. Estas dos etapas pueden ser subdivididas en:

- Fase folicular: proestro y estro
- Fase lútea: metaestro y diestro

### 3.2.2.1 Proestro

De acuerdo con Góngora & Hernández (2006) el proestro tiene una duración variable entre 2-5 días, dependiendo de las diferentes especies animales, se presenta después de la luteólisis en donde ocurre un cambio de predominio de las estructuras ováricas y hormonas que producen.

El predominio de la progesterona que existía durante el diestro disminuye de tal manera que la hormona predominante es ahora el estradiol, los folículos antrales presentes han escapado de la apoptosis y continúan su crecimiento para la posterior ovulación, dependiendo de si la especie es monovular o poliovular. En esta fase el

aparato reproductivo se prepara para el estro y la monta (Góngora & Hernández, 2006)

La actividad ovárica durante el proestro es iniciada por la lisis del cuerpo lúteo (CL) del ciclo estral anterior. Los niveles de progesterona son bajos y simultáneamente se lleva a cabo el crecimiento de un folículo preovulatorio. Pese a que muchos folículos antrales se pueden desarrollar durante este periodo, solo uno será seleccionado como folículo dominante (FD) y llegará a la ovulación (Guáqueta, 2009).

Este FD se diferencia de los demás folículos (atrésicos) en que es influenciado por las hormonas folículo-estimulante (FSH) y luteinizante (LH), incrementando así la síntesis y producción de estrógenos, los cuales a su vez van llenando la cavidad antral y haciendo que aumente el diámetro folicular (Guáqueta, 2009).

### 3.2.2.2 **Estro**

Es el periodo más visible del ciclo estral ya que el estradiol induce cambios en el comportamiento de las hembras y en los órganos del tracto reproductivo. En la vaca inicialmente se observa nerviosismo, aumento en la locomoción y fonación, intento de monta a otros animales pero sin permitir la monta hacia ella; con el transcurrir del tiempo se vuelve receptiva, lo que se conoce como “reflejo de quietud”, que aunque es de corto tiempo, se considera el único signo positivo de inicio del celo, mientras tanto en el ovario se desarrollan uno o varios folículos, que continúan la maduración hasta adquirir un tamaño preovulatorio, con producción de altas concentraciones de estradiol, que inducen una retroalimentación positiva a LH, su subsecuente pico y ovulación mencionan (Góngora & Hernández, 2006).

Por otro lado Guáqueta (2009) Explica que la producción de estrógenos por el folículo en desarrollo genera un pico en la liberación de LH y FSH por la glándula hipófisis, lo cual estimula la máxima producción de estrógenos por el folículo, estos niveles de estrógenos son los responsables del comportamiento y signos propios del celo, aumentando las contracciones del tracto reproductor de la hembra para facilitar el encuentro entre el óvulo y el espermatozoide, se llegan a estimular la cantidad y tipo de fluidos (moco) que se producen en los oviductos, útero, cérvix y vagina.

### 3.2.2.3 **Metaestro**

Periodo entre la ovulación y la formación de un cuerpo lúteo funcional. En el sitio donde ocurre la ovulación, inicialmente, se forma un cuerpo hemorrágico que rápidamente se convierte en una estructura temporal altamente vascularizada, es decir, el cuerpo lúteo quien se encargará de producir progesterona (Góngora & Hernández, 2006) mismos autores mencionan que la progesterona favorece la secreción de las células endometriales para que secreten histotrofo o leche uterina, generando un microambiente adecuado para la nutrición y desarrollo del embrión una vez que descienda al útero alrededor del día 7 y continúen los procesos de reconocimiento e implantación embrionaria.

Góngora & Hernández (2006) mencionan que alrededor de 48 horas después de iniciado el celo, en novillas, puede presentarse el moco meta-estral que consiste en un moco teñido de sangre que es expulsado por la vulva y su color varía desde sangre roja fresca, hasta oscura, negra y café.

### 3.2.2.4 **Diestro**

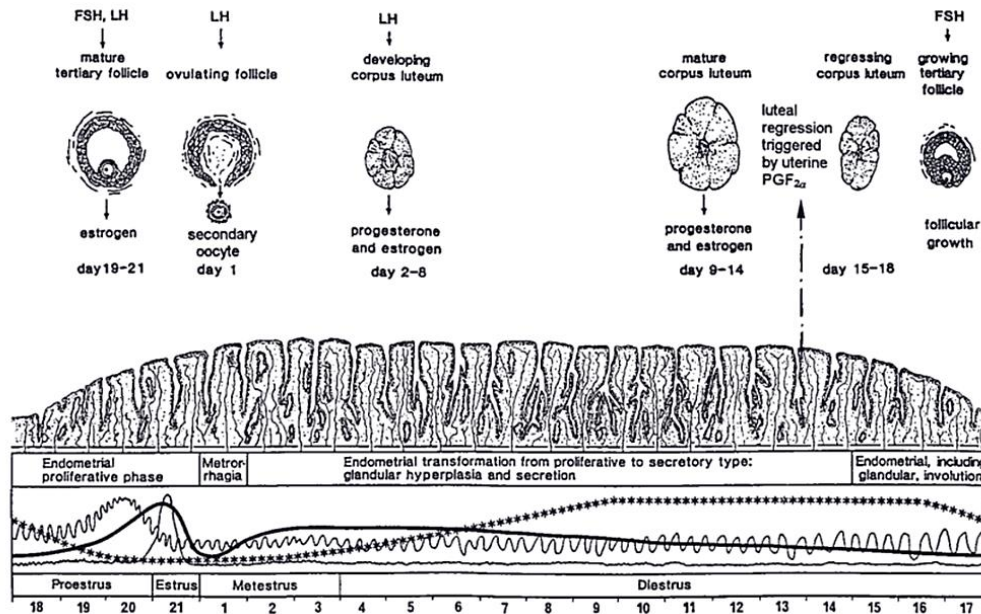
En las grandes especies el diestro corresponde a los últimos 14 días del ciclo (10-14 días además que llega a ser la etapa más larga del ciclo estral, en donde el cuerpo lúteo adquiere mayor funcionalidad, termina hasta el momento de su destrucción, se alcanza los máximos niveles de progesterona que ejercen un efecto negativo sobre la LH inhibiendo la formación de receptores a GnRH en el hipotálamo y no la liberación de LH. Mientras tanto, la secreción de FSH favorece el desarrollo folicular y la producción de estradiol e inhibina, sin embargo, estos folículos no adquieren la capacidad ovulatoria y se atresia, debido a estas condiciones los animales no presentan estro (Góngora & Hernández, 2006).

Según mencionan Adams et al. (2008) el diestro es el período en que el CL está completamente desarrollado y activo (que puede durar hasta 15-17 días en ausencia de preñez, o el CL se puede mantener hasta el parto si la hembra queda preñada (Adams et al., 2008).

Las concentración plasmáticas de P4 aumentan entre el día 4 al día 12 del ciclo para permanecer constantes hasta el momento de la luteólisis. A través de la

ultrasonografía aplicada a la reproducción, se puede detectar el momento 5 de la ovulación (Pierson y Ginther, 1988). A partir de esto, el concepto del ciclo estral se puede definir como el período de tiempo entre dos ovulaciones o intervalo inter-ovulatorio.

**Figura 2. Cambios ováricos, uterinos y hormonales durante el ciclo estral de la vaca**



*Nota.* La escala indica los días 1 a 21 del ciclo. Se muestran los niveles sanguíneos relativos de progesterona (\*\*\*), estrógeno (-), FSH ( ) y LH ( ), (Williams & Wilkins, 1998).

### 3.2.3 Dinámica folicular

Durante la gestación el crecimiento folicular continúa durante los primeros dos trimestres según (Ginther et al., 1996).

En la preñez tardía (últimos 22 días) el feedback negativo de la progesterona (mayormente del cuerpo lúteo y parte proveniente de la placenta) y de los estrógenos (provenientes de la placenta) generan la supresión de los estímulos de FSH que generan el crecimiento folicular así lo mencionan los autores (Ginther et al., 1996; Sunderland et al., 1994).

Niveles de progesterona y estrógenos llegan a caer a niveles basales permitiendo que vuelvan a generarse aumentos de los niveles de FSH (a los 3 a 5 días del parto) que ocurren en intervalos de 7 a 10 días (Ginther et al., 1996).

El primero de estos aumentos estimula la primera onda folicular postparto que generalmente produce un folículo dominante a los 7-10 días postparto (Savio et al., 1990; Murphy et al., 1990; Sunderland et al., 1994).

De acuerdo con Fernández (2008) una cantidad muy pequeña de los folículos presentes en la pubertad se desarrollarán y ovularán.

Los folículos protegen y nutren a los ovocitos en desarrollo; secretan hormonas esteroides que regulan la conducta en el celo y proporcionan las células que darán lugar al cuerpo lúteo después de la ovulación (Fernández, 2008).

Para Intervet (2007) el crecimiento y el desarrollo folicular se caracterizan, en los rumiantes, por dos o tres olas foliculares consecutivas por ciclo estral. Cada ola implica el reclutamiento de una nueva cohorte de folículos de la reserva ovárica total y la selección de un folículo dominante, que sigue creciendo y madurando hasta alcanzar la fase preovulatoria, mientras que los otros se atresian. Se pueden distinguir tres fases distintas en el desarrollo folicular: reclutamiento, selección y desviación o dominancia.

#### 3.2.3.1 **Reclutamiento**

Es el inicio de la onda de crecimiento folicular. Tiene una duración de 2 a 4 días, y se caracteriza por que un grupo de folículos antrales con un diámetro de 4 mm, son reclutados por acción de las gonadotrofinas (Becaluba, 2017). De acuerdo con Quintela et al. (2006) la hormona clave para el reclutamiento es la FSH, su principal efecto es inducir la actividad aromática en las células de la granulosa, determinando que los folículos adquieran la capacidad de producir estradiol. Además, estimula la secreción de inhibina y folistatina, la LH no juega ningún papel destacable durante el reclutamiento.

#### 3.2.3.2 **Selección**

Solo es seleccionado un folículo dominante de la cohorte reclutada por el pequeño pico de FSH. El futuro folículo dominante adquiere receptores de LH que permiten que siga creciendo en el entorno con niveles bajos de FSH y crecientes de LH. Reduciendo indirectamente los niveles de FSH, el folículo dominante hace disminuir el apoyo crucial para los folículos subordinados reduciendo el componente vital para su crecimiento mientras que, al mismo tiempo, se beneficia de los niveles decrecientes de FSH y los crecientes de LH (Intervet, 2007)

### 3.2.3.3 Dominancia

Galina & Valencia (2008) Mencionan que el folículo dominante logra sobrevivir en un ambiente pobre en FSH gracias al desarrollo de receptores para LH en las células de la granulosa lo cual se observa en folículos de 8 a 9 mm de diámetro y a que su dependencia cambia hacia esta hormona, así el folículo dominante se mantiene principalmente gracias a la LH, pero requiere niveles basales de FSH. Adicionalmente, este folículo produce mayores concentraciones de estradiol debido a una mayor expresión de receptores de gonadotropinas, enzimas esteroidogénicas. Los plazos de vida de un folículo dominante son controlados por el patrón de pulsos de la LH. Así, cualquier cambio en el patrón de secreción de la GnRH y, por tanto, en el de la LH, tendrá un marcado efecto sobre el crecimiento continuo del folículo dominante y su ovulación (Intervet, 2007).

### 3.2.3.4 Atresia Folicular

Se refiere al proceso degenerativo que sufren más del 90% de los folículos ováricos durante la vida reproductiva de los animales. Mediante estudios histológicos y ultra estructurales se reconoce que los folículos pueden sufrir dos tipos de atresia, depende del sitio donde mueren las células de la granulosa por primera vez. Así, se tiene un atresia antral y atresia basal; en esta última, las células basales muertas progresan hacia el antro y no presentan cuerpos apoptóticos ya que son fagocitados, por lo que no se observa núcleos picnóticos. Estos estudios sugieren que los anteriores conceptos de atresia deben ser reevaluados (Góngora & Velásquez, 2021).

### 3.2.4 Ovulación

La ovulación ocurre gracias a un proceso de remodelación, adelgazamiento y ruptura de la pared folicular a nivel del estigma, que es un área de tejido desprovisto de vasculatura, la cual se forma en la superficie del folículo ovulatorio así lo cita (Range, 2018).

La misma menciona que en las especies domésticas el folículo puede desarrollarse y ovular en cualquier parte de la superficie del ovario y que la ovulación se inicia con un debilitamiento de la pared folicular, porque la  $PGF_2\alpha$  causa la liberación de enzimas lisosomales de las células de la granulosa del folículo preovulatorio, cuando

umenta la progesterona esta da lugar a que las células de la teca interna sinteticen colagenasa, enzima que escinde las cadenas del colágeno del tejido conjuntivo debilitando la túnica albugínea que constituye la pared folicular. (Range, 2018).

Por otro lado, Hernández et al. (2016) menciona que la ovulación ocurre en promedio 30 horas después del pico preovulatorio de LH; esta hormona regula los cambios a nivel de las paredes foliculares que conducen a la ruptura folicular.

Después de la ovulación, las células de la teca interna y de la granulosa migran, distribuyéndose en las paredes del folículo. Las células de la teca interna se multiplican y diferencian en células lúteas chicas mientras que las células de la granulosa se hipertrofian y dan origen a las células lúteas grandes. (Hernández et al., 2016).

Estos cambios son facilitados por la ruptura de la membrana basal que separa la capa de células de la granulosa de la teca interna. Concomitantemente comienza la formación de una amplia red de capilares que se distribuyen en todo el cuerpo lúteo en formación, y llegan a constituir hasta 20 %del volumen del cuerpo lúteo maduro (Hernández et al., 2016).

#### 3.2.4.1 **Mecanismos de Ovulación**

Gigli, et al. (2006) definen como ovulación la culminación de una serie de mecanismos complejos desencadenados por la elevación de LH o LH- FSH según la especie, que como resultado, llega a producir la expulsión del ovocito II del folículo preovulatorio. Dichos sucesos de ovulación abarcan cambios bioquímicos, fisiológicos y morfológicos, por lo que predecir el momento exacto de la ovulación es difícil y requiere práctica en la palpación y observación ultrasonográfica transrectal.

Las prostaglandinas pueden estimular las contracciones ováricas y activar los fibroblastos tecales para que así proliferen y liberen enzimas proteolíticas que digieren la pared folicular y la lámina basal, es posible que participen esteroides, especialmente la progesterona. La ovulación ocurre en respuesta a varios mecanismos fisiológicos, bioquímicos y biofísicos (Gigli et al., 2006).

De hecho Hafez (2002) menciona que el incremento en la secreción de esteroides y el cambio en la relación estradiol-progesterona que siguen a la oleada de gonadotropina se detectan fácilmente en el líquido folicular. La inhibición de la síntesis de progesterona impide la ovulación.



#### 3.2.4.1.1 **Prostaglandinas**

El aumento de las concentraciones de PGF2a y PGE2 en el líquido folicular no sigue de manera inmediata a la oleada de gonadotropina, como llega a suceder con los esteroides. Cuando se inhibe la síntesis de prostaglandinas, el folículo permanece en el interior del folículo luteinizado o puede ser ovulado dentro del ovario- La PGF2a participa en la rotura folicular, y la PGE2 en la remodelación de las capas foliculares, que termina en la formación del cuerpo amarillo (Hafez, 2002).

Como afirman Gigli et al. (2006) las prostaglandinas (PG), tromboxanos y lipoxidasas, son ácidos grasos derivados del ácido araquidónico que pertenecen a los eicosanoides son encargados de la ruptura de la pared folicular a través de la liberación de las enzimas contenidas en los lisosomas y en cambios vasculares llegan a ser gracias a la PGF2á y PGE2.

Con base en los autores Gigli et al. (2006) la administración de inhibidores de la síntesis de PGF2á como la indometacina bloquea la ruptura de la pared folicular. Los tromboxanos aumentan su expresión en folículos preovulatorios. Su acción es antagónica al efecto producido por las prostaglandinas a nivel vascular, logrando que la ovulación sea un proceso auto controlado.

Las lipoxidasas medidas por radioinmunoensayos muestran un incremento como respuesta a la LH, pero la inhibición farmacológica de las mismas facilita el proceso de ovulación. Queda aún por determinar la función de las mismas así lo mencionan (Gigli et al., 2006).

#### 3.2.4.1.2 **Mecanismos neuromusculares**

Las contracciones ováricas facilitan la rotura folicular después de que se ha adelgazado el ápice del folículo. Antes de la rotura, el folículo por sí mismo no se contrae de manera espontánea. Después de la rotura folicular el sistema neuromuscular tecal, estimulado por PGF2a contribuye a la extrusión del oocito (Gigli, et al., 2006).

#### 3.2.5 **Cuerpo lúteo**

Después de la ovulación, las células que permanecen en la cavidad folicular desarrollan un CL, el cual se considera como una glándula temporal, que llega a tener la su función esencial de producción hormonal y únicamente se encuentra presente durante

el diestro, la gestación y en algunas patologías como la piometra (Range, 2018).

Para Konig y Lievich (2005) después de la ovulación la pared de la cavidad folicular se pliega debido a la caída de la presión. La activación de los vasos sanguíneos que generan los procesos ulteriores de reconstrucción y proliferación lleva a la formación del cuerpo amarillo o cuerpo lúteo.

Por otro lado según Fernández et al. (2008) mencionan que el segundo día después de la ovulación las concentraciones de progesterona en sangre comienzan a incrementarse, y en el quinto día ya se detectaron concentraciones mayores de 1mg/ml, lo que indica que el cuerpo lúteo ha adquirido su plena funcionalidad.

La progesterona es el principal producto de secreción del cuerpo lúteo; esta hormona actúa básicamente sobre los órganos genitales de la hembra, siendo responsable de la preparación del útero para el establecimiento y mantenimiento de la gestación (Fernández, 2008).

### **3.3 Sincronización de Estros**

Ruiz et al. (1998) mencionan que la sincronización es un proceso mediante el cual se busca que un grupo de animales presenten calor u ovulación al mismo tiempo. Con la sincronización se disminuyen costos de manejo, se aumenta la eficiencia en la detección de calores y se disminuye las pérdidas de peso de madres y crías producidas.

Así lo confirman Ruiz et al. (1998) que existen diferencias en el comportamiento estral a la respuesta de la sincronización entre individuos de la misma especie y entre diferentes especies (*Bos taurus* y *Bos indicus*).

Los tratamientos para sincronizar el estro se basan en la destrucción del cuerpo lúteo, mediante la administración de prostaglandina F<sub>2</sub>, o en la inhibición de la ovulación a través de la administración de progestágenos (Hernández, 2016).

#### **3.3.1 Importancia de la Sincronización del Estro en la Ganadería**

Biotecnologías como la Inseminación artificial (IA) y la transferencia de embriones han sido muy utilizadas en los sistemas productivos, según Galina & Valencia (2008), citan, que a pesar de la incorporación de estas tecnologías el porcentaje de bovinos nacidos por dichos métodos siguen siendo bajos en toda Latinoamérica, principalmente por las dificultades técnicas, una de ellas y la más importante la detección del celo.

Las Lilas Genética S.A. (2012) asegura que 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.

Así mismo afirman que la inseminación artificial (IA) es la técnica más apropiada para acelerar el avance genético, el porcentaje del rodeo bovino incluido en estos esquemas en el mundo continúa siendo bajo. Las principales limitaciones para el empleo de la IA, en el ganado manejado en condiciones pastoriles, son fallas en la detección de celos, anestro posparto y pubertad tardía (Las Lilas Genética S.A., 2012).

### **3.3.2 Factores que Influyen en la Sincronización del Celo**

De acuerdo con Las Lilas Genética S.A. (2012) uno de los factores que más afecta los resultados es la condición corporal en la que se encuentran los animales al momento del inicio del tratamiento y el plano nutricional en que se encuentren. Los animales deben estar ganando peso para lograr los resultados esperados.

Es importante que los animales estén en el peso y condición corporal adecuados, ciclando y suplementados desde el momento en que entran al programa de inseminación y hasta que se detectan preñadas 40 a 50 días después del servicio (Ruiz et al., 1998).

### **3.4 Protocolos de Inseminación a tiempo fijo (IATF)**

El protocolo convencional, consiste en la inserción de un CIDR y de la administración de BE (a dosis total de 2 mg, vía IM) el día de inicio del tratamiento con P4 (día 0) así lo menciona (Bó et al., 2016)

Según Montero (2013), la inseminación artificial a tiempo fijo ha contribuido al desarrollo mundial de la ganadería como ninguna otra técnica de reproducción asistida, por la gran cantidad de ventajas que confiere su uso, entre las que se encuentran:

- Mejoramiento genético: permite que genes superiores de toros seleccionados se esparzan en el hato.
- Optimiza el uso de los sementales: permite alargar la vida productiva de toros de alto valor genético ya que las pajillas congeladas permanecen viables por tiempo indefinido, además sementales incapacitados para la monta, pueden seguirse utilizando, incluso puede usarse el semen de toros de otros países.

- Rentabilidad: un toro puede ser caro y siempre está el riesgo de que presente problemas reproductivos que no serán detectados hasta que pasen meses con un grupo de vacas, tiempo en el que se abrirán los períodos entre partos.
- Permite apareamientos difíciles: debido a diferencias de conformación entre vacas y toros, apareamientos naturales peligrosos, pueden ser llevados a cabo fácilmente por inseminación artificial.
- Control de enfermedades: realizada correctamente puede evitar la propagación de enfermedades venéreas entre el ganado.
- Seguridad: cualquier toro, es potencialmente peligroso, con el uso de la IA esto puede evitarse.
- Manejo de la Fertilidad: el momento de cada IA puede ser controlado y recordado, lo que permite predecir cosas como el momento de secado de una vaca, utilizando la monta natural esto se puede estimar con otros métodos, pero representa un trabajo extra que debe ser realizado por personal debidamente capacitado, incrementando costos.

### **3.5 Protocolos de IATF con Progesterona y Estradiol**

Para Alberio & Butler (2001) la fase lútea es controlada con la progesterona, y el desarrollo folicular e inducción de la ovulación es controlado por el estradiol o la GnRH (Progesterona y estradiol: la administración de estradiol al principio de los tratamientos con P4 (progesterona) produce el desarrollo de una nueva onda folicular; si se quiere sincronizar la ovulación de esa nueva onda (y poder realizar IATF) se puede utilizar una segunda dosis de estradiol Cavestany (2010) logrando buenos porcentajes de concepción a la primer inseminación. En general los dispositivos intravaginales son asociados con BE o cipionato de estradiol (CPE).

Básicamente los protocolos de progesterona (P4) con estradiol son: día 0 se inserta el dispositivo de P4 más 1 o 2 mg de benzoato de estradiol (BE), al día 7 u 8 se retira el dispositivo y a las 24 h del retiro se inyecta 1 mg de BE; la ovulación ocurrirá 40 h después del BE, por lo tanto la inseminación artificial (IA) debería ser 48 - 52 horas luego de la retirada de la P4 (Alberio & Butler, 2001).

Al provocar los síntomas de celo, el estradiol permite la opción de realizar la IA luego de la detección de celos entre 1 - 5 días pos tratamiento o una IATF (Thatcher et al., 2001).

De acuerdo con Burke et al., (2001); Rhodes et al., (2003); McDougall & Compton, (2005) los mejores porcentajes de concepción se logran con 7 u 8 días de permanencia de los dispositivos intravaginales) ya que se asegura que el folículo llegue al tamaño adecuado para ovular.

Según Morales y Cavestany (2012) existen varios dispositivos vaginales con concentraciones de progesterona que van desde 0,5 g a 1,9 g pudiendo estos últimos utilizarse más de una vez, si son manejados adecuadamente.

Recientemente ha surgido una formulación de progesterona natural en vehículo oleoso para uso parenteral. Algunos trabajos realizados con ésta han arrojado resultados similares a las intravaginales (Morales y Cavestany, 2012).

Para inducir la ovulación, al final del protocolo, el momento de la inyección de estradiol dependerá de: si se utiliza BE se recomienda hacerlo unas 50-55 horas luego de retirados los dispositivos intravaginales (Rhodes et al., 2003), mientras que si se utiliza CPE se recomienda hacerlo al día de retirada ya que al liberarse más tardíamente hará el efecto al mismo tiempo del BE dando como ventaja la reducción del manejo de los animales, se puede reemplazar el BE o CPE por GnRH en el protocolo.

### **3.6 Progesterona**

#### **3.6.1 Dispositivos Intravaginales Bovinos (DIB) y su Mecanismo de Acción.**

La progesterona liberada del D.I.B. es estructuralmente idéntica a la endógena y tiene un rol importante sobre la dinámica folicular ovárica los niveles supraluteales (>1 mg/ml) obtenidos a los pocos minutos de la introducción del dispositivo provocan la regresión del folículo dominante y aceleran el recambio de las ondas foliculares, este cese de la secreción de productos foliculares (estrógeno e inhibina) produce el aumento de FSH que va a ser la responsable del comienzo de la emergencia de la siguiente onda folicular (Arteaga et al., 2016).

Por otro lado la extracción del dispositivo provoca la caída de progesterona a niveles subluteales (<1 ng/ml) que inducen el incremento de la frecuencia de los pulsos

de LH, el incremento y la persistencia del folículo dominante con concentraciones muy altas de Estradiol que provocan por un lado el celo y a nivel endocrino inducen finalmente el pico de LH que es seguido por la ovulación así lo mencionan (Bó, 2002), citado por Peñadara & Vallejos, 2012.

Inicialmente el uso de los dispositivos intravaginales que contienen P4 fue propuesto por los autores Carrick y Shelton (1967) y según el autor Scanlon et al. (1972) para la sincronización del estro y la ovulación. Su uso ha recomendado en los protocolos IATF, particularmente en vacas en anestro para promover volver al ciclo posparto Chebel (2006) y aumentar las tasas de concepción (Stevenson, 2006). P4 juega un papel clave en el folículo, el embrión y el desarrollo.

Kinder (1996) menciona que la frecuencia de secreción pulsátil de GnRH está regulada por las concentraciones circulantes de P4 durante el ciclo estral, que a su vez regula la frecuencia de pulsatilidad de LH. La frecuencia pulsátil de la LH es un factor primario en la determinación de la ovulación del folículo dominante según el autor (Chebel, 2006).

Las concentraciones sublúteas de P4 están asociadas con aumento en la frecuencia de los pulsos de LH. El aumento de la frecuencia de los pulsos de LH no permiten alcanzar el patrón de frecuencia necesario para la maduración final del folículo ovulatorio o para que ocurra la ovulación (Roberson et al., 1989).

Tal aumento en la disponibilidad de LH también se ha asociado con la aceleración de la maduración de los ovocitos, marcado por el regreso temprano de la meiosis (6 días después de la aparición de la nueva ola, reduciendo la calidad del embrión y provocando la ruptura de la vesícula germinal (Revah y Butler, 1996).

Según el autor Fonseca et al. (1983) menciona que altas concentraciones de P4 durante el ciclo estral que precede a la inseminación se han asociado con mejores resultados de concepción al reducir en la incidencia de ciclos cortos después de la inseminación Silvia et al. (1991).

La inseminación de las vacas con ovulación inducida desde el folículo dominante de la primera onda folicular resultó en resultados de fertilidad inferiores a los folículos foliculares de segunda ola (Bisinotto et al., 2010).

Mientras que para Denicol et al. (2012) menciona que tal diferencia se puede atribuir a las concentraciones reducidas de P4 durante el crecimiento del folículo ovulatorio de la primera onda folicular, ya que se obtuvo similitud en el resultado de vacas que fueron suplementadas con progesterona exógena.

### **3.6.2 Sincrogest Progesterona Inyectable**

Esta progesterona inyectable es una hormona esteroide que llega a determinar la duración del ciclo estral a través del bloqueo de la secreción de la hormona liberadora de las gonadotrofinas (GnRH) en el hipotálamo y por lo tanto, de LH y la ovulación. Sincrogest® Injetável tiene amplia utilización en la medicina veterinaria cuando es necesario reproducir el efecto de progestágenos naturales (Urofino, 2020).

Llega a poseer una amplia utilización en medicina veterinaria cuando es necesario reproducir el efecto de progestágenos naturales, es indicado para hembras bovinas en la sincronización de onda folicular en la utilización en conjunto con estrógenos. Tal asociación determina la atresia de folículos y emergencia de una nueva onda folicular, también es indicado para la inducción de lactancia de hembras bovinas, cuando utilizado en protocolos farmacológicos para esta finalidad (Urofino, 2020).

### **3.7 Condición Corporal**

Wattiaux (2015) menciona que los grados de condición corporal son una herramienta utilizada para ajustar la alimentación y las prácticas de manejo para producción de leche y minimizar los desórdenes reproductivos. Las vacas que se encuentran demasiado delgadas poseen:

- Una producción de leche reducida debido a una falta de reservas corporales adecuadas para ser utilizadas en el comienzo de la lactancia.
- Una mayor incidencia de ciertas enfermedades metabólicas (quetosis, desplazamiento abomasal, etc.)
- Una reiniciación demorada del ciclo estral luego del parto.

Por otro lado, las vacas que se encuentran demasiado gordas poseen:

- Un mayor número de complicaciones al parto (parto difícil).

- Una depresión del consumo voluntario de materia seca en el comienzo de la lactancia lo que predispone a la vaca para un incremento en la incidencia de ciertas enfermedades metabólicas (síndrome de la vaca gorda, quetosis, etc);
- Una reducción en la producción de leche

**Figura 3.**  
**Grados de condición corporal.**

Grado de condición corporal	Vértebra en la espalda	Aspecto posterior del hueso pélvico	Aspecto lateral de la línea entre las caderas	Cavidad entre cola y la tuberosidad isquiática	
				Aspecto posterior	Aspecto lateral
1 Subcondicionamiento severo					
2 Esqueleto obvio					
3 Buen balance de esqueleto y tejidos superficiales					
4 Esqueleto no tan obvio como tejidos superficiales					
5 Sobrecondicionamiento severo					

*Nota.* Adaptado de (A.J. Edmondson, I.J. Lean, C.O. Weaver, T. Farver and G. Webster. 1989. A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. J. Dairy Sci. 72:68-78.)

Álvarez (1997) menciona que la condición corporal se puede definir como la cantidad de grasa que llega a cubrir a la vaca, indicando la reserva de energía útil para hacer frente a las altas demandas que impone la producción de leche, el peso vivo del animal, el perímetro torácico y otros estimadores de las reservas corporales.

Uno de principales factores que determinan el éxito en una explotación de ganado es la eficiencia reproductiva, el estado nutricional influye sobre la duración del periodo de anestro posparto y la probabilidad de que las vacas se preñen, el grado de condición corporal (GCC) de las vacas al parto representa el factor más importante sobre la tasa de preñez en vacas (Madrigal 2001).



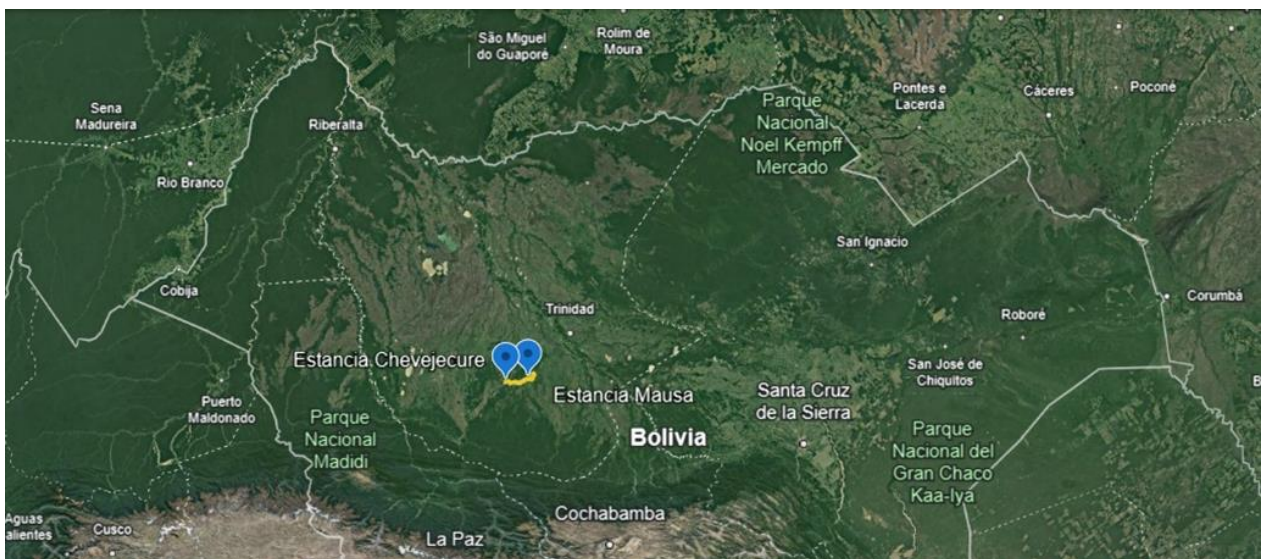
## 4 MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.1 Localización

#### 4.1.1 Área de Investigación

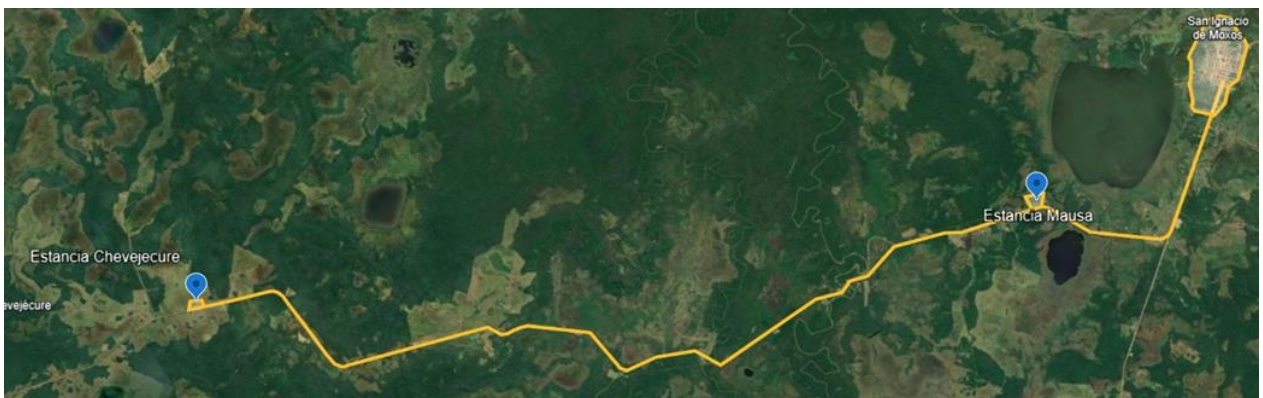
De acuerdo a Ciddebeni (2007), menciona que las Estancia Ganadera Chevejecure ubicada en el Municipio de San Ignacio a 49 kilómetros y 12 kilómetros respectivamente y a 120 y 180 kilómetros de la localidad de San Borja departamento del Beni. El municipio cuenta con una superficie de 13.350 km<sup>2</sup>.

**Figura 4. Ubicación Geográfica Bolivia**



*Nota. Adaptado de Google Earth (2024).*

**Figura 5. Ubicación Geográfica de las Estancias Chevejecure con relación a San Ignacio de Moxos**



*Nota. Adaptado de Google Earth (2024)*

## **4.2 Ubicación Geográfica**

La localidad de San Ignacio de Moxos la capital de la provincia de Moxos del departamento de Beni - Bolivia. Está situada a 90 kilómetros al oeste de Trinidad, capital del departamento, se conecta con San Borja, la localidad más poblada de la provincia José Ballivián. Limita por el noroeste con la provincia Yacuma, en el sudoeste por la provincia Ballivián, al sur con el departamento de Cochabamba, en el sureste de la provincia Marbán, y presenta una altitud de 170 metros sobre el nivel del mar (Asamblea Legislativa Departamental del Beni, 2018).

### **4.2.1 Longitud y Latitud**

Con respecto a la ubicación geográfica, la estancia Chevejecure se encuentra a 15°50'19" Sur, 65°53'02" oeste. Latitud sur: 14° 10'00" y longitud 064°57'00"o este respectivamente, a una altitud entre 193 y 170 m.s.n.m.

## **4.3 Características Ecológicas**

### **4.3.1 Clima**

San Ignacio, con más de 100.000 km<sup>2</sup> de uno de los humedales más grandes del mundo. Forma predominante de la vegetación en San Ignacio es el tropical de sabana, temperatura máxima promedio es 34°C en septiembre y de 29°C en junio y la temperatura promedio durante todo el año entre 24 ° C y 34 ° C (Meteoblue, 2006).

### **4.3.2 Humedad**

Ciddebeni (2007) menciona que 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.

### **4.3.3 Precipitación**

La precipitación anual del departamento alcanza un máximo de 2500 mm y un mínimo de 1400 mm, el promedio anual es de 1800 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 lluvioso

diciembre hasta marzo, con un máximo en enero (Ciddebeni, 2007).

Durante los meses con mayor cantidad de lluvia (diciembre – marzo) cae más del 53 por ciento del total de las lluvias registradas para un año. Por lo general, si bien las precipitaciones disminuyen gradualmente desde la serranía hacia la llanura, las temperaturas medias anuales y mensuales varían menos; mensual menor de 60mm (Ciddebeni, 2007).

#### **4.3.4 Flora**

Según Ciddebeni (2007) afirma que la existencia de más de 2000 especies vegetales en el Beni, que representan más del 60 % de las existentes en todo el país, demuestra la diversidad y riquezas de sus bosques. El 49,17 % del total de la superficie departamental está constituido por los bosques, ríos, lagos y otros representantes de un área aproximada de 105.000 km<sup>2</sup>.

La mayor parte de la masa boscosa cuenta con alrededor de 105 especies maderables de alto valor comercial como: Mara, Cedro roble, Sangre del toro, Palo maría, Ochoó, Tajibo y especies no maderables como la goma y la castaña de gran potencial agroindustrial que se encuentran en los bosques amazónicos del norte y este de las provincias Vaca Díez e Iténez (Ciddebeni, 2007).

#### **4.3.5 Fauna**

Se consideran tres grandes ambientes naturales: bosques, sabanas y ambientes acuáticos. La riqueza de especies de animales en estos tres grandes ambientes es diferente. Los bosques son diversos en cuanto a su composición florística y estructura, lo que determina una alta variedad de ambientes para la fauna. La fauna además se diferencia de acuerdo a los estratos de bosque que ocupa y aprovecha. La cantidad de especies además tiende a aumentar hacia el pie de monte y las serranías (Ciddebeni, 2007)

### **4.4 Materiales**

#### **4.4.1 Campo**

- Aplicador intravaginal
- Jeringas descartables de 3 ml
- Agujas descartables N°18

- Guantes Obstétricos
- Guantes de Latex
- Fundas
- Tijera
- Alcohol
- Papel Secante
- Equipo de IA
- Baldes
- Registro
- Ecógrafo

**Figura 6. Material de Campo.**



#### **4.4.2 Biológico**

- 48 Hembras Bovinas Lecheras Mestizas Cebú con edad de 3 – 8 años
- 48 pajuelas

#### **4.4.3 Insumos**

- Sincrogest® (Progesterona inyectable de larga acción)

**Figura 7. Hormona Sincrogest® Inyectable**



*Nota.* Adaptado de Urofino Salud Animal.

## **4.5 Metodología**

### **4.5.1 Selección de Animales**

Se realizó en la estancia “Chevejecure” donde se seleccionó hembras bovinas lecheras con una condición corporal de 2,5 – 3 además que se las dividió en dos grupos, el primer grupo fue de vacas recién paridas y el segundo fue de vaquillas.

### **4.5.2 Procedimiento Experimental**

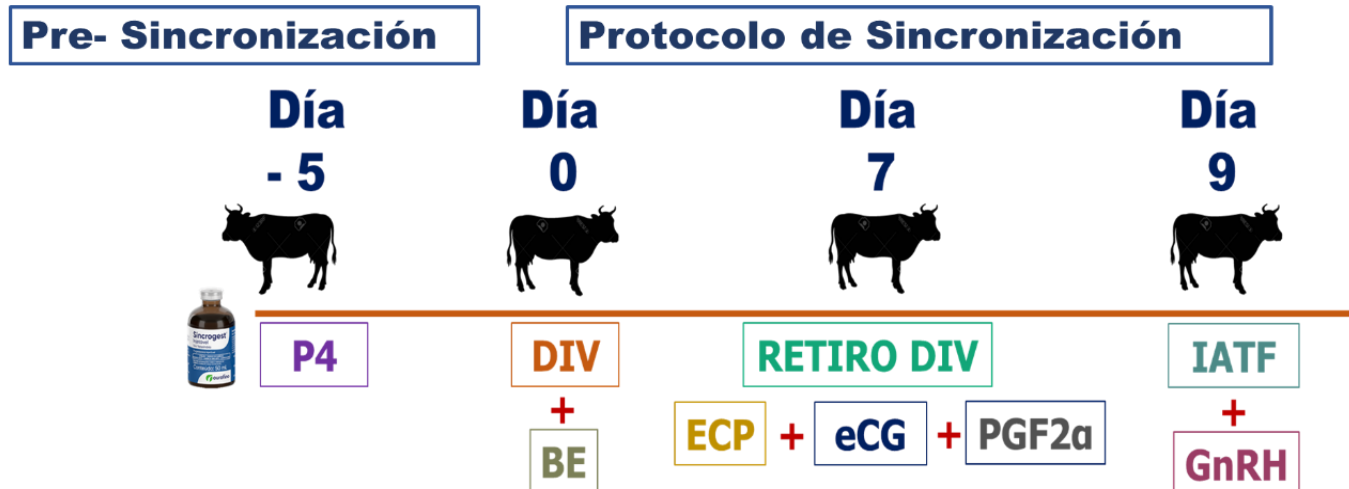
Para la investigación se utilizaron un total de 48 hembras lecheras, en fecha 16 de septiembre del año 2022, se preparó a un grupo de 21 vacas y 27 vaquillas en la estancia Chevejecure, se las seleccionó según su condición corporal y edad, posterior a ello se realizó un registro para que ingresen a la pre sincronización cinco días antes con la progesterona de larga acción (Sincrogest®).

### **4.5.3 Inicio del protocolo de sincronización de celo**

Una vez que se realizó la selección de las hembras lecheras se procedió a administrar 1ml de Sincrogest® a cada vaca y vaquilla seleccionada, cabe recalcar que en literatura mencionan que se debe administrar la hormona 10 días antes para realizar una pre sincronización, pero en este trabajo de investigación se la administro 5 días antes de empezar el protocolo de sincronización.



**Figura 8. Protocolo de Sincronización**



Fuente: La autora.

P4: Progesterona; DIV: Dispositivo Intravaginal; BE: Benzoato de Estradiol; ECP: Cipionato de Estradiol; eCG: Gonadotropina Coriónica Equina; PGF2α: Prostaglandina F2 α; IATF: Inseminación a Tiempo Fijo; GnRH: Hormona Liberadora de Gonadotropinas

En fecha 16 de septiembre del 2022 día “-5” se administró la progesterona (P4) inyectable por vía intramuscular (IM) a todas las vacas y vaquillas seleccionadas para el trabajo de investigación.

Posterior a la administración de progesterona inyectable 5 días después se inició con el protocolo (figura 8), donde en fecha 22 de septiembre del año 2022 día “0” se colocó dispositivo intravaginal (DIV) más BE (2ml) por vía intramuscular (IM).

En fecha 29 de septiembre del año 2022 día “7” se retiró el dispositivo intravaginal (DIV) y se administró 1ml de cipionato de estradiol (ECP), 2ml de gonadotropina coriónica equina (ecG) y por ultimo 2 ml prostaglandina F2α (PGF2α).

Finalmente en fecha 01 de octubre del año 2022 “día 10” se realizó la IATF (Inseminación Artificial a Tiempo Fijo) con pajuelas de 0.25 ml y 0.5ml.

En fecha 25 de noviembre del 2022 se realizó el diagnostico de preñez post IATF, con un ecógrafo portátil de uso veterinario Mindray DP 10VET con transductor transrectal de tipo lineal.

#### 4.5.4 Preñez Acumulada en Vacas y Vaquillas

Se realizó el promedio total de las vacas y vaquillas que quedaron preñadas y vacías con el uso del protocolo de pre - sincronización con (P4) inyectable de larga acción.

#### **4.5.5 Variables de estudio**

Para el trabajo de investigación se tomó las siguientes variables:

##### **4.5.5.1 Condición Corporal**

Se seleccionó un total de 48 hembras bovinas lecheras entre vacas y vaquillas donde se las categorizó como buenas ya que se encontraban dentro del rango de la condición corporal (2,5 a 4).

##### **4.5.5.2 Edad**

Dentro de las 48 hembras bovinas lecheras seleccionadas, estuvieron dos grupos, el primer grupo fue de vacas recién paridas con un rango de edad de 3 a 8 años, en el caso del segundo grupo fueron de las vaquillas 3 años.

#### **4.5.6 Variables de Respuesta**

##### **4.5.6.1 Porcentaje de preñez**

La tasa de preñez es definida como el número de vacas preñadas y vacías que han finalizado el período de espera voluntario en un hato lechero, la tasa de preñez permite identificar problemas relacionados con la falla en la concepción y aquellos asociados con la eficiencia en la detección de estros (Hernández, 2016).

Cutaia et al. (2003) mencionan que la tasa de concepción o eficiencia técnica, se refiere al porcentaje de hembras que quedaron gestantes del total inseminadas o montadas en un periodo dado, generalmente se evalúa para periodos de un mes, por época y anual. En el mundo, las tasas de concepción promedian alrededor del 50% Índice de concepción: Porcentaje de vacas que son confirmadas preñadas luego del servicio. La división de uno por el índice de concepción es igual a servicio por concepción.

Por ello se tomó el registro de todas aquellas hembras bovinas lecheras inseminadas a tiempo fijo que llegaron a ser preñadas según su condición corporal y edad cuando se les administró progesterona por vía parenteral (IM) como pre- sincronizador.

El diagnóstico de preñez se realizó en fecha 25 de noviembre del año 2022 post IATF, con un ecógrafo portátil de uso veterinario Mindray DP 10VET con transductor transrectal de tipo lineal.

$$\text{Porcentaje de preñez (\%)} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de Vacas preñadas}}{\text{N}^\circ \text{ de Vacas Servidas}} \times 100$$

#### 4.5.6.2 **Preñez Acumulada**

Se calculó la preñez acumulada en todas aquellas hembras bovinas lecheras que fueron preñadas con el protocolo de pre - sincronización.

#### 4.5.7 **Análisis Estadístico**

Para el trabajo de investigación los datos recolectados fueron tabulados de acuerdo al número de vacas preñadas post IATF de la estancia de Chevejecure. Se utilizó toda la información y se evaluó estadísticamente a través de una tabla de contingencia junto a la prueba de Ji cuadrado (chi cuadrado) posterior a ello se tabulo los datos en el programa de InfoStatt.

$$X^2 = \sum \frac{(fo - fe)^2}{fe}$$

Donde:

$x^2$ . – Ji calculado; Variable de respuesta

$fo$ . – % valor observado en el i – esimo tratamiento

$fe$ . – % valor esperado en el i – esimo tratamiento.

Fuente: Clifford & Taylor (2008).

#### 4.5.8 **Análisis de Costos**

Se realizó un análisis de costos, donde se evaluó todas las características del protocolo original junto con la hormona Sincrogest, detallando en bolivianos y dólares los costos tanto por animal como en costos totales y se realizó una comparación de costos con el protocolo original sin el uso de la progesterona inyectable de larga acción.



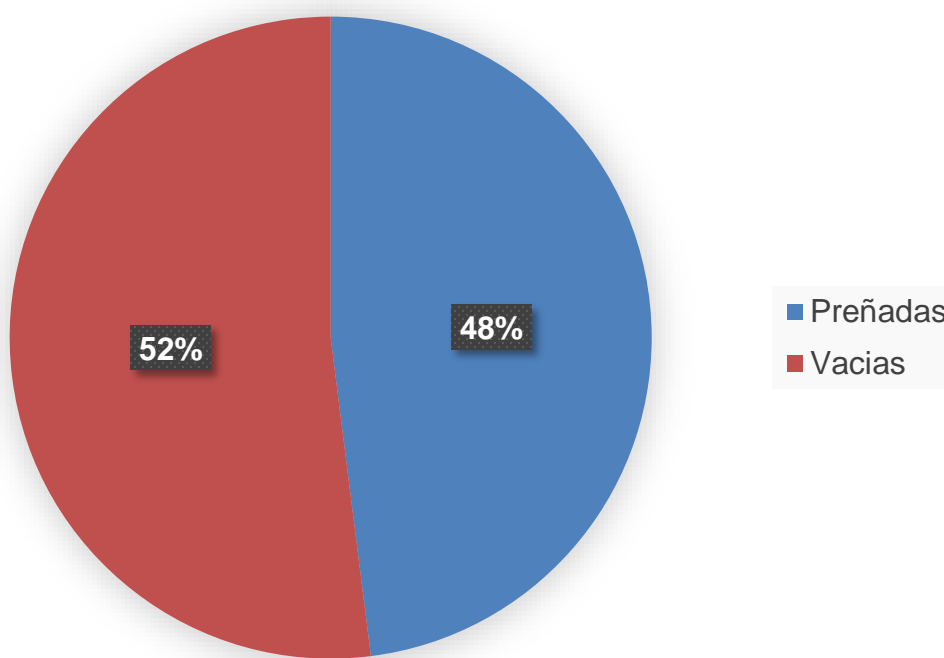
## 5 Resultados y Discusiones

### 5.1 Porcentaje de Preñez en Vacas tratadas con P4

En la figura 9, se observa el porcentaje de preñez del primer grupo de las 21 hembras lecheras que fueron pre sincronizadas con progesterona por vía parenteral, dieron como resultado, un 48% de preñez, mientras que las vacías fue de un 52% de vacas evaluadas. Lo que nos muestra que la administración de la progesterona Sincrogest en vacas de la estancia Chevejecure no llegó a tener un máximo de 50% de preñez, como se lo esperaba.

García et al. (2022) en el estudio titulado Efectos del protocolo pre-TAI con diferentes progesterona inyectable (P4) sobre la tasa de preñez en vacas, tuvo como objetivo evaluar la eficacia de dos progesteronas inyectables (P4) diferentes en el protocolo previo a la TAI en vacas la administración de Sincrogest injetável® obtuvo un 52,7% de preñez y Progecio = 46,2% dando así a entender que en el protocolo de pre sincronización con Sincrogest mostró una P/IA satisfactoria, independientemente de la expresión del estro.

**Figura 9. Porcentaje de Preñez en Vacas Seleccionadas de la Estancia Chevejecure.**



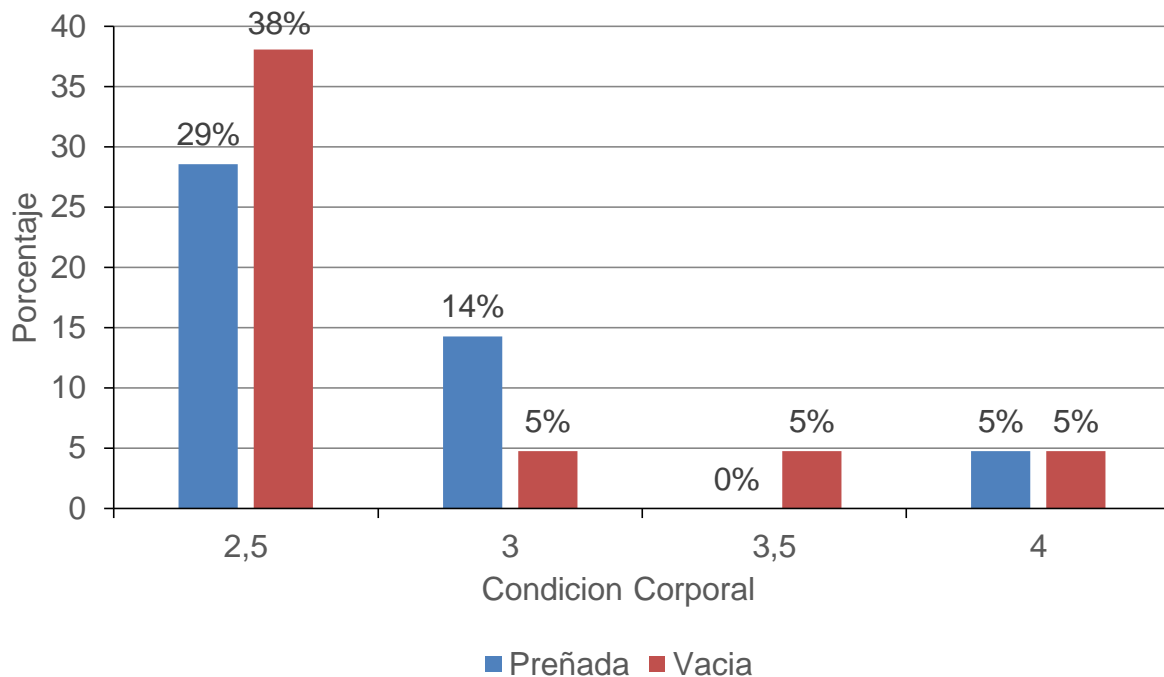
Así mismo el estudio realizado por Botelho & Narváez (2020) titulado Pre-sincronización con progesterona para la Inducción de Ciclicidad en Vacas *Bos taurus indicus* en Periodo de Anestro posparto, mencionan que observaron una mayor tasa de gestación para el grupo que fue pre-sincronizado por tres días con P4 (40 %), con relación a los grupos de seis días de pre-sincronización y control (25 % y 32 %, respectivamente).

De forma similar el trabajo de investigación de Mamani (2023) en su trabajo titulado Efecto de la Administración de Progesterona Parenteral, Sobre el Reconocimiento Embrionario en Hembras Bovinas Mestizas Cebú Inseminadas a Tiempo Fijo, San Ignacio De Moxos, Beni, obtuvo como porcentaje de preñez 48% (24/50), en cuanto a vacas no tratadas un 38 % (19/50).

Otro estudio realizado por Rodríguez et al. (2022) que trabajaron con dos rebaños localizadas en el departamento de Santa Cruz tuvieron como objetivo de su estudio el realizar una comparación del efecto de la presincronización (Pre-Synch) con dos inyectables comerciales distintos. progesterona (P4) treinta días antes del protocolo basado en E2-P4 sobre la tasa de ciclicidad al inicio del protocolo TAI (inducción de la pubertad) y tasa de concepción. Novillas Nelore no cíclicas (n = 606; anestro) de dos rebaños con 22 meses, 3,0 BCS (escala 1-5) y 350,9 ± 35,2 kg fueron asignados aleatoriamente a uno de dos grupos donde el primer grupo de novillas fueron tratadas con 150 mg de Sincrogest inyectável®, obteniendo así un 50,1% (155/304) en preñez.

### 5.1.1 Porcentaje de Preñez en relación a la variable Condición Corporal en la estancia Chevejecure

**Figura 10. Porcentaje de Preñez en Vacas con relación a la Condición Corporal**



De acuerdo con la figura 10 podemos observar que el mayor porcentaje de preñez la tienen las hembras lecheras con una C.C de 2,5, siendo 6 hembras bovinas preñadas (29%), mientras que las vacias fueron de 8 (38%), por otro lado las que tienen una C.C. de 3 solo preñaron 3 hembras (14%) y 1 estuvo vacia (5%), por ultimo las que poseen una C.C. de 3,5 no se obtuvo preñez algunas y finalmente las vacas con una C.C. de 4 dieron un resultado de 1 vaca preñada (5%) y 1 vaca vacia (5%) obteniendo de modo similar resultandos iguales. Este grupo de hembras vacias puede deberse que no preñaron debido a factores individuales de su sistema reproductivo.

El trabajo realizado por Gomes & Narváz (2021) titulado Pre-sincronización con Progesterona para la Inducción de Ciclicidad en Vacas *Bos taurus indicus* en Periodo de Anestro Posparto mencionan que todas las vacas seleccionadas presentaron una condición corporal de  $2,5 \pm 0,2$  en la escala de 1 a 5, el grupo de pre sincronizacion por 3 dias tuvo un 40% y finalmente el grupo de pre sincronizacion por 6 dias tuvo un 25%.

Vacas con buena CC tienen 88 veces mayor probabilidad de tener éxito reproductivo, además de la importancia que llega a influir la CC en la reproducción de un hato lechero así lo mencionan Markusfeld et al., (1997), Ciccioli et al., (2003) y Looper et al., (2003).

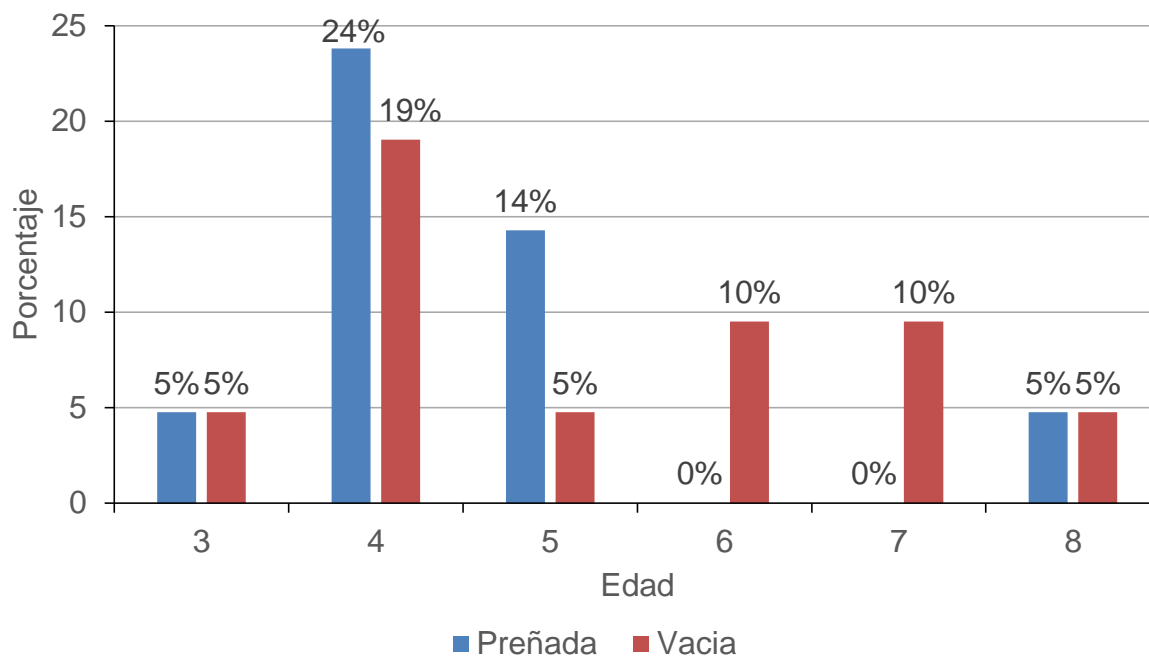
**Tabla 2. Prueba de Chi Cuadrado para las variables de Condición Corporal y Preñez en Vacas tratadas con P4 en la Estancia de Chevejecure.**

Estadístico	Valor	gl	P
Chi Cuadrado Pearson	15,99	4	0,0030
Chi Cuadrado MV- G2	21,79	4	0,0002
Coef. Coting. Cramer	0,62		
Coef. Coting. Pearson	0,66		

Una vez que se realizó la prueba de independencia de chi cuadrado, se puede observar en la tabla 2, que la variable porcentaje de preñez es dependiente de la variable condición corporal, de acuerdo al resultado  $p= 0,0030$ , el cual es menor a  $p =0,05$  aceptando así la hipótesis alterna  $H_a$ . Por tanto, la condición corporal si esta relacionada con el porcentaje de preñez en vacas seleccionadas con una condición corporal mayor a 2,5.

### 5.1.2 Porcentaje de Preñez en relación a la variable Edad en la estancia Chevejecure

**Figura 11. Porcentaje de preñez en Vacas con relación a la Edad en la Estancia de Chevejecure**



Por otra parte en la figura 11 se observa que el total de hembras bovinas que llegaron a ser preñadas con relación a la variable edad fue un 5% en vacas con edad de 3 años equivalente a 1 vaca preñada, en el caso de 4 años se preñaron 5 (24%), por otro lado las vacas con la edad de 5 años preñaron solo 3 (14%), en el caso del grupo de 8 años se preño 1 (5%), las hembras bovinas lecheras no preñadas con la edad de 3 años obtuvo 5%, con la edad de 4 años (19%), con edad de 5 años (5%) y finalmente en aquellas vacas con edad de 6 y 7 no se obtuvo preñez probablemente porque las hembras ya están en una edad muy avanzada y algunas fallas respecto a factores reproductivos, en el caso del grupo de 8 años fue de un (5%).

Mamani (2022) en su trabajo evaluó el porcentaje de preñez de acuerdo a la edad, donde en vacas de 5 años logró un 58% de preñez (7/12), de 6 años 53% (9/19) y de 7 años 42% (8/19) de preñez respectivamente.

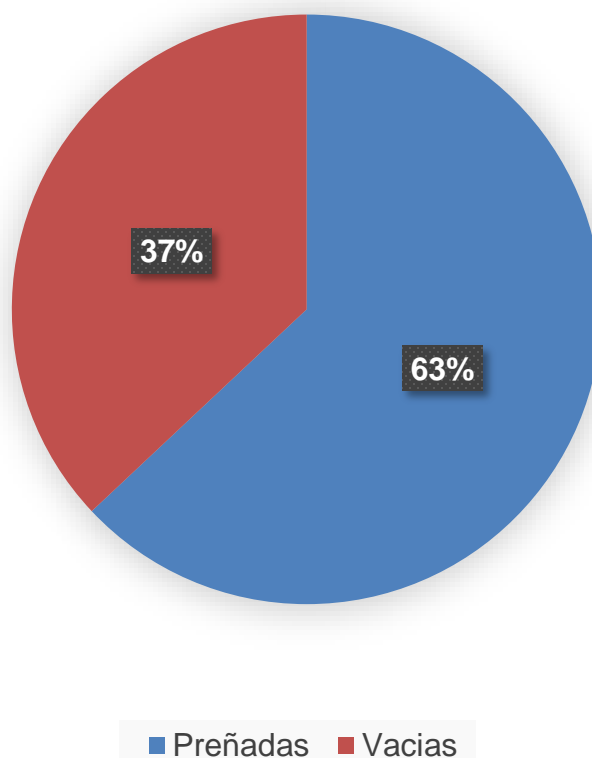
**Tabla 3. Prueba de Chi Cuadrado para las variables de Edad y Preñez en Vacas en la Estancia de Chevejecure.**

Estadístico	Valor	Gl	P
Chi Cuadrado Pearson	5,08	5	0,4068
Chi Cuadrado MV- G2	6,66	5	0,2476
Coef. Coting. Cramer	0,35		
Coef. Coting. Pearson	0,44		

Al realizarse la prueba de independencia de chi cuadrado, podemos observar en la tabla 3 que la variable porcentaje de preñez es independiente de la variable edad, aceptando así la hipótesis nula, de acuerdo a nuestro resultado  $p= 0,4068$ , el cual es no significativo ( $>0,05$ ). Por lo tanto no existe relación entre la variable a edad con relación al porcentaje preñez en aquellas con la edad de 4 y 5 años dando así mejores resultados.

## 5.2 Porcentaje de Preñez en Vaquillas Tratadas con P4.

**Figura 12. Porcentaje de Preñez en Vaquillas Seleccionadas.**



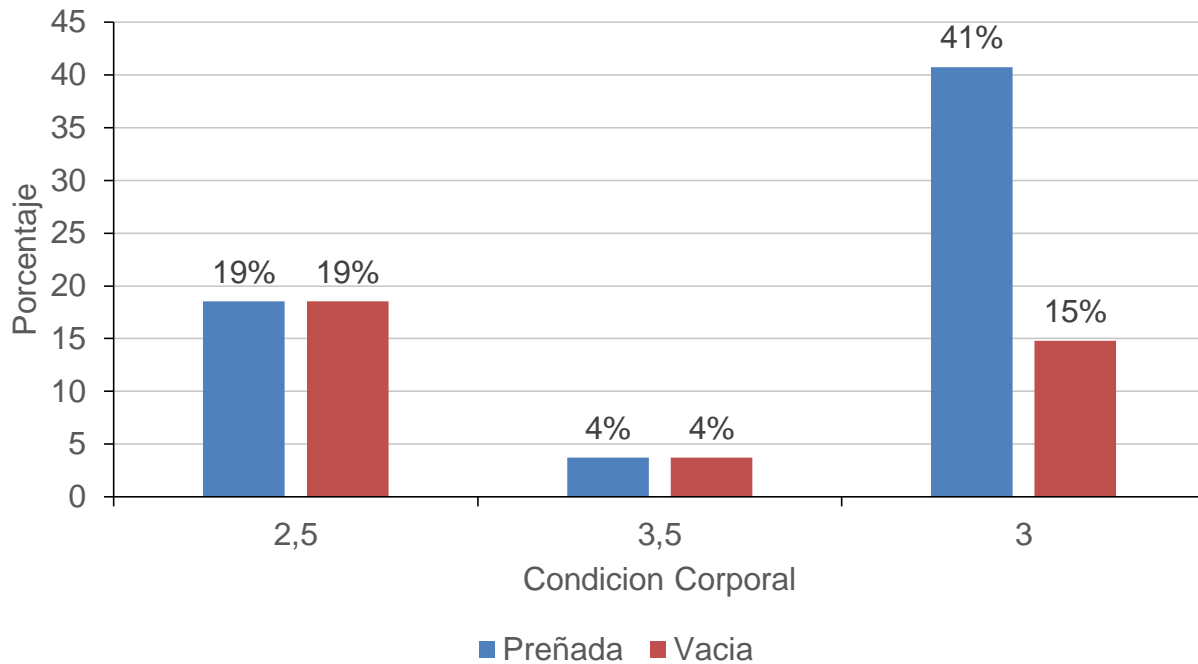
Como se observa en la figura 12, el porcentaje de preñez de las vaquillas que fueron pre sincronizadas con progesterona por vía parenteral dieron como resultado, un (63%) de preñez, mientras que las vacías fueron de un (37%) de vaquillas evaluadas. Lo que muestra una alta efectividad de preñez para protocolos de pre sincronización con la progesterona inyectable Sincrogest aplicada en vaquillas.

Bastos de Souza et al. (2016), mencionan que en novillas de raza Nelore sometidas a pre-sincronización con P4 por 8 días, obtuvieron mejoras de las tasas de gestación al final de la estación de monta.

Asi mismo en el trabajo realizado por Rodriguez et al. (2022) la tasa de ciclicidad global fue del 45,2% (274/606). Las novillas del grupo de Sincrogest inyectable mostraron una mayor tasa de ciclicidad en inicio del protocolo TAI [Sincrogest inyectable=50,1% (155/304). El embarazo en general la tasa fue del 52,3% (292/558). Se observó una tasa de embarazo similar entre los grupos 30 días después de la TAI Sincrogest=51,6% (145/281) asi concluyo el trabajo de investigacion de los autores

### 5.2.1 Porcentaje de Preñez en relación a la variable Condición Corporal en Vaquillas

**Figura 13. Porcentaje de preñez en Vaquillas con relación a la Condición Corporal.**



En figura 13 se puede observar que las vaquillas con una C.C. de 2,5 obtuvieron un porcentaje del (19%) equivalente a 5 vaquillas preñadas, en el caso de las vaquillas vacías se obtuvo el mismo porcentaje, por otro lado las vaquillas con una C.C. de 3,5 obtuvieron un (4%) equivalente a 1 vaquilla preñada a la par de la vaquilla vacía, finalmente con la de C.C. de 3 se obtuvo un mejor resultado ya que se preño un (41%) equivalente a 11 vaquillas, solo quedaron vacías (15%) equivalente a 4 vaquillas.

Sin embargo Granados (2017) evaluó 1458 vacas de cría raza, obteniendo una relación altamente significativa entre CC y el PP de las vacas ( $p \geq 0.0001$ ,  $OR=88.1$ ); un resultado importante fue que el estado productivo no es influyente en la reproducción de una vaca, siempre y cuando haya una buena CC ( $p=0,14$ ;  $OR=1,8$ ). Al evaluar la relación entre CC y estado 68 reproductivo, observó que existe una relación altamente significativa ( $p < 0,0001$ ), donde las vacas con buena CC alcanzaron una preñez del 75.6 %, en tanto que las vacas con una mala CC lograron la concepción solo en un 68,2%.



**Tabla 4. Prueba de Chi Cuadrado para las variables de Condición Corporal y Preñez en Vaquillas de la Estancia Chevejecure.**

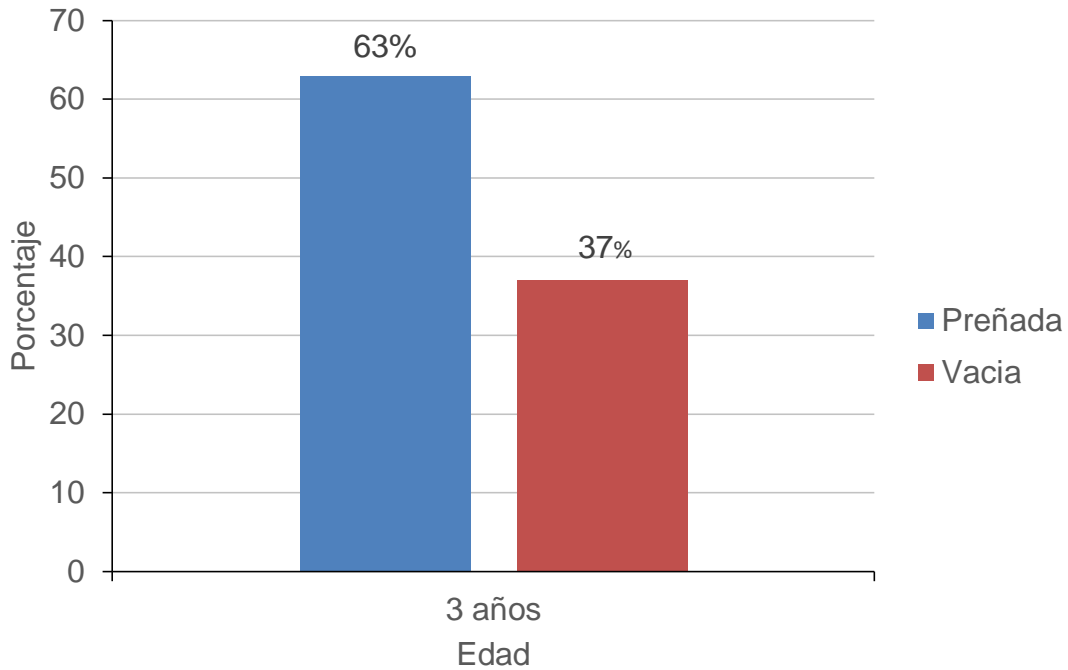
Estadístico	Valor	Gl	P
Chi Cuadrado Pearson	1,56	2	0,4592
Chi Cuadrado MV- G2	1,56	2	0,4581
Coef. Coting. Cramer	0,17		
Coef. Coting. Pearson	0,23		

Al realizarse la prueba de independencia de chi cuadrado, podemos observar en la tabla 4 que la variable porcentaje de preñez es independiente de la variable condición corporal, aceptando así la hipótesis nula, de acuerdo a nuestro resultado  $p= 0,4592$ , el cual es no significativo ( $>0,05$ ) indicando que no existe relación en el porcentaje de preñez con respecto a la condición corporal, pero se puede observar que en vaquillas con C.C. de 3 se obtuvo una mejor respuesta al tratamiento con P4 con una diferencia de 41 % entre vaquillas de 2,5 y 3,5.

De igual manera Castañón (2022) menciona que es importante evaluar la CC de las vacas ya que esta variable tiene una repercusión directa con el PP. Es importante tomar en cuenta que generalmente los animales bajan 1 a 2 puntos de CC (escala 1-5) luego del parto y que deben recuperar una CC óptima para llegar en buenas condiciones al servicio y poder mantenerse para la nueva preñez y la cría en pie. Para lograr este objetivo es importante que el ganadero siga las recomendaciones de manejo que el veterinario realice para lograr recuperar la CC, si fuera necesario, o para mantener el estado del rodeo.

### 5.2.2 Porcentaje de Preñez en relación a la variable Edad en Vaquillas

**Figura 14. Porcentaje de preñez con relación a la Edad en Vaquillas Seleccionadas.**



En la figura 14 se puede observar que las vaquillas evaluadas con una edad de 3 años, obtuvieron un (63%) de preñez equivalente a 17 vaquillas, por otro lado las vaquillas vacias fueron solo un (37%) equivalente a 10 vaquillas. Con este resultado se puede confirmar que la pre sincronización con progesterona de larga acción Sincrogest administrandola cinco días antes, llega a tener en vaquillas con la edad de 3 años es un gran resultado ya que con el trabajo de investigación se obtuvo un buen porcentaje de preñez.

Sin embargo en los resultados de Gomes & Narváz (2021) donde trabajaron con vacas de 4 y 8 años donde las tasas de gestación demostraron superioridad del grupo pre-sincronización con P4 por 3 días respecto a las de los grupos pre-sincronización por 6 días y grupo control (40 %, 25 % y 32 %, respectivamente).

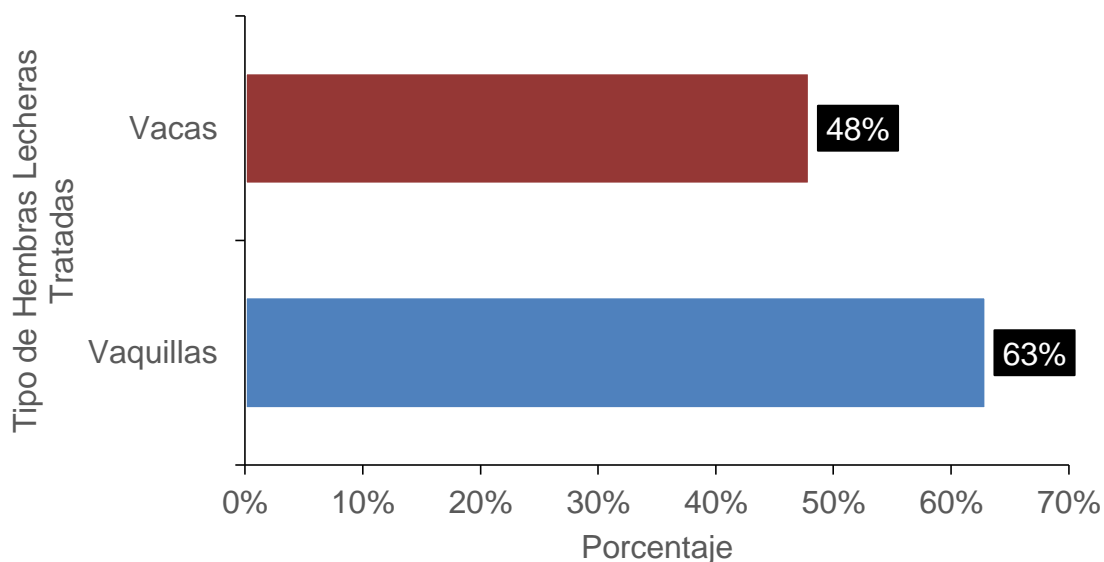
**Tabla 5. Prueba de Chi Cuadrado para las variables de Edad y Preñez en Vaquillas de la Estancia Chevejecure.**

Estadístico	Valor	Gl	P
Chi Cuadrado Pearson	1,81	1	0,1779
Chi Cuadrado MV- G2	1,84	1	0,1755
Coef. Coting. Cramer	0,26		
Coef. Coting. Pearson	0,25		

Según la prueba estadística de Chi cuadrado  $p = 0,1779$  el cual es no significativo ( $>0,05$ ) aceptando así la hipótesis nula  $H_0$ , también nos indica que no existe relación entre el porcentaje de preñez con la edad, pero se puede observar que las vaquillas de esta edad lograron una mejor respuesta al tratamiento con la hormona progesterona inyectable sincrogest.

### 5.3 Comparación del Porcentaje de Preñez en relación Vacas y Vaquillas de la Estancia Chevejecure.

**Figura 15. Porcentaje Total de Preñez en Vacas y Vaquillas.**



A través de la presente figura 15, se puede observar que el porcentaje de preñez es mayor en vaquillas con un (63%) a comparación de las vacas (48%), esto debido a que la selección de las hembras lecheras de este trabajo de investigación tuvo como

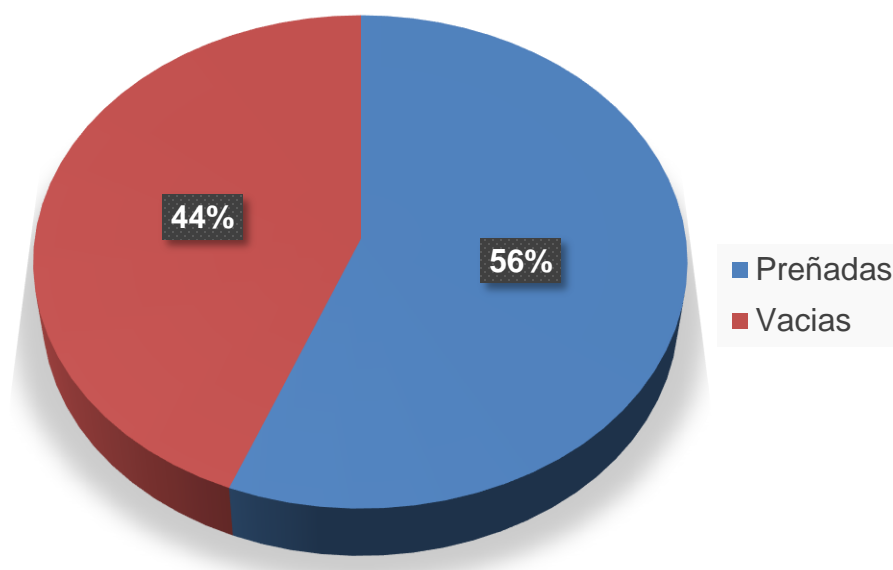
finalidad seleccionarlas según su condición corporal y su edad, al utilizar la progesterona de larga acción como pre sincronizador llego a producir una gran pulsatilidad de la Hormona Luteinizante (LH) en nuestras hembras tratadas logrando así un gran resultado en vaquillas a comparación de vacas.

Así mismo los resultado de los autores Cunha et al. (2008) analizaron el efecto de la concentración de progesterona antes de la IATF en vacas de alta producción lechera, donde observaron tasas de gestación de 37,1 % en aquellas vacas sometidas a bajas concentraciones de progesterona y un 51 % para las hembras sometidas a altas concentraciones de progesterona.

Reportaron también que las vacas con bajas concentraciones plasmáticas de P4, antes de la IA, presentaron mayores pérdidas gestacionales (14,3 %) y (6,8 %) respecto a las vacas sometidas a altas concentraciones de P4 (Cunha et al., 2008).

#### 5.4 Preñez Acumulada

**Figura 16. Preñez Acumulada de Hembras Lecheras Tratadas con P4 como pre sincronizador.**



En la figura 16 se observa la preñez acumulada de las hembras lecheras preñadas en el protocolo de pre- sincronización con progesterona por vía parenteral (IM), donde se obtuvo un 56% de preñez acumulada y un 44% de hembras vacías, dando a entender que la hormona tiene una gran efectividad para los protocolos de pre- sincronización especialmente en vaquillas con una buena condición corporal y también edad.

## 5.5 Análisis de Costos

**Tabla 6. Costo Protocolo Original**

<b>Material</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio/Vaca (Bs)</b>	<b>Costo Total</b>	<b>USD</b>
Protocolo Hormonal + DIV	48	48	Bs. 2,304	\$ 332,23
Semen Congelado	48	72	Bs. 3,456	\$ 498,37
Nitrógeno Líquido	1	-	Bs. 500	\$ 72,10
Fundas	48	1.12	Bs. 53,76	\$ 7,79
Jeringa 5 ml	5	0.84	Bs. 4,20	\$ 0,58
Guantes Obstétricos	2	1.4	Bs. 2,80	\$ 0,43
<b>Total</b>			<b>Bs.6.320,76</b>	<b>\$ 911,46</b>
<b>Costo por Animal</b>			<b>Bs.131,68</b>	<b>\$ 19,18</b>

En la tabla 6, se puede observar un detalle del protocolo de sincronización de celo que normalmente se realiza en una estancia ganadera, el cual llega a tener un costo de Bs. 131,68 por hembra lechera. También podemos observar un detalle de los costos totales que fueron de Bs. 6.320,76 de aplicar el protocolo sin el uso de la progesterona inyectable en las 48 hembras lecheras que se evaluaron

**Tabla 7. Costo Protocolo de Pre- Sincronización con Progesterona Inyectable**

Material	Unidad	Precio/Vaca (Bs)	Costo Total	USD
<b>Hormona Inyectable</b>				
Sincrogest® (Progesterona inyectable de larga acción)	1	7,5	Bs. 360	\$ 52,03
Protocolo Hormonal + DIV	48	48	Bs. 2,304	\$ 332,23
Semen Congelado	48	72	Bs. 3,456	\$ 498,37
Nitrógeno Líquido	1	-	Bs. 500	\$ 72,10
Fundas	48	1.12	Bs. 53,76	\$ 7,79
Jeringa 5 ml	5	0.84	Bs. 4,20	\$ 0,58
Guantes Obstétricos	2	1.4	Bs. 2,80	\$ 0,43
<b>Total</b>			<b>Bs. 6.680,76</b>	<b>\$ 963,34</b>
<b>Costo por Animal</b>			<b>Bs. 139,18</b>	<b>\$ 20,07</b>

Por otro lado en la tabla 7, se puede observar un detalle del protocolo de sincronización de celo con la progesterona sincrogest el cual llega a tener un costo de Bs. 139,18 por hembra lechera. También podemos observar un detalle de los costos totales los cuales fueron de Bs 6.680,76 de aplicar el protocolo con la progesterona inyectable Sincrogest, el cual se utilizó para evaluar a las 48 hembras lecheras en el presente estudio.

**Tabla 8. Comparación de Costos**

	Costo con p4 (bs)	Costo sin p4
Costo total	6.680,76	6.320,76
Por Animal	Bs. 139,18	Bs.131,68

En la tabla 8 se pueden observar ambos costos en el protocolo de pre – sincronización que están con el uso de la progesterona y sin la progesterona inyectable sincrogest, en los cuales podemos observar tanto costos por animal como los costos

totales de las hembras lecheras evaluadas y de los cuales, podemos definir que hay una mayor ventaja en la aplicación del protocolo conjuntamente con la progesterona inyectable, esto debido al mayor % de hembras preñadas que se presentaron con la aplicación de la progesterona en la estancia de Chevejecure, ya que el % de preñez que normalmente se presenta es del 49% al 51% en el mejor de los casos y a través del uso de la progesterona se obtuvieron % de preñez del 63% y 48%, lo que representa un mayor beneficio para las estancia ganaderas teniendo en cuenta que las diferencias de los costos por animal es de tan solo Bs.8 representando una buena inversión.

## 6 Conclusiones

Mediante el presente trabajo de investigación realizado se llegó a las siguientes conclusiones:

- Administrar la P4 (Progesterona) de larga acción sincrogest por vía parenteral como pre sincronizador cinco días antes de empezar el protocolo normal de sincronización en hembras lecheras obtuvo un porcentaje de preñez alto en la estancia trabajada obteniendo un 63% de preñez en vaquillas y 48% en vacas recién paridas.
- Con la variable condicion corporal se tuvo mayor tasa de preñez en aquellas vacas con una codición corporal de 2,5 obteniendo un 29%, en el caso de las vaquillas se obtuvo mejor preñez en aquellas con una condición corporal de 3 obteniendo 41% de preñez, llegando a tener mejor respuesta en la parte hormonal y reproductiva, según la prueba de chi, se obtuvo independencia entre las variables C.C. y preñez, por tanto la C.C. no afecta al porcentaje de preñez en las hembras lecheras seleccionadas.
- Respecto a la variable edad en relacion al porcentaje de preñez las vacas con 4 años obtuvieron un 24% de preñez seguido de las vacas con la edad de 5 años con un 14%; en el caso de las vaquillas fue mayor en aquellas de 3 años ya que obtuvo un 63%. Según la prueba estadística de Chi cuadrado en vacas indicó que no existe relacion en el porcentaje de preñez con la edad, de igual manera se dio con las vaquillas obteniendo independencia entre la variable edad y preñez.
- En cuanto al análisis de Costo/Beneficio se pudo observar que la inversión en el protocolo habitual por vaca sale a \$ 19,18 y con la progesterona inyectable Sincrogest sale a \$ 20,07 por hembra lechera tratada, existiendo una diferencia de \$ 1 entre tratamientos. En el caso del costo en bolivianos llegaría a ser Bs. 139,18 con el uso de la P4 y sin el uso de este es Bs.131,68 a pesar de tener solo una diferencia de Bs. 7,50 la P4 de larga acción llega a tener una elevada tasa de preñez en vaquillas y tambien vacas con edad y condicon corporal optima, favoreciendo asi al ganadero.



## **7 Recomendaciones**

- Se recomienda utilizar el protocolo de pre - sincronización con la progesterona inyectable sincrogest por vía parenteral (IM) en animales que lleguen a tener una condición corporal de 2-3 para obtener mejores resultados como pudimos observar en nuestro trabajo de investigación.
- Por los resultados obtenidos en el presente trabajo es muy efectivo realizar protocolos de pre- sincronización con la Hormona Sincrogest por vía parenteral (IM) debido a su función de larga acción llega a obtener un mayor porcentaje de preñez en hembras bovinas lecheras.
- Sugerir para futuros estudios diferente dosificación dada la falta de estudios en el país. Para que así puedan realizar el protocolo de pre sincronización con la progesterona inyectable de larga acción por vía parenteral (IM) en aquellos hatos lecheros. Así se podrá ver la cantidad de p4 en sangre y llegar a comparar con otras dosificaciones.
- Se recomienda realizar otros estudios con diferentes tiempos para aplicar protocolos de pre sincronización en hembras lecheras bovinas con baja condición corporal.
- Utilizar el protocolo de pre – sincronización con progesterona de larga acción en aquellas vaquillas pre púberes para inducir su ciclicidad.

## 8 Bibliografía

- Ayres, H., Ferreira, R. M., Cunha, A. P., Araújo, R. R., & Wiltbank, M. C. (2013). Double-Ovsynch in high-producing dairy cows: effects on progesterone concentrations and ovulation to GnRH treatments. *Theriogenology*, 79(1), 159–164.  
<https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2012.10.001>
- Arthur, G., D. & Pearson, H. (1991). Reproducción y Obstetricia Veterinaria. 6° ed. London. Ed. Interamericana MC Graw-Hill. 626 p.
- Aguilera, R. (2004). La Ganadería del Beni en Cifras. Beni: Federación de ganaderos del Beni y Pando.  
<https://www.uco.es/ucopress/az/index.php/az/article/download/5420/3424>
- Alberio, R., y Butler, H. (2001). Sincronización de los celos en hembras receptoras. En G. A. Palma, Biotecnología de la reproducción (págs. 61-77). Balcarce, Argentina Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria  
<https://repositorioinstitucional.uabc.mx/bitstream/20.500.12930/2835/1/VET008317.pdf>
- Álvarez, J. L. (1997). La condición corporal en la hembra bovina. *Rev. Salud Anim*, 19(1), 37.
- Adams G.P., Jaiswal R., Singh J., Malhi P. (2008). Progress in understanding ovarian follicular dynamics in cattle. *Theriogenology*, 69: 2-80.
- Arteaga Chávez, F. G., Hurtado, E. A., Velásquez-Zambrano, E. D., Macias Andrade, J. I., & Zambrano-Zambrano, J. H. (2016). reutilizacion de dispositivo intravaginal (dib 0,5 g) en novillas lecheras, posterior a la inseminación.. *revista científica*, xxvi(4), 247-251.
- Berg, H.F., Heringstad, B., Alm Kristiansen, A.H., (2020) Respuesta folicular ovárica a la sincronización del estro y la inducción de la ovulación en ganado Norwegian Red. *Acta Vet Scand* 62, 16. <https://doi.org/10.1186/s13028-020-00514-6>

- Baruselli, P., Ferreira, R., Colli, M., Elliff, F., Sá Filho, M., Vieira, L., & Freitas, B. (2017) Inseminación artificial cronometrada: desafíos actuales y avances recientes en la eficiencia -reproductiva en hatos de carne y leche en Brasil. *Reproducción Animal*.
- Botelho, G. T. y Narváez J. H., (2020) Pre-sincronización con Progesterona para la Inducción de Ciclicidad en Vacas Bos taurus indicus en Periodo-de-Anestro-Posparto.  
[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1794444920210000085](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794444920210000085).
- Becaluba, F. (13 de Septiembre de 2017). *Producción Animal*.  
[https://www.produccionanimal.com.ar/informacion\\_tecnica/transplante\\_embriionario/17ovulacion.pdf](https://www.produccionanimal.com.ar/informacion_tecnica/transplante_embriionario/17ovulacion.pdf)
- Bó GA, de la Mata JJ, Baruselli PS, Menchaca A. Alternative (2016) programs for synchronizing and resynchronizing ovulation in beef cattle. *Theriogenology*;86(1):388-96. [dx.doi.org/10.1016/j.theriogenology.2016.04.053](https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2016.04.053).
- Bó, G.A., y P.S. Baruselli. (2002). Programas de inseminación artificial a tiempo fijo en el ganado bovino en regiones subtropicales y tropicales. En: C. González-Stagnaro et al., editores, *Avances en la ganadería doble propósito*. Fundación Girarz, Maracaibo, VEN. p. 499-514.
- Bó, G.A., Cutaia L. y Moreno D. (2003). Experimentos Realizados en 2002-2003 utilizando Dispositivos D.I.B. (Syntex S.A.) por el Instituto de Reproducción Animal Córdoba, Córdoba-Argentina.
- Bó, G.A.; Cutaia, L.; Chesta, P.; Balla, E.; Pincinato, E.; Peres, L.; Maraña, D.; Avilés, M.; Menchaca, A.; Veneranda, G.; Baruselli, P., (2005), Implementación de Programas de Inseminación Artificial en Rodeos de Cría de Argentina. VI Simposio Internacional de Reproducción Animal. Tomo I 97-128
- Burke, C., Mussard, M., Grum, D., and Day, M. (31 de mayo 2001). Efectos de la madurez del folículo ovulatorio potencial sobre la inducción del estro y la ovulación en bovinos con benzoato de estradiol. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11348779/>
- Bolívar, Vergara D. M., Londoño Soto B., Gallego-Arcila L. F., Gual Restrepo F., Ríos López D.S.,Correa Londoño G. A., & Berdugo-Gutiérrez J. A. (2016). Uso de la

- progesterona como método de la sincronización de celo durante la estación reproductiva favorable en búfalos de agua. *Revista Veterinaria y Zootecnia (On Line)*, 10(2), 01 - 14. <https://doi.org/10.17151/vetzo.2016.10.2.1>
- Brito, R. (2009). *Fisiología de la Reproducción Animal con Elementos de Biotecnología* (Segunda ed.). La Habana, Cuba: Félix Varela.
- Brody, (1964), sitio argentino de producción animal, factores que afectan pubertad del ganado bovino edad y peso. Ed. 1ra Edit. Bruñopp 2 – 7, Buenos Aires – Argentina.
- Cavestany, D. (2010). Inducción de celos e inseminación artificial en vacas de leche en anestro una nueva aproximación a un viejo problema. Sitio argentino de Producción Animal  
[https://www.produccionanimal.com.ar/informacion\\_tecnica/inseminacion\\_artificial/173-induccion\\_celos.pdf](https://www.produccionanimal.com.ar/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/173-induccion_celos.pdf)
- Carrick, M. J.; Shelton, J. N. (1967) The synchronization of oestrus in cattle with progestagen impregnated intravaginal sponges. *Journal of Reproduction and Fertility*, v. 14, n. 1, p. 21- 32.
- Chebel, R. C. (2006). Reproduction in dairy cows following progesterone insert presynchronization and resynchronization protocols. *Journal of Dairy Science*, v.89, n. 11, p. 4205-4219.
- Contexto Ganadero, (2017) Lo que debe saber sobre el aparato reproductor de las vacas  
<https://www.contextoganadero.com/reportaje/lo-que-debe-saber-sobre-el-aparato-reproductor-delas-vacas>
- Carvajal, A.; Martínez E.; Tapia M.; Ayke T., (2020) El ciclo estral en la hembra bovina y su importancia productiva. Instituto de Investigaciones Agropecuarias - Informativo N° 246. [https://www.researchgate.net/profile/Andres-Carvajal-4/publication/344452990\\_El\\_ciclo\\_estral\\_en\\_la\\_hembra\\_bovina\\_y\\_su\\_importancia\\_productiva/links/5f773699a6fdcc008650aef5/El-ciclo-estral-en-la-hembra-bovina-y-su-importancia-productiva.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Andres-Carvajal-4/publication/344452990_El_ciclo_estral_en_la_hembra_bovina_y_su_importancia_productiva/links/5f773699a6fdcc008650aef5/El-ciclo-estral-en-la-hembra-bovina-y-su-importancia-productiva.pdf)
- Ciddebeni, (2007). Diagnostico Municipal Consolidado para el Desarrollo de San Ignacio de Moxos. Recuperado el 15 de Octubre de 2021.  
[https://es.slideshare.net/doctora\\_edilicia/pdm-san-ignacio](https://es.slideshare.net/doctora_edilicia/pdm-san-ignacio)

- Clifford, Richard A. Taylor (2008), Bioestadística,  
<https://es.scribd.com/document/252350813/Bioestadistica-Blair-R-Clifford-Richard-A-Taylor-pdf>
- Cutaia L.; Bó G. y Moreno D. (2003). Experimentos Realizados en 2002-2003 utilizando Dispositivos D.I.B. (Syntex S.A.) por el Instituto de Reproducción Animal Córdoba, Córdoba-Argentina.
- Cunha, A. P., Guenther, M. J., Maroney, J. O., Giordano, A. B., Ayres, H., & Wiltbank, M. C. (2008). Effects of high vs. low progesterone concentrations during Ovsynch on double ovulation rate and pregnancies per AI in high producing dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 91(1), 246.
- Castañón W. (2022), Evaluación del Protocolo de Resincronización de Celo con Dispositivos Intra Vaginales Nuevos y de Segundo Uso, Sobre el Porcentaje de Preñez De Vacas Lecheras Inseminadas A Tiempo Fijo, San Ignacio, Beni,  
<https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/30155/TV-3049.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ciccioli, N.H., Wettemann R.P., Spicer L. J., Lents C.A., White F.J., & Keisler D.H. (2003), Influence of body condition at calving and postpartum nutrition on endocrine function and reproductive performance of primiparous beef cows. *J. Anim. Sci.* 81: 3107-3120.
- Del Vecchio, R. P.; Neuendorff, D. A.; Stahringer, R. C.; Randel, R. D. (1992) Concentration of 13,14-dihydro-15-keto-prostaglandin F2a, estradiol 17b and progesterone during the peripubertal period in heifers. *Theriogenology*, v.38, n.3, p.419-429,
- Frandsen, R. D., Wilke, W. L., & Fails, & A. (2009). The ovary and estrous cycles. En *Anatomy and Physiology of Farm Animals* (pág. 536). Colorado: Wiley-blackwell.
- Ferrugem Moraes, J. C. (2008). Biotécnicas Aplicadas à Reprodução Animal, Chapter: Controle do Estro e da Ovulação em Ruminantes (2da ed., Vol. 2). (P. B. Gonçalves, Ed.) São Paulo, Estado de São Paulo, Brasil: Roca. Obtenido de: [https://www.researchgate.net/publication/283730117\\_Controlo\\_do\\_Estro\\_eda\\_ovulaca](https://www.researchgate.net/publication/283730117_Controlo_do_Estro_eda_ovulaca).

- Fernández, S. M., (2008), El ciclo estral de la vaca. Diagnóstico fotográfico. Zaragoza: Servet, Diseño y Comunicación S.L.
- Frandsen, R. D., Wilke, W. L., & Fails, & A. (2009). Anatomy of the female reproductive system..En *Anatomy and Physiology of Farm Animals* (pág. 536). Colorado: Wiley-blackwell.
- Ginther OJ., Kot K., Kulick LJ., Martin S., Wiltbank MC. (1996). Relationships between FSH and ovarian follicular waves during the last six months of pregnancy in cattle *Journal of Reproduction and Fertility*, 108(2), 271–279.
- Galina, C., Valencia, J. (2008). Reproducción de animales domésticos. Mexico, D.F.: Limusa.
- Góngora A., Hernández A. (2006) Comportamiento sexual, duración del estro y del ciclo estral en novillas criollas San martineras y Brahman en el Piedemonte Llanero Colombiano.
- Granados L. (2017), Manejo reproductivo del ganado bovino en los diferentes sistemas de producción de la región Huetar Norte y Chorotega de Costa Rica, <https://repositorio.una.ac.cr/bitstream/handle/11056/14411/TFG%20Leonel%20Granados%20Listo.pdf?sequence=6&isAllowed=y>
- González, C. (1985). Evaluación de la eficiencia reproductiva en hatos lecheros Parámetros, índices y metas. Obtenido de: <http://cecalc.ula.ve/AVPA/docuPDFs/ivcongreso/taller/articulo5.pdf>
- Gigli, I; Russo, A.; Agüero, A. (2006) Consideraciones sobre la dinámica ovárica en equino, bovino y Camélidos sudamericanos: Volumen 8, número 1: p. 3 – 18.
- Góngora A., Velásquez H., (2021). Eventos reproductivos de la hembra y el macho. Hecho en-México, Universidad Nacional Autónoma de México. <https://reproduccionanimalesdomesticos.fmvz.unam.mx/libro/capitulo6/autores.html>.
- Guáqueta, H., (2009). Ciclo Estral: Fisiología básica y estrategias para mejorar la detección de celos. Clínica de la Reproducción Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia, Sede Bogotá. Universidad Nacional de Colombia.
- González, J. J. (2006). Ecografías y reproducción en la vaca. Santiago de Compostela: Servicio de Publicaciones e Intercambio Científico.

- Gómez G. R. (2016) Reproducción Bovina, Sitio Argentino de Producción Animal, obtenido de:  
[https://www.produccionanimal.com.ar/informacion\\_tecnica/inseminacion\\_artificial/245-Reproduccion\\_bovina.pdf](https://www.produccionanimal.com.ar/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/245-Reproduccion_bovina.pdf)
- Gomes B. T., Narváez J.H. (2021) re-sincronización con Progesterona para la Inducción de Ciclicidad en Vacas Bos taurus indicus en Periodo de Anestro Posparto, Revista Lasallista de Investigación-Vol. 18 No. 2.
- Garcia Igor M. <sup>1</sup>, Fortunato Álvaro A. <sup>3</sup>, Garcia da Silva Laísa <sup>4</sup>, Chechin Catuss Bruna L. <sup>2</sup>, Lúgia Mattos R. <sup>2</sup> (2022) Effects of pre-TAI protocol with different injectable progesterone (P4i) on pregnancy rate in beef cows.
- Laís Ângelo de Abreu <sup>2</sup>, Augusto Rodrigues Felisbino Neto <sup>1</sup>, Pietro Sampaio Baruselli Hafez, H., (2000). Reproducción e inseminación artificial en animales. México: Interamericana.
- Hafez, H., (2002) Reproducción e Inseminación Artificial en Animales: Ed. McGrawHill Interamericana, Séptima edición, p. 5-137
- Herlihy, M., Giordano, J.O., Souza, A.H., Ayres, H., Ferreira, R.M., Keskin, A., Wiltbank, MC (2012). Pre sincronización con Double-Ovsynch mejora la fertilidad en la primera inseminación artificial posparto en vacas lecheras lactantes. Revista de ciencia láctea, 95(12), 7003-7014. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-5260>.
- Hernández, C. J. (2016). Manejo reproductivo en bovinos en sistemas de producción de leche. México, D. F.
- Hernández, C. (2012). Fisiología clínica de la reproducción de bovinos lecheros. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Hansel, W., & S. E. Echternkamp. (1972). Control of Ovarian Function in Domestic Animals American Zoologist, 12(2), 225–243. <http://www.jstor.org/stable/>
- Helman Mauricio B. (1983), Ganadería tropical aporte ala reproductividad Ed. 3ra. Edit. El ateneo, pp 191 – 193, Buenos Aires – Argentina.
- INE. (2021). Bolivia – hato ganado bovino por departamento, edad y sexo, 1984 – 2020 Instituto Nacional de Estadística [INE], (1990 – 2021). Bolivia: Producción Leche de Ganado.Bovino por Departamento, Según Año.  
<https://www.ine.gob.bo/index.php/estadisticas-economicas/ganaderia-y->

avicultura/subproductos-pecuarios-cuadros-estadisticos/

Intervet, (2007). Compendium de Reproducción Animal. Montevideo.

Jerez, O. A. (2020) Evaluación de dos protocolos de sincronización de celo a término fijo en hembras bovinas mestizas [Proyecto de investigación presentado como opción de grado para optar por el título de Zootecnista] Universidad Nacional Abierta y a Distancia-Unad Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente ecapma.

Kizur, A. P.M.C. (2003). Eficiencia en el uso del protocolo de sincronización "Ovsynch" con .resincronización en Búfalos en el NEA Argentino. Obtenido de Comunicaciones Científicas Tecnológicas:

<http://www.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt/cyt/2003/comunicaciones/04Veterinarias/V-041.pdf>.

Konig, H., & Lievich, H.-G. (2005). Anatomía de los animales domésticos. Madrid: Editorial Médica Panamericana.

Kinder, J. E. (1996) Progestin and estrogen regulation of pulsatile LH release and development of persistent ovarian follicles in cattle. *Journal of Animal Science*. 74, n. 6, p. 1424-1440,

Las Lilas Genética S.A. (2012). Manual del Inseminador. Buenos Aires

Lonergan, P., & Sánchez, J. (2020). Revisión del simposio: efectos de la progesterona en el desarrollo embrionario temprano en el ganado. *Revista de Ciencias de la Lechería*, 703 (9) ,8698-8707. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-18583>.

Luque EH, Hutter JC, Montes GS. (1983) Regulación hormonal de los ciclos reproductivos en la vaca. *Rev. Med. Vet. (Bogota)*.

Looper, M.L., Lents C.A. & Wettemann R.P.(2003), Body condition at parturition and postpartum weight changes do not influence the incidence of short-lived corpora lutea in postpartum beef cows. *J. Anim. Sci.* 81: 2390-2394.

Mackey, DR, Sreenan, JM, Rochet, JF y Diskin, MG (2000). El efecto de la progesterona sola o .en combinación con estradiol sobre la dinámica folicular, los perfiles de gonadotropina y el celo en vacas de carne después del aislamiento de las terneras y la lactancia restringida. *Revista de ciência animal*, 78(7) ,1917-1929.

Montero Domínguez, J. C. (2013). Manual de inseminación artificial en bovinos. Veracruz.



- Morales, J., and Cavestany, D. 2012. Anestro posparto en vacas lecheras: tratamientos hormonales. *Veterinaria (Montevideo)*. 48:19-27.
- Madrigal, M. A., Colín, J., & Hallford, D. M. (2001). Influencia de la condición corporal y la bioestimulación sobre la eficiencia reproductiva en vacas de raza Simmental en agostadero. *Veterinaria México*, 32(2), 87-92.
- Mamani S. (2023) Efecto de la Administración de Progesterona Parenteral, Sobre el Reconocimiento Embrionario en Hembras Bovinas Mestizas Cebú Inseminadas A Tiempo Fijo, San Ignacio De Moxos, Beni, <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/34464/TV-3205.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Markusfeld, O., N. Galon & E. Ezra. (1997), Body condition score, health, yield and fertility in dairy cows. *Vet. Rec.* 141: 67-72.
- McDougall S, Compton C. (2005). Reproductive performance of anestrus dairy cows treated with progesterone and estradiolbenzoate. *J Dairy Sci* 88:2388-2400
- Mc Donald, L.E., (1975), *Veterinary endocrinology and reproduction*. 2nd ed., Lea and Febiger, Philadelphia
- Murphy, M.G., Boland, M.P., Roche, J. F., (1990), Pattern of follicular growth and resumption of ovarian activity in post-partum beef suckler cows. *J. Reprod. Fertil.* 90:523-533.
- Nebel, R., & DeJarnette, M. (2018). Anatomía y fisiología de la reproducción bovina. Select sires inc. Obtenido de Perú láctea: [http://www.produccionanimal.com.ar/informacion\\_tecnica/inseminacion\\_artificial\\_97\\_fisiologia.pdf](http://www.produccionanimal.com.ar/informacion_tecnica/inseminacion_artificial_97_fisiologia.pdf)
- Nabors, B., & Linford, & R. (2015). Anatomy of the Reproductive System of the Cow. En R. M.Hopper, *Bovine Reproduction* (pág. 819). Misisipi.
- Pursley, J., Meez, M., and Wiltbank', M. (1995). Synchronization of ovulation in dairy cows using PgF<sub>2</sub>, and GnRh. *Theriogenology, An International J of Anim Reprod.*44:915-923.
- Palomares, G. S. (2009). Revisión de los protocolos empleados en la sincronización de celos en bovinos. Tesis, Universidad De Ciencias Aplicadas y Ambientales, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Bogota, Colombia. Recuperado el

- 15 de marzo de 2018, de  
<http://repository.udca.edu.co:8080/jspui/bitstream/11158/103/1/202617.pdf>
- Patterson D. J. y Corah L. R., (1992). Evaluation of a melengestrol acetate and prostaglandin F<sub>2α</sub> system for the synchronization of estrus in beef heifers. *Theriogenology*. 38:441.
- Pierson R.A., Ginther O.J. (1988). Ultrasonic imaging of the ovaries and uterus in cattle. *Theriogenology*, 29:21-37
- Peñadara, P & Vallejos, J. (2012, Efecto de la progesterona aplicada siete días post-inseminación en la preñez de vacas Holstein en la hacienda El Cortijo del Cantón Biblia, Cuenca -Ecuador.
- Porras, A. y Parrámo, R. (2009). Manual de Practicas de Reproducción Animal  
[https://fmvz.unam.mx/fmvz/licenciatura/coepa/archivos/manuales\\_2013/Manual%20de%20Practicas%20de%20Reproduccion%20Animal.pdf](https://fmvz.unam.mx/fmvz/licenciatura/coepa/archivos/manuales_2013/Manual%20de%20Practicas%20de%20Reproduccion%20Animal.pdf)
- Quintela, A., Diaz de Pablo, C., García Arrandón, P. J., Peña Martínez, A. I., y Becerra Rhodes, F., McDougall, S., Burke, C., Verkerk, G. y Macmillan, K. (2003). Revisión invitada: Tratamiento de vacas con un intervalo de anestro posparto prolongado. *Revista de Ciencias de la Lechería*, 86(6), 1876-1894.  
[https://doi.org/10.3168/jds.s00220302\(03\)73775-8](https://doi.org/10.3168/jds.s00220302(03)73775-8)
- Rusiñol CI, Fiol CI, Cavestany D. (2005) acción parenteral de un análogo de progesterona en un protocolo de sincronización de celos en vaquillonas de carne pre sincronizadas.
- Rusiñol M. A., (2011) Efecto de la adición de una progesterona inyectable (MAD-4) en un protocolo de sincronización de celos en vaquillonas Holando,  
<https://bibliotecadigital.fvet.edu.uy/bitstream/handle/123456789/1696/FV-29113.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ruiz, M., Rivera, B., & Ruiz, A. (1998). Reproducción animal: métodos de estudio en sistemas.
- Raso, M. (2012). Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (I.A.T.F). Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, 203-206. Obtenido de:  
[https://inta.gov.ar/sites/default/files/scripttmpinta\\_ganaderia46\\_inseminacion\\_bovina.pdf](https://inta.gov.ar/sites/default/files/scripttmpinta_ganaderia46_inseminacion_bovina.pdf)

- Range, L., (2018). Fisiología reproductiva de los animales domésticos. Universidad Nacional Autónoma de México Ciudad Universitaria, Coyoacán, Ciudad de México.
- Rodero, N. S. (2003). Comportamiento Sexual Durante El Estro En Vacas Lecheras. Scielo, 3-5.
- Rodriguez Machuca, Villalba M., Ibarra J., & Ortiz T. , (2022), Effect of injectable progesterone (Sincrogest injetável® or Progecio®) on puberty induction in Nelore heifers, Santa Cruz Bolivia.
- Rhodes E.M., Mcdougall, S., Burke, C.R., Werkerk, G.A., Macmillan, and K.L. (2003). Invited Review: Treatment of cows with an extended postpartum oestrus interval. J. Dairy Sci. 86:1876,2003
- Sá Filho, M.; Gimenes, L.; Sales, J.; Crepaldi, G.; Medalha, A.; Baruselli, P.(2008). IATF em novilha. Biotecnologia da reprodução de bovinos. In: 3º Simpósio internacional de reprodução animal aplicada, 54-67 Londrina. Anais Londrina: SIRAA.
- Sales, JNS, Bottino, MP, Silva, LA, Giroto, RW, Massoneto, JP, Souza, JC y Baruselli, PS (2016). Los efectos del eCG son más pronunciados en las vacas Bos indicus primíparas que en las múltiparas sometidas a un protocolo de inseminación artificial programada Teriogenología 86 (9), 22902295  
<https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2016.07.023>
- Sequeira, L.T., (2013). Compendio sobre Reproducción animal, Universidad Nacional Agraria Centro Nacional de Información y Documentación Agropecuaria, Managua- Nicaragua
- Senger, P.L. (2003). Pathways to Pregnancy and Parturition. 2 a ed. Washington. Current Conceptions. 373 p.
- Shearer, J. K. (2003). Anatomía y Fisiología Reproductiva del Ganado Lechero, Departamento de Ciencia Animal, Servicio de Extensión Cooperativa de Florida, Instituto de Ciencias Agrícolas y Alimentarias, Universidad de Florida sitio web de EDIS en <http://edis.ifas.ufl.edu>.
- Scanlon, P. F.; Sreenan, J.; Gordon, I. (1972) Synchronisation of oestrus in heifers by intravaginal application of progesterone. Veterinary Record, v. 90, n. 16, p. 440

- Stevenson, J. S. (2006) Treatment of cycling and noncycling lactating dairy cows with progesterone during Ovsynch. *Journal of Dairy Science*, v. 89, n. 7, p. 2567-2578.
- Savio, J.D., Boland, M.P., & Roche, J.F., (1990), Resumption of follicular activity in the early post-partum period of dairy cows. *J. Reprod. Fertil.* 88:569-579.
- Sunderland, S.J., Crowe, M.A., Boland, M.P., Roche, J.F., Ireland, J.J., (1994), Selection, dominance and atresia of follicles during the oestrus cycle of heifers *J. Reprod. Fertil.* 101:547-555.
- Sistema Integrado de Información Productiva (2023), Boletín Informativo Situación Productiva del Sector Lechero a Nivel Nacional, Volumen 4, <https://siip.produccion.gob.bo/noticias/files/2023-8bde5-boletin-situacion-productiva-sector-lechero.pdf>.
- Thibault, Ch. & Levasseur M.C., (1974). Reproductive life Cycle. En reproduction in Farm Animals, de. E.S.E. Hafez, De. Lea and Febiger Philad. 3era. de. p.82.
- Urofino (2020), Sincrogest progesterona inyectable de larga acción pre y post IATF, <https://revistageneticabovina.com/sanidad-animal/progesterona/>
- Virbac. (2008). Biotecnología de la Reproducción (Virbac) Recuperado el 2 de 2012, .de [www.virbac.com.mx](http://www.virbac.com.mx)
- Wiltbank, MC, Báez, GM, Cochrane, F., Barletta, RV, Trayford, C. R y Joseph, RT (2015). Efecto de un segundo tratamiento con prostaglandina F2alfa durante el protocolo Ovsynch sobre la luteolisis y gestación en vacas lecheras. *Journal of Dairy Science*.
- Williams, L., & Wilkins, &. (1998). Textobook of Veterinary Histology 5ta edición. En W.B. f. J., *Anatomy and Physiology of Farm Animals* (pág. 536). Colorado: Wiley-Blackwell.
- Wattiaux, M. A., (2015). Grados de Condición Corporal. Instituto Babcock para la Investigación y Desarrollo Internacional de la Industria Lechera. Esenciales Lecheras. Universidad de Wisconsin-Madison <https://ganaderiasos.com/wpcontent/uploads/2014/11/grados-de-.condicion-corporal.pdf>
- Yelichet (1992), determinación de la Pubertad, *Endocrinología De La Reproducción. Reproducción E Inseminación Artificial En Animales.* pp 95 – 115 Lima – Perú.

**ANEXOS**



*Anexo 1. Selección de Hembras Lecheras*



*Anexo 2. Vacas Paridas Seleccionadas*



*Anexo 4. Carga de la Hormona Progesterona de larga acción Syncrogest.*



*Anexo 3. Preparación de Pajuelas para IATF.*



*Anexo 6. Materiales de IATF.*



*Anexo 5. Materiales utilizados para la Ecografía*





Anexo 7. Termo Criogénico.



Anexo 8. Vaca en celo presentando secreción cristalina



Anexo 10. Vaca presentando celo después de ser sincronizada.



Anexo 9. IATF



Anexo 12. Planilla de IATF y Ultrasonido en Vaquillas Seleccionadas

PLANILLA DE IATF Y ULTRASONIDO								
ESTABLECIMIENTO CHEVEJECURE "VAQUILLAS"								
N°	REGISTRO ARETE	FECHA: 16-09-22	FECHA: 16-09-23	FECHA: 16-09-22	Fecha: 22-09-2022	FECHA:29-09-22	FECHA: 01-10-22	FECHA:25-11-22
		CONDICION CORPORAL	EDAD	ADMINISTRACION SINCRGEST	SINCRONIZACION (DIV)	RETIRO DIV	IATF	DIAGNOSTICO DE PREÑEZ
1	1	2,5	3	SI	SI	SI	SI	VACIA
2	25	2,5	3	SI	SI	SI	SI	VACIA
3	26	2,5	3	SI	SI	SI	SI	PREÑADA
4	29	3	3	SI	SI	SI	SI	PREÑADA
5	34	2,5	3	SI	SI	SI	SI	PREÑADA
6	50	3	3	SI	SI	SI	SI	PREÑADA
7	51	2,5	3	SI	SI	SI	SEXADO	PREÑADA
8	60	3	3	SI	SI	SI	SI	PREÑADA
9	61	2,5	3	SI	SI	SI	SI	VACIA
10	64	2,5	3	SI	SI	SI	SI	VACIA
11	67	3	3	SI	SI	SI	SI	PREÑADA
12	76	2,5	3	SI	SI	SI	SI	PREÑADA
13	77	3,5	3	SI	SI	SI	SEXADO	VACIA
14	78	2,5	3	SI	SI	SI	SI	VACIA
15	82	2,5	3	SI	SI	SI	SI	PREÑADA
16	338	3	3	SI	SI	SI	SI	V
17	362	3	3	SI	SI	SI	SI	PREÑADA
18	Vq1	3,5	3	SI	SI	SI	SI	PREÑADA
19	Vq2	3	3	SI	SI	SI	SI	PREÑADA
20	Vq3	3	3	SI	SI	SI	SI	PREÑADA
21	Vq4	3	3	SI	SI	SI	SI	PREÑADA
22	Vq5	3	3	SI	SI	SI	SI	VACIA
23	Vq6	3	3	SI	SI	SI	SI	VACIA
24	Vq7	3	3	SI	SI	SI	SI	VACIA
25	99	3	3	SI	SI	SI	SI	PREÑADA
26	105	3	3	SI	SI	SI	SI	PREÑADA
27	761	3	3	SI	SI	SI	SI	PREÑADA

Anexo 11. Planilla de IATF y Ultrasonido en Vacas Seleccionadas

PLANILLA DE IATF Y ULTRASONIDO								
ESTABLECIMIENTO "CHEVEJECURE"								
N°	REGISTRO ARETE	FECHA: 16-09-22	FECHA: 16-09-23	FECHA: 16-09-22	FECHA: 22-09-2022	FECHA: 29-09-22	FECHA: 01-10-22	FECHA: 25-11-22
		CONDICION CORPORAL	EDAD	ADMINISTRACION SINCRGEST	SINCRONIZACION (DIV)	RETIRO DIV	IATF	DIAGNÓSTICO DE PREÑEZ
1	3	2,5	7	SI	SI	SI	SI	VACIA
2	22	2,5	6	SI	SI	SI	SI	VACIA
3	32	2,5	7	SI	SI	SI	SI	VACIA
4	34	2,5	5	SI	SI	SI	SI	PREÑADA
5	36	2,5	8	SI	SI	SI	SI	PREÑADA
6	46	2,5	4	SI	SI	SI	SI	PREÑADA
7	48	2,5	4	SI	SI	SI	SI	PREÑADA
8	56	3	5	SI	SI	SI	SI	PREÑADA
9	57	2,5	5	SI	SI	SI	SI	VACIA
10	64	2,5	5	SI	SI	SI	SEXADO	PREÑADA
11	69	2,5	8	SI	SI	SI	SI	VACIA
12	101	2,5	3	SI	SI	SI	SI	VACIA
13	110	2,5	4	SI	SI	SI	SI	VACIA
14	113	2,5	3	SI	SI	SI	MUERTA	PREÑADA
15	116	3,5	4	SI	SI	SI	SI	VACIA
16	130	2,5	4	SI	SI	SI	SI	VACIA
17	139	3	4	SI	SI	SI	SEXADO	PREÑADA
18	141	4	4	SI	SI	SI	SEXADO	PREÑADA
19	146	4	6	SI	SI	SI	SI	VACIA
20	147	3	4	SI	SI	SI	SEXADO	VACIA
21	788	3	4	SI	SI	SI	SI	PREÑADA



**Anexo 13. Tabla de Contingencia de la Variable edad con relación a Porcentaje de Preñez en Vaquillas**

Tablas de contingencia

Frecuencias: cantidad

Frecuencias absolutas  
En columnas: edad

preñez	3	(1)	Porcentaje
preñada	17		62,96
vacía	10		37,04
Total	27		100,00

Frecuencias esperadas bajo independencia

En columnas: edad

preñez	3	(1)	Porcentaje
preñada	13,50		13,50
vacía	13,50		13,50
Total	27,00		27,00

Estadístico	Valor	gl	p
Chi Cuadrado Pearson	1,81	1	0,1779
Chi Cuadrado MV-G2	1,84	1	0,1755
Coef. Conting. Cramer	0,26		
Coef. Conting. Pearson	0,25		

**Anexo 16. Tabla de Contingencia de la Variable edad con relación a Porcentaje de Preñez en Vacas.**

Tablas de contingencia

Frecuencias: cantidad

Frecuencias absolutas  
En columnas: Preñez

edad	preñada	vacía	Total
3 (1)	1	1	2
4 (2)	5	4	9
5 (3)	3	1	4
6 (4)	0	2	2
7 (5)	0	2	2
8 (6)	1	1	2
Total	10	11	21

Frecuencias esperadas bajo independencia

En columnas: Preñez

edad	preñada	vacía	Total
3 (1)	0,95	1,05	2,00
4 (2)	4,29	4,71	9,00
5 (3)	1,90	2,10	4,00
6 (4)	0,95	1,05	2,00
7 (5)	0,95	1,05	2,00
8 (6)	0,95	1,05	2,00
Total	10,00	11,00	21,00

Estadístico	Valor	gl	p
Chi Cuadrado Pearson	5,08	5	0,4068
Chi Cuadrado MV-G2	6,66	5	0,2476
Coef. Conting. Cramer	0,35		
Coef. Conting. Pearson	0,44		

**Anexo 14. Tabla de Contingencia de la Variable condición corporal con relación a Porcentaje de Preñez en Vaquillas**

Tablas de contingencia

Frecuencias: cantidad

Frecuencias absolutas  
En columnas: Condicion Corporal

Preñez	2,5	(1)	3	(3)	3,5	(2)	Total
preñada	5		11		1		17
vacía	5		4		1		10
Total	10		15		2		27

Frecuencias esperadas bajo independencia

En columnas: Condicion Corporal

Preñez	2,5	(1)	3	(3)	3,5	(2)	Total
preñada	6,30		9,44		1,26		17,00
vacía	3,70		5,56		0,74		10,00
Total	10,00		15,00		2,00		27,00

Estadístico	Valor	gl	p
Chi Cuadrado Pearson	1,56	2	0,4592
Chi Cuadrado MV-G2	1,56	2	0,4581
Coef. Conting. Cramer	0,17		
Coef. Conting. Pearson	0,23		

**Anexo 15. Tabla de Contingencia de la Variable condición corporal con relación a Porcentaje de Preñez en Vacas.**

Tablas de contingencia

Frecuencias: cantidad

Frecuencias absolutas  
En columnas: condicion corporal

preñez	2, 5	(1)	2,5	(1)	3	(2)	3,5	(3)	4	(4)	Total
preñada	6		0		3		0		1		10
vacía	0		8		1		1		1		11
Total	6		8		4		1		2		21

Frecuencias esperadas bajo independencia

En columnas: condicion corporal

preñez	2, 5	(1)	2,5	(1)	3	(2)	3,5	(3)	4	(4)	Total
preñada	2,86		3,81		1,90		0,48		0,95		10,00
vacía	3,14		4,19		2,10		0,52		1,05		11,00
Total	6,00		8,00		4,00		1,00		2,00		21,00

Estadístico	Valor	gl	p
Chi Cuadrado Pearson	15,99	4	0,0030
Chi Cuadrado MV-G2	21,79	4	0,0002
Coef. Conting. Cramer	0,62		
Coef. Conting. Pearson	0,66		