



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

**SEDE CUENCA**

**CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

**EVALUACIÓN DE LA TASA DE PREÑEZ EN VACAS REPETIDORAS DE LA  
RAZA CHAROLÁIS MESTIZAS CON LA APLICACIÓN DE DOS DOSIS DE  
PROSTAGLANDINAS EN UN PROTOCOLO E2-P4-PGF2 $\alpha$**

Trabajo de titulación previo a la obtención del  
título de Médica Veterinaria Zootecnista

AUTORA: ANA TERESA MOROCHO LÓPEZ

TUTOR: DR. FROILÁN PATRICIO GARNICA MARQUINA, MSC.

Cuenca - Ecuador

2025

**CERTTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUDITORIA DEL TRABAJO DE  
TITULACIÓN**

Yo, Ana Teresa Morocho López con documento de identificación N° 1104951106 manifiesto que:

Soy la autora y responsable del presente trabajo; y, autorizo a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Cuenca, 6 de marzo del 2025

Atentamente,



-----  
Ana Teresa Morocho López

1104951106

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE  
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Yo, Ana Teresa Morocho López con documento de identificación N° 1104951106, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autora del Trabajo experimental: “Evaluación de la tasa de preñez en vacas repetidoras de la raza Charoláis mestizas con la aplicación de dos dosis de Prostaglandinas en un protocolo E2-P4-PGF2 $\alpha$ ”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Médica Veterinaria Zootecnista, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 6 de marzo del 2025

Atentamente,



-----  
Ana Teresa Morocho López

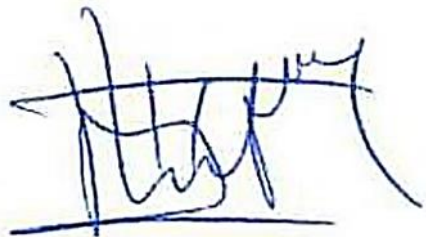
1104951106

## CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Froilán Patricio Garnica Marquina con documento de identificación N° 0101650299, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: EVALUACIÓN DE LA TASA DE PREÑEZ EN VACAS REPETIDORAS DE LA RAZA CHAROLÁIS MESTIZAS CON LA APLICACIÓN DE DOS DOSIS DE PROSTAGLANDINAS EN UN PROTOCOLO E2-P4-PGF $2\alpha$ , realizado por Ana Teresa Morocho López con documento de identificación N° 1104951106, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Trabajo experimental que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 6 de marzo 2025.

Atentamente,



-----  
Dr. Froilán Patricio Garnica Marquina, MSc.

0101650299

## DEDICATORIA

A mi querida madre: Carmen Morocho, por su sacrificio y esfuerzo, por darme una carrera para mi futuro, muchos de mis logros se los debo a ella entre los que se incluye este, me motivaron siempre para alcanzar mis anhelos por lo que estaré eternamente agradecida.

A mí esposo Ricardo Chuya e hijos Francisco y Julián Chuya por ser mi motivación y creer en mi capacidad a pesar que hemos pasado momentos difíciles siempre han estado brindándome su apoyo, comprensión, cariño y amor.

A mis hermanos Damián, Adrián Paccha y Elkin Morocho quienes son mi apoyo incondicional hemos pasado momentos de carencias, pero siempre juntos logramos salir.

A mis suegros Clarita Cuzco y Julio Chuya que siempre me han dado consejos y su apoyo incondicional para poder culminar mis estudios.

Gracias a todos.

## AGRADECIMIENTO

Este trabajo primero agradezco a Dios porque él siempre me acompaña y me guía, él me da fuerzas para cumplir mis metas después a mi Virgen santísima del Cisne por no dejarme decaer en este proceso. A mis formadores, Dr. Patricio Garnica, Dr. Juan Masache, Dra. Mónica Brito, Ing. Pedro Webster, personas de gran sabiduría quienes se han esforzado por ayudarme a lograr mi objetivo anhelado que es Medica Veterinaria Zootecnista.

Este proceso ha sido complicado, pero agradezco a mis docentes que gracias a sus conocimientos logre el desarrollo de mi tesis con éxito y obtener una muy bonita titulación profesional.

A mi querida institución educativa “Universidad Politécnica Salesiana”, por siempre apoyar a los estudiantes y a la investigación con tantas facilidades gracias a sus equipos, laboratorios y docentes altamente capacitados.

De manera especial a mi tutor de tesis: Dr. Patricio Garnica quien me guio y colaboró en la ejecución de este trabajo investigativo aportando con importantes ideas para concluir este proceso.

## INDICE GENERAL

RESUMEN.....	13
ABSTRACT .....	14
1. INTRODUCCIÓN.....	15
1.1. Problema.....	15
1.2. Delimitación .....	16
1.2.1. Delimitación temporal.....	16
1.2.2. Delimitación espacial .....	16
1.2.3. Delimitación académica .....	17
1.3. Explicación del problema .....	17
1.4. Objetivos.....	18
1.4.1. Objetivo general .....	18
1.4.2. Objetivos específicos.....	18
1.5. Hipótesis .....	18
1.5.1. Hipótesis alternativa.....	18
1.5.2. Hipótesis nula.....	18
1.6. Fundamento teórico .....	18
2. REVISIÓN Y ANALISIS BIBLIOGRAFICO Y DOCUMENTAL.....	20
2.1. Reproducción Bovina .....	20
2.2. Inseminación Artificial.....	20
2.3. Deficiencias en la inseminación artificial.....	20
2.4. Vacas Repetidoras .....	21
2.5. Razas de carne. ....	21
2.5.1. Raza Charolais.....	22
2.6. Anatomía y fisiología del aparato reproductor del bovino .....	22
2.6.1. Aparato reproductor de la hembra.....	22
2.6.2. Ovarios .....	23
2.6.3. Oviductos o trompas de Falopio.....	23
2.6.4. Útero.....	23
2.6.5. Cérvix .....	23
2.6.6. Vagina .....	24
2.6.7. Vulva .....	24
2.7. El ciclo estral. ....	24
2.7.1. Proestro.....	25

2.7.2.	Estro o celo.....	25
2.7.3.	Metaestro.....	26
2.7.4.	Diestro.....	26
2.8.	Hormonas Gonadales.....	27
2.8.1.	Progesterona.....	27
2.8.2.	Estrógenos.....	27
2.8.3.	Prostaglandinas.....	27
2.8.4.	Corticoides.....	28
2.9.	Identificación del ciclo estral.....	28
2.10.	Técnica de IATF.....	28
2.11.	Protocolo IATF Básico.....	29
2.12.	Problemas en la detección de estro.....	29
2.12.1.	Fisiológicos.....	30
2.12.2.	De Manejo.....	30
2.12.3.	Quistes Ováricos.....	30
2.13.	Métodos clínicos para diagnóstico de preñez.....	30
2.14.	Exploración Rectal.....	30
2.15.	Ultrasonografía.....	31
3.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	32
3.1.	Materiales.....	32
3.1.1.	Materiales físicos.....	32
3.1.2.	Materiales químicos.....	32
3.1.3.	Materiales biológicos.....	33
3.2.	Método.....	33
3.2.1.	Diseño estadístico.....	33
3.3.	Población y muestra.....	33
3.4.	Operacionalización de las variables.....	34
3.5.	Desarrollo del ensayo.....	34
3.5.1.	Preparación previa.....	35
3.5.2.	Implementación del tratamiento.....	35
3.5.3.	Diagnóstico de gestación.....	36
3.6.	Consideraciones éticas.....	36
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	37
4.2.	Porcentaje de preñez.....	39
	<i>Ilustración 7.</i> Porcentaje de preñez de los (T1)(T2).....	39

4.3.	Análisis Estadístico.....	40
4.4.	Discusión .....	42
4.5.	Análisis costo – beneficio.....	43
5.	CONCLUSIONES .....	44
6.	RECOMENACIONES.....	45
8.	ANEXO.....	49

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Datos Metereológicos.....	16
Tabla 2. Materiales físicos .....	32
Tabla 3. Materiales químicos .....	32
Tabla 4. Materiales biológicos .....	33
Tabla 5. Variable dependiente: (Animales).....	34
Tabla 6. Variable independiente: Tasa de preñez con doble dosis de prostaglandina.....	34
Tabla 7. Pasos desarrollados en el ensayo de experimentación .....	34
Tabla 8. Tratamiento 1 (Una dosis de Prostaglandina día 8) .....	37
Tabla 9. Tratamiento 2 (Dos dosis de Prostaglandina día 7 - 8) .....	38
Tabla 10. Valores transformados $x + 0,5$ .....	40
Tabla 11. Significación .....	41
Tabla 12. Costo - beneficio .....	43
Tabla 13. Datos estadísticos de las muestras experimentales (T2) .....	53
Tabla 14. Datos estadísticos de las muestras experimentales (T1) .....	54

## INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Mapa del cantón Yantzaza .....	16
Ilustración 2. Aparato reproductor de la hembra.....	22
Ilustración 3. Conducta sexual típica durante el ciclo estral .....	26
Ilustración 4. Etapas del ciclo estral.....	26
Ilustración 5. Protocolo IATF básico .....	29
Ilustración 6. Concepción total de las unidades experimentales .....	39
Ilustración 7. Porcentaje de preñez de los (T1)(T2).....	39

## INDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1 Charolais mestiza.....	49
Fotografía 2 Colocación de dispositivo intravaginal.....	49
Fotografía 3 Aplicación de prostaglandinas.....	50
Fotografía 4 Retirada de dispositivos intravaginales .....	50
Fotografía 5 Traslado del termo de inseminación al campo .....	51
Fotografía 6 Preparación de la pajueta en el campo.....	51
Fotografía 7 IATF en el cantón Yantzaza .....	52
Fotografía 8 IATF en el cantón Yantzaza .....	52
Fotografía 9 Registro de campo .....	53

## RESUMEN

La presente investigación se realizó en el cantón Yantzaza Provincia de Zamora Chinchipe; el objetivo de la investigación fue evaluar la tasa de preñez en vacas repetidoras de la raza Charoláis mestizas con la aplicación de dos dosis de Prostaglandinas en un protocolo E2-P4-PGF2 $\alpha$ . La población total que se utilizó para la investigación fueron 40 unidades experimentales con una condición corporal entre 3 y 4. Las unidades experimentales fueron divididas en dos tratamientos; el Tratamiento (1) conformado por 20 animales, a los que se les aplicó el protocolo E2-P4-PGF2 $\alpha$  con una sola dosis de prostaglandina en el momento del retiro del dispositivo intravaginal el día 8, Tratamiento (2) conformado por 20 animales se utilizó el mismo protocolo con la aplicación de dos dosis de prostaglandinas en el día 7 y 8. El diagnóstico de gestación se realizó a los 45 días pos-IATF mediante examen ginecológico con ecógrafo. Se estudió el efecto del tratamiento y las interacciones sobre el porcentaje de preñez, mediante el análisis estadístico t de student, siendo no significativo al 5% y 1%, obteniendo en el T1 un porcentaje de preñez de 75%, siendo superior al T2 con un porcentaje de 60%, demostrando que la aplicación de dos dosis de prostaglandina no influye en la tasa de preñez.

### ABSTRACT

The present investigation was carried out in the Yantzaza canton, Province of Zamora Chinchipe; The objective of the research was to evaluate the pregnancy rate in repeat cows of the Charolais crossbred breed with the application of two doses of Prostaglandins in an E2-P4-PGF2 $\alpha$  protocol. The total population that was used for the research was 40 experimental units with a body condition between 3 and 4. The experimental units were divided into two treatments; Treatment (1) made up of 20 animals, to which the E2-P4-PGF2 $\alpha$  protocol was applied with a single dose of prostaglandin at the time of removal of the intravaginal device on day 8, Treatment (2) made up of 20 animals, the same protocol was used with the application of two doses of prostaglandins on day 7 and 8. The diagnosis of pregnancy was made 45 days post-TAI by gynecological examination with ultrasound. The effect of treatment and interactions on the pregnancy rate was studied using Student's t statistical analysis, being non-significant at 5% and 1%, obtaining in T1 a pregnancy rate of 75%, being higher than T2 with a percentage of 60%, demonstrating that the application of two doses of prostaglandin did not influence the pregnancy rate.

## 1. INTRODUCCIÓN

La ganadería bovina es un pilar fundamental dentro del sector agropecuario del Ecuador, contribuye al dinamismo de la economía rural campesina con productos cárnicos y leche, que son parte de la canasta básica y de la seguridad alimentaria del país. (Hidalgo M. V., 2020)

La inseminación artificial consiste en colocar en el útero de las vacas, pajuelas con semen seleccionado previamente de una muestra. Es una técnica empleada para el mejoramiento genético de los hatos bovinos y lo que se persigue es el nacimiento de animales de alta productividad, en un corto periodo de tiempo. (AGROCALIDAD, 2024)

El éxito de la IA, depende de la detección adecuada del estro y de la habilidad en la inseminación. Es por esto que se han ideado estrategias que permiten la IA en un momento predeterminado (Inseminación Artificial a Tiempo Fijo; IATF) y de este modo reducir el fallo que conlleva la detección de celos, ya que se prescinde de esta actividad. (Espinoza, et al, 2021)

En la producción ganadera de la Provincia Zamora Chinchipe, Cantón Yantzaza la mayoría de productores utilizan el método de monta natural, por consecuencia no se elabora los registros de manera correcta aumentando la consanguinidad y enfermedades reproductivas por ello es recomendable hoy en día la IA (Inseminación Artificial) aprovechando de manera positiva las características genéticas del reproductor a su descendencia en el predio, mediante catálogos que mejore la raza en el sistema de explotación; como carne, leche o doble propósito, obteniendo altos índices de preñez y el mejoramiento genético en la producción.

### 1.1. Problema

En la Provincia mencionada, existe predios de ganado que se dedican más a la producción de carne, quienes no cuentan con un sistema de control de preñez, y el método de concepción es el método de servicio o servicio natural, el estudio se enfoca en realizar un protocolo de inseminación artificial en la raza de vaca Charoláis con la utilización de dos dosis

de prostaglandinas (PGF2 $\alpha$ ) para evaluar la tasa de preñez.

## 1.2. Delimitación

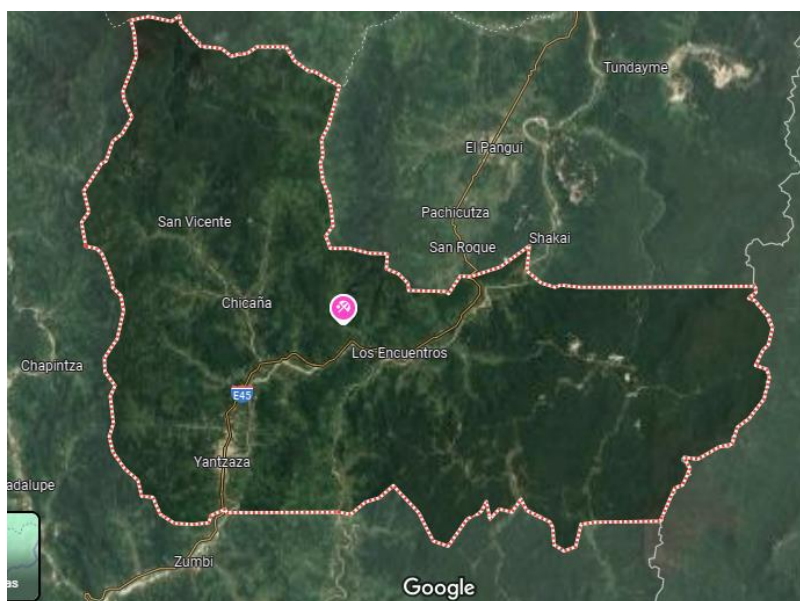
### 1.2.1. Delimitación temporal

La presente investigación tuvo una duración de 400 horas distribuidas en trabajo de campo (proceso experimental) y redacción del documento.

### 1.2.2. Delimitación espacial

El presente estudio investigativo se ejecutó en el Cantón Yantzaza, Provincia de Zamora Chinchipe.

*Ilustración 1* Mapa del cantón Yantzaza



Fuente: (Google, 2024)

*Tabla 1* Datos Metereológicos

Descripción	Denominación
Temperatura	25°C
Altitud	901 m.s.n.m.
Longitud	-78,682138
Latitud	-3,741828

Fuente: (Google, 2024)

### 1.2.3. Delimitación académica

La delimitación académica de este ensayo se circunscribe a la investigación experimental en reproducción animal, mediante el análisis de diversos métodos de inducción a la gestación. Este enfoque busca el progreso técnico y la optimización de los procesos reproductivos en bovinos, con un énfasis particular en el ajuste de los protocolos de Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (IATF).

### 1.3. Explicación del problema.

La inseminación artificial bovina es una herramienta fundamental para el progreso genético, el control sanitario y la optimización de los rendimientos productivos. En este contexto, la eficiencia reproductiva del hato depende estrechamente del intervalo de días abiertos, indicador clave que mide el periodo comprendido entre el parto y la concepción efectiva.

Todo protocolo de sincronización de celo tiene como objetivo final mejorar parámetros reproductivos y productivos. Logrando preñar a una mayor cantidad de hembras en un corto período de tiempo, además hace eficiente la detección de celo ya que se puede complementar con la IATF que permite inseminar a un gran número de hembras en un mismo horario y posibilidad de elegir descendencia genética. Otra ventaja es que permite obtener intervalos de partos de 12 y 13 meses obteniendo una cría al año. (Paz, 2009).

El enfoque del ensayo es de carácter comparativo, tomando como base un protocolo de IATF estándar para contrastar su eficiencia frente a un tratamiento basado en la aplicación de dos dosis de prostaglandinas. Esta comparación permitirá validar si la modificación del protocolo base optimiza la sincronización del celo y la fertilidad en el hato bovino.

Por consiguiente, el objetivo principal de esta investigación es evaluar la tasa de preñez

con la aplicación dos dosis de Prostaglandinas en un protocolo E2-P4-PGF2 $\alpha$  en vacas repetidoras.

#### 1.4. Objetivos

##### 1.4.1. Objetivo general

Evaluar la tasa de preñez en vacas repetidoras de la raza Charoláis mestizas con la aplicación de dos dosis de Prostaglandinas en un protocolo E2-P4-PGF2 $\alpha$  en el cantón Yantzaza, Provincia Zamora Chinchipe.

##### 1.4.2. Objetivos específicos

- Determinar el porcentaje de preñez utilizando dos dosis de prostaglandinas en el protocolo de inseminación E2-P4-PGF2 $\alpha$
- Análisis del costo beneficio a la aplicación de dos dosis PGF2 $\alpha$  en el protocolo.

#### 1.5. Hipótesis

##### 1.5.1. Hipótesis alternativa

Ha: La aplicación de dos dosis de Prostaglandinas en un protocolo de inseminación E2-P4-PGF2 $\alpha$  contribuye con el aumento de preñez en vacunos.

##### 1.5.2. Hipótesis nula

Ho: La aplicación de dos dosis de Prostaglandinas en un protocolo de inseminación E2-P4-PGF2 $\alpha$  no contribuye con el aumento de preñez en vacunos.

#### 1.6. Fundamento teórico

El protocolo de sincronización de celo es un manejo que se usa hoy en día en vacas para manipular el ciclo estral de la hembra bovina, usando el ecógrafo como herramienta tecnológica, el cual permite visualizar el tracto reproductivo del animal. Además, considera la

aplicación de ciertas hormonas y el uso de inseminación artificial a tiempo fijo (IATF).

En esencia, los métodos buscan sincronizar los celos y ovulación de las hembras y así simplificar la aplicación de la IA. Primero surgieron las prostaglandinas (permiten agrupar los celos, pero no sincronizar las ovulaciones), luego se avanzó al desarrollo de dispositivos impregnados con progesterona (P4), y luego se combinó con ésteres de estradiol (E2) y prostaglandinas (Pgf2 $\alpha$ ). Los tratamientos que combinan hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) con Pgf2 $\alpha$  y los que utilizan combinaciones de E2 y P4 han demostrado ser los más efectivos en el control del ciclo estral para la implementación de la IATF. (Basto, 2018)

La eficiencia reproductiva es de suma relevancia en la industria ganadera, dado que incide directamente en la productividad y rentabilidad de las explotaciones. La monta natural, aunque tradicional, conlleva riesgos considerables, como lesiones a las vacas debido al tamaño y la fuerza de los toros, junto con la posibilidad de una detección imprecisa de los celos, lo que puede resultar en una reducción en el número de inseminaciones exitosas y en la prolongación de los intervalos entre partos, lo que disminuye la eficiencia reproductiva. La IATF surge como una solución respaldada tanto por la investigación científica como por la experiencia práctica para mejorar la eficiencia reproductiva, permitiendo la sincronización precisa de los celos y la elección selectiva de toros con alta calidad genética, lo que contribuye de manera significativa a la eficiencia reproductiva ganadera. (Basto, 2018)

## 2. REVISIÓN Y ANALISIS BIBLIOGRAFICO Y DOCUMENTAL

### 2.1. Reproducción Bovina

La reproducción es la base para mantener una economía animal perfecta. En virtud del estro y ciclos reproductivos prolongados, la fertilidad alterada conduce a pérdidas de tiempo considerable durante los cuales la producción se reduce o cesa por completo. Una alta eficiencia reproductiva es requisito indispensable para el éxito económico, tanto de la ganadería lechera como de la de carne. (Animal.indd, 2013)

### 2.2. Inseminación Artificial.

La inseminación artificial puede definirse como la biotecnología para la aplicación de semen en el tracto genital de una hembra en el momento efectivo para la fecundación. Respecto al origen de la inseminación artificial (IA), existen historias indocumentadas de la obtención por los árabes de esperma a partir de yeguas servidas pertenecientes a grupos rivales, y su uso en la inseminación sus propias yeguas. (Giraldo, 2007)

### 2.3. Deficiencias en la inseminación artificial

La técnica de IA requiere de habilidad, precisión e higiene en todos sus pasos.

- Descongelación del semen es un paso crucial de la IA, dado que es un momento crítico para los espermatozoides. El semen puede ser descongelado a muy variadas temperaturas, desde 0 grados centígrado en hielo fundante por varios minutos, hasta en agua hirviendo por 2 o 3 segundos. El tiempo y la temperatura dependerán de la relación área volumen del envase del semen y de los diluyentes y crioprotectores usados. (Gatica, 1996)
- Mal deposito del semen. - El toro deposita el semen en el fondo vaginal, el que lleva alrededor de 6.000.000.000 de espermatozoides, sin embargo, la dosis de semen puede llevar entre 20 a 30 millones de espermatozoides, lo que hace necesario que sea

depositada en el útero y no en la vagina. Para ser depositada en el útero se requiere de una habilidad en el inseminador. (Gatica, 1996)

- Mala calidad del semen. - el semen es un producto biológico constituido por una parte líquida (plasma) y una parte celular (espermatozoides). Como todo producto biológico puede tener alteraciones en su calidad. Las deficiencias pueden estar en su concentración espermática, motilidad y/o anormalidades morfológicas. (Gatica, 1996)

#### 2.4. Vacas Repetidoras

En los últimos 30 años se ha registrado en nuestro país, así como en otras partes del mundo una disminución de la fertilidad tanto en ganado lechero como de carne. Uno de los que relacionan en el síndrome de vaca repetidora (SVR). (Jaureguiberry, 2017)

Cuando hablamos de vaca repetidoras nos referimos a un grupo heterogéneo de vaca subfértiles, que en examen clínico no poseen anormalidades anatómicas macroscópicas, ni evidencia de infecciones del trato reproductivo. Es decir, con vacas clínicamente sanas, La importancia de este síndrome se debe a las pérdidas económicas que produce. (Jaureguiberry, 2017)

Por otro lado, afecta la eficiencia reproductiva, lo que incrementa los días abiertos, aumenta el número de pajuelas a utilizadas por preñez, disminuye la disponibilidad de hembras de reposición y de machos para su comercialización, e incrementa los rechazos por causas reproductivas. Las causas que desencadenan este síndrome son: Desbalance nutricionales, infecciones, desbalances hormonales, factores genéticos, problemas de manejo. (Jaureguiberry, 2017)

#### 2.5. Razas de carne.

Existen una gran variedad de bovinos tanto de carne como de doble propósito. Las razas

de carne pueden dividirse según su calidad, en primera, segunda y tercera. En esta clasificación se ha tomado en cuenta la suavidad, jugosidad y sabor de la carne. Algunas razas que producen carne de primera son: Aberdeen Angus, Charolais, Hereford, Shorthorn. (Manual del Ganadero Actual., 2006)

### 2.5.1. Raza Charolais

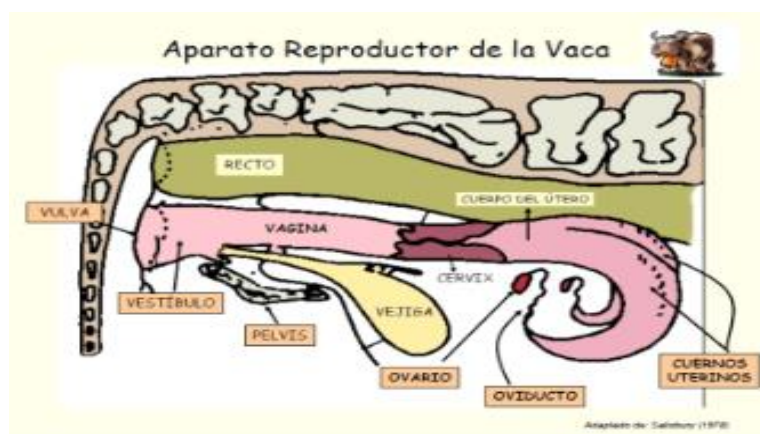
Esta raza también es importante en la producción de carne. Francia es su país de origen ahí es usada no solamente como raza pura sino también en sistemas de cruzamientos. El ganado charoláis tiene un color blanco crema. Es musculoso y tiene un esqueleto grande y fuerte. Son animales tranquilos, adaptables a ambientes diversos. (Manual del Ganadero Actual., 2006)

## 2.6. Anatomía y fisiología del aparato reproductor del bovino

### 2.6.1. Aparato reproductor de la hembra

El aparato reproductor femenino se ubica en la cavidad abdominal y pélvica están sujetos por los ligamentos del peritoneo a excepción de la vulva que no se encuentra aquí, la vaca alcanza la pubertad, se produce ciertas hormonas que liberan el ovulo y si existe la presencia de espermatozoides se produce la gestación. El aparato reproductor de la vaca consta de órganos internos: ( vagina, útero a su vez formado por el cérvix, cuerpo del útero, dos cuernos uterinos, oviductos y ovarios) y externos : vulva. (Proaño, 2015)

*Ilustración 2* Aparato reproductor de la hembra



Fuente: (Webscolar, 2024)

### 2.6.2. Ovarios

El ovario a diferencia del testículo, permanece en la cavidad abdominal. Realiza tanto funciones exocrinas (liberación de óvulos) como endocrinas(esteriodogénesis). El tejido predominante del ovario es la corteza. Las células germinales primordiales se originan fuera de la gónada y emigran a través del mesenterio el saco vitelino hacia las crestas genitales. (Hafez & Hafez, 2002)

### 2.6.3. Oviductos o trompas de Falopio

Son dos tubos finos y flexuosos de 20 a 35 cm de largo, que comunica el útero con los ovarios. Es el lugar donde se realiza la fecundación (unión del óvulo con el espermatozoide). (Robson, 2004)

### 2.6.4. Útero

El útero consta de dos cuernos uterinos un cuerpo y un cuello. Las proporciones relativas de las distintas partes, así como la forma y disposición de los cuernos uterinos varían con la especie. En la cerda, el útero es bicorne. Los cuernos están flexionados o enrollados y pueden medir hasta unos 120 a 150 centímetros de longitud mientras que el cuerpo del útero es corto. Dicha longitud es una adaptación anatómica para la producción exitosa de camadas grandes. En vacas, ovejas y yeguas, el útero es bipartido. Estos animales tienen un tabique que separa los dos cuernos, y un cuerpo uterino prominente (que en la yegua es más grande). En rumiantes,el epitelio uterino tiene varias carúnculas. Ambos lados del útero están unidos a las paredes pélvicas y abdominal por el ligamento ancho. (Hafez & Hafez, 2002)

### 2.6.5. Cérvix

El cuello uterino forma parte del útero y es una estructura de tipo cilíndrica con bordes transversales o espirales alternados, llamados anillos (generalmente son tres), los cuales representan el segundo obstáculo para la IA. El cervix mide de 8 a 10 cm. Y entre sus principales

funciones están las de facilitar el transporte de los espermatozoides hacia la luz del útero mediante la producción de moco, actúa como reservorio de espermatozoides y durante el celo, la musculatura lisa del cervix se relaja bajo la influencia de estrógenos posibilitando la apertura del canal cervical lo cual facilita la IA. En contraste con esto, durante la gestación y el diestro conducto cervical queda sellado por un moco viscoso que actúa como barrera contra el transporte de espermatozoides y la invasión de bacterias. (Bespin, 2007)

#### 2.6.6. Vagina

La pared vaginal consta de epitelio superficial, una capa muscular y una serosa. Su capa muscular no está tan bien desarrollada como las partes externas del útero; consiste en un estrato circular interno grueso y otro longitudinal externo delgado; este último se continúa alguna distancia en el interior del útero. La capa muscular es rica en vasos sanguíneos paquetes nerviosos grupos de células nerviosas y tejido conectivo laxo y denso. La vaca es la única que presenta un esfínter muscular anterior además del esfínter posterior presente en los demás mamíferos domésticos. (Hafez & Hafez, 2002).

#### 2.6.7. Vulva

Forma el orificio sexual externo y se compone de dos labios. Inmediatamente por delante de la unión de los labios, en el piso vulvar, se encuentra el clítoris, que constituye un vestigio del pene. (Robson, 2004)

#### 2.7. El ciclo estral.

El funcionamiento del aparato reproductor femenino se caracteriza por un proceso cíclico permanente, que en el caso especial de la vaca inicia con la pubertad y continua durante toda la vida útil de la hembra, sin interrupciones estacionales como se observa en otras especies, esto sucede cuando la hembra queda fecundada, para comenzar un nuevo después del parto. (Lta., 2006)

Este proceso es conocido con el nombre de ciclo estral, se repite cada 18 a 24 días iniciándose en el momento en que la hembra alcanza la madurez sexual y es apta para concebir. En cada uno de estos ciclos se produce la maduración de un ovulo, su liberación en el interior del antro genital femenino. También se dan las condiciones óptimas para la llegada de los gametos masculinos y producirse una fecundación. (Lta., 2006)

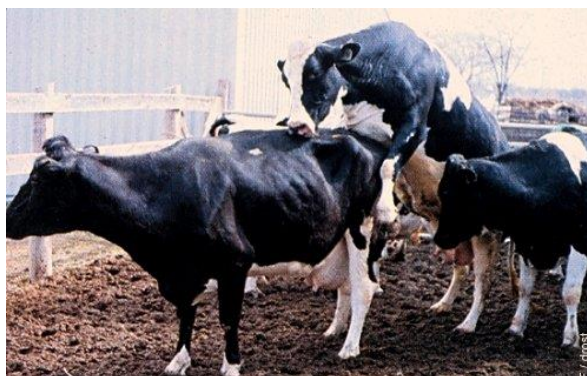
#### 2.7.1. Proestro.

Se caracteriza por la ausencia de un cuerpo lúteo funcional, por el desarrollo y maduración del folículo ovulatorio, la presencia de la hormona estimulante del folículo FSH y probablemente la hormona LH (luteotrófica), que hace crecer y madurar al folículo y en el cuerpo lúteo la regresión, el ovario aumenta la producción de sus hormonas estrogénicas y algo de progesterona, esto produce un aumento en el tamaño de la vulva, vagina, útero y oviducto, dura de 3 a 4 días. La P4 disminuye debido a la regresión del CL, comenzando el estro. (Jimenez, 2019)

#### 2.7.2. Estro o celo.

En este período la hembra acepta la monta, tiene una duración de 12 a 18 horas, este período es el más importante para inseminar a las vacas, el síntoma principal es que las vacas se dejan montar por sus compañeras de hato, esta conducta se da por un incremento en las concentraciones del estradiol producido por un pico pre ovulatorio, se le considera el CE (día 0), varía según la edad, raza, estado nutricional, se da el pico de la hormona luteinizante (HL), 2-6 horas después de iniciado el estro, el E2 es la hormona dominante, provocando turgencia en el útero, producción de moco cervical, la vaca tiene un comportamiento indicativo de su receptividad sexual: inquietud, nerviosismo, fonación (expresiones vocales) e intento de monta a otras (Gonzales, 2018).

### Ilustración 3 Conducta sexual típica durante el ciclo estral



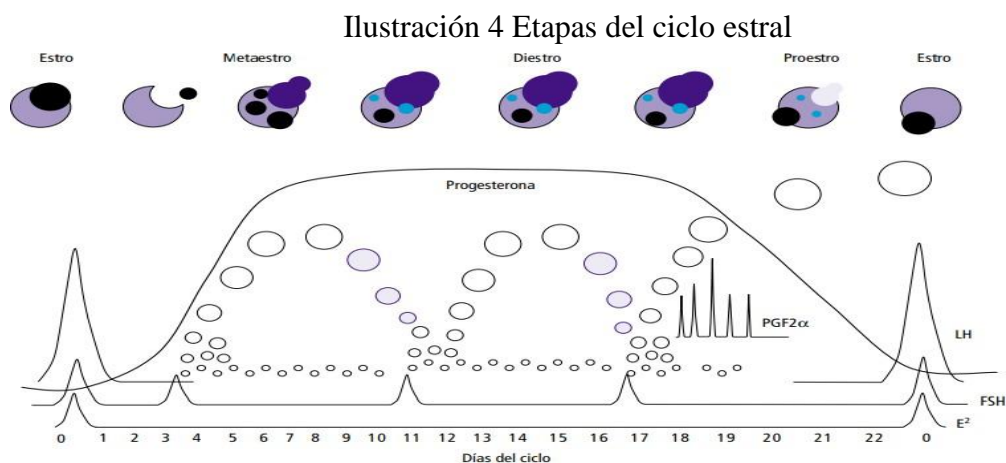
Fuente: (Visgar, 2024)

#### 2.7.3. Metaestro.

Se culmina la receptividad sexual, concluye en el momento que existe un CL funcional, se encuentran picos bajos de E2 y P4, esta etapa dura de 3 – 5 días, y se da la ovulación 28-30 h después del día 0, se forma el cuerpo hemorrágico y el folículo se luteiniza, con la presencia del CL la P4 aumenta las concentraciones de P4 hasta alcanzar niveles mayores de 1 ng/ml. (Dorado, 2017)

#### 2.7.4. Diestro.

Es la más larga etapa, tiene una duración de 10-14 días, y podemos efectuar programas de sincronización con prostaglandina F2 alfa ( $PGF_{2\alpha}$ ) a fin de causar la lisis del CL como resultado acortar la fase lútea o extendiendo artificialmente su vida por medio de progestágenos. (Jimenez, 2019)



## 2.8. Hormonas Gonadales

Los ovarios y los testículos secretan primordialmente hormonas esteroides gonadales. También los órganos no gonadales como las glándulas suprarrenales y la placenta, secretan hormonas en cierta medida. Estas son de cuatro tipos: andrógeno, estrógenos, progestinas y relaxina. Los tres primeros son de tipo esteroide, mientras que el cuarto es una proteína. Los ovarios producen dos hormonas esteroides, estradiol y progesterona, y una hormona proteica, la relaxina. (Hafez. & Hafez, 2002)

### 2.8.1. Progesterona

Es una hormona producida en los ovarios, placenta y glándulas adrenales, siendo su principal fuente, en los animales que están ciclando, el cuerpo lúteo. Las principales indicaciones son: control del prolapso vaginal, mediante la aplicación de 50-100 mg por 10 días. (Hafez. & Hafez, 2002)

Se emplea también para la inducción y la sincronización de calores algunos como MAP, el CAP y MGA se administran por vía oral en los alimentos por 15 a 18 días, presentándose por lo regular el celo a los 2-5 días de suspendido el producto. (Hafez. & Hafez, 2002)

### 2.8.2. Estrógenos.

Estos se clasifican en:

- Estrógenos como estradiol y la estrona
- Estrógenos exógenos, como la dieltilestilbestrol su lugar de síntesis en el organismo son los ovarios inactivos se ha reducido mucho ya que la mayoría de los celos presentados no se acompañan de ovulación. Se utiliza también la dilatación del cérvix en el día del parto. (Lta., 2006)

### 2.8.3. Prostaglandinas.

Dentro del grupo la que se aplica con más frecuencia es la PgF<sub>2a</sub>, la cual se encuentra

comercialmente con el nombre Dinoprost, o también sus análogos como: el tiaprost, cloprostenol, Fluprostenol. Su principal efecto es su acción luteolítica, es decir la capacidad de eliminar el cuerpo lúteo, con lo cual los niveles de progesterona bajan dentro de un periodo de 24 horas. Su principal indicación es para la sincronización de calores en hembras que presentan su cuerpo lúteo. Otras indicaciones es la eliminación de cuerpos lúteos quísticos y cuerpos luteles, inducción al aborto en preñez de menos de 6 meses. (Lta., 2006)

#### 2.8.4. Corticoides.

Son hormonas sintetizadas en la corteza suprarrenal. De esta es la más empleada en la reproducción es la Dexametazona, en dosis de 20 mg para inducir el parto y el aborto, siempre y cuando el feto este vivo. (Lta., 2006)

#### 2.9. Identificación del ciclo estral

Para la detección del celo el método más común y utilizado es la observación, esto depende del ganadero, su eficiencia varía desde el 45% hasta 91%, esto dependerá del operador para detectar a tiempo los signos clínicos de celo. (Hidalgo Y. V., 2018)

El celo presenta cambios de la conducta sexual que se clasifican en: atractividad, proyectividad como signos secundarios como son: el oler - lamer la zona ano genital, el apoyo del mentón en la grupa u otras partes del cuerpo, la monta desorientada, el seguimiento, el rito del flehmen, así como el caminar en círculos husmeándose los genitales y aceptividad como signo principal, sirve para facilitar la detección de celos en las vacas. (Nelson, 2012).

#### 2.10. Técnica de IATF

La Inseminación artificial a Tiempo Fijo es una técnica que, mediante la utilización de hormonas, permite sincronizar los celos y ovulaciones con lo cual es posible inseminar una gran

cantidad de animales en un período corto de tiempo. (Raso, 2012)

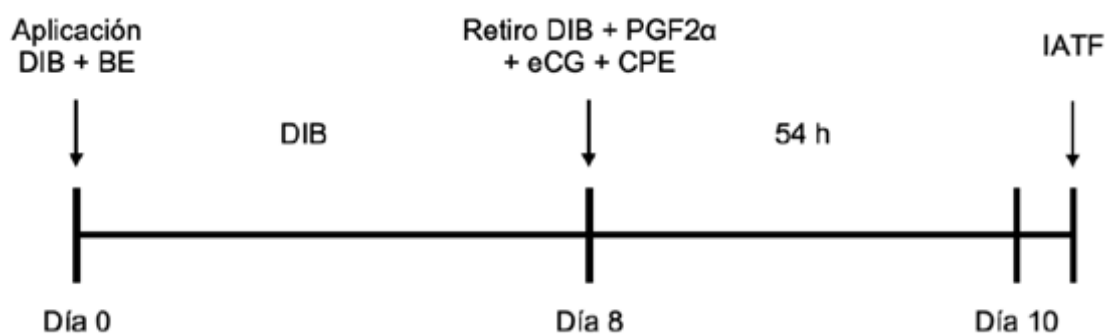
El control del ciclo estral se consigue utilizando dispositivos intravaginales que contienen progesterona, la hormona que controla el ciclo. Esta hormona bloquea el ciclo y al retirarse los dispositivos provoca que las vacas reanuden el ciclo y ovulen conjuntamente. La aplicación de prostaglandinas y estrógenos ayudan a sincronizar la ovulación y mejoran la calidad de los folículos. (Raso, 2012)

Dicha técnica tiene beneficios como:

- Evitar la detección de celo, lo cual constituía el principal factor de error y de bajos resultados.
- Reducir el tiempo de inseminación, encierres y gastos de honorarios.
- Acortar el período de anestro post-parto.
- Mejorar los resultados en vacas con cría al pie, categoría mayoritaria en el rodeo (75-80 %).
- Aumentar la proporción de vientres que se preñan temprano.
- Aumentar los kilos de terneros destetados. (Raso, 2012)

#### 2.11. Protocolo IATF Básico

*Ilustración 5* Protocolo IATF básico



#### 2.12. Problemas en la detección de estro

(Gustavino, 2007) divide a los principales problemas de la detección de celo en fisiológicos y de manejo.

#### 2.12.1. Fisiológicos.

- La corta duración del celo.
- Tendencia a manifestarse en el horario de 18 a 6 horas (horario de difícil observación).
- Un único indicador: la pasividad a la monta.

#### 2.12.2. De Manejo.

- La identificación de los animales es errónea, llevando a fallas en los registros de datos.
- Poco conocimiento por parte del responsable sobre detección.
- No se le brinda el debido tiempo a la actividad de detección. Se trata de detectar cuando se realizan otras actividades. (Gustavino, 2007)

#### 2.12.3. Quistes Ováricos.

Los quistes ováricos en las vacas lecheras se mencionan como la causa principal de pérdida económica y disfunción reproductiva en producciones lecheras (Garverick, 1997) y las vacas a las que se les diagnostica quistes a menudo exhiben intervalos entre partos abiertos. (Bartlett, 1986).

#### 2.13. Métodos clínicos para diagnóstico de preñez

Los métodos clínicos dependen de la detección del producto: feto, membranas y líquidos fetales. Estos procedimientos incluyen exploración rectal y técnicas ultrasonografías. En la actualidad ya no se emplea la radiografía como método para el diagnóstico ya que puede ser perjudicial para el operador. (Hafez & Hafez, 2002)

#### 2.14. Exploración Rectal

Es un método aceptado para el diagnóstico de preñez en vacas. En este procedimiento se palpa el útero a través de la pared rectal para detectar el agrandamiento uterino que ocurre durante la gestación. Así como el feto o las membranas fetales. Este diagnóstico se puede aplicar en etapa temprana de la preñez, es correcta y permite conocer el resultado de forma

inmediata. (Hafez & Hafez, 2002)

#### 2.15. Ultrasonografía.

Se y trata de ondas sonoras que inciden en un objeto en movimiento se reflejan hacia la fuente transmisora en una frecuencia distinta se puede realizar cuando la preñez está en una etapa avanzada. (Hafez & Hafez, 2002)

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Materiales

##### 3.1.1. Materiales físicos

*Tabla 2* Materiales físicos

Descripción	Cantidad	Unidad de medida
Par de botas de caucho	1	Unidad
Overol impermeable	1	Unidad
Gorro protector solar	1	Unidad
Guantes ginecológicos	1	Caja/100
Teléfono celular	1	Unidad
Mesa	1	Unidad
Computadora	1	Unidad
Impresora	1	Unidad
Paquete de hojas A4	1	Unidad
Bolígrafo	1	Unidad
Libreta de campo	1	Unidad
Rollo de papel desechable	1	Unidad
Aplicador dispositivos intravaginales	1	Unidad
Jeringas de 3 ml	2	Caja/100
Aretes (identificación)	40	Unidad
Pistola de inseminación Artificial	2	Unidad
Catéter de inseminación	2	Caja/50
Camisas sanitarias	1	Caja/100
Corta pajuelas	2	Unidad
Termo de agua	1	Unidad
Ecógrafo	1	Unidad
Termómetro	1	Unidad
Documento en digital (CD)	3	Unidad

##### 3.1.2. Materiales químicos

*Tabla 3* Materiales químicos

Descripción	Cantidad	Unidad de medida
Dispositivos intravaginales de P4	40	Unidad
Benzoato de estradiol	3	Frasco/50 ml
Prostaglandina	4	Frasco/30 ml
Amonio cuaternario 1%	1	Galón
Gel para ecografía	1	Galón

### 3.1.3. Materiales biológicos

*Tabla 4* Materiales biológicos

Descripción	Cantidad	Unidad de medida
Unidades experimentales	40	Unidad
Pajuelas	40	Unidad

### 3.2. Método

El enfoque metodológico utilizado en esta investigación fue el experimental inductivo, que inicia con una observación minuciosa para luego proceder al análisis y clasificación de los hechos. Este procedimiento culmina en la formulación de una hipótesis destinada a abordar el problema planteado.

#### 3.2.1. Diseño estadístico

Para la evaluación estadística de la presente investigación se usó “t de Student pareado”, con un nivel de confianza de 95% y un margen de error del 5%, con dos tratamientos: el tratamiento (1) se utilizó 20 unidades experimentales con la aplicación de una dosis de prostaglandina en el protocolo E2-P4-PGF2 $\alpha$  al momento de retirar el dispositivo intravaginal de P4 en un protocolo de inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) y el Tratamiento (2) se utilizó 20 unidades experimentales con la aplicación de dos dosis de prostaglandinas un día antes de retirar el dispositivo intravaginal (7) y el día del retiro (8); por último, los resultados provenientes del análisis se graficaron mediante un diagrama en forma de barras.

### 3.3. Población y muestra

La población de estudio investigativo son las vacas de raza Charoláis mestizas que se ubican en el cantón Yantzaza, Provincia Zamora Chinchipe, identificando las muestras esenciales a las vacas repetidoras. Para su selección se identificó a 40 unidades experimentales

de esta población teniendo un rango equitativo en peso: 345 kg, además de su edad de 2 a 5 años y su condición corporal de 3 normal y a 4 gorda.

Es importante resaltar que la muestra fue seleccionada de forma representativa para que el estudio sea 100% confiable.

### 3.4. Operacionalización de las variables

El estudio recopiló variables de control, variable independiente y la variable dependiente

*Tabla 5. Variable dependiente: (Animales)*

Concepto	Categoría	Indicadores	Índice
Comportamiento reproductivo de las vacas en estudio	Productiva	Número de vacas preñadas	Presencia y/o ausencia de preñez

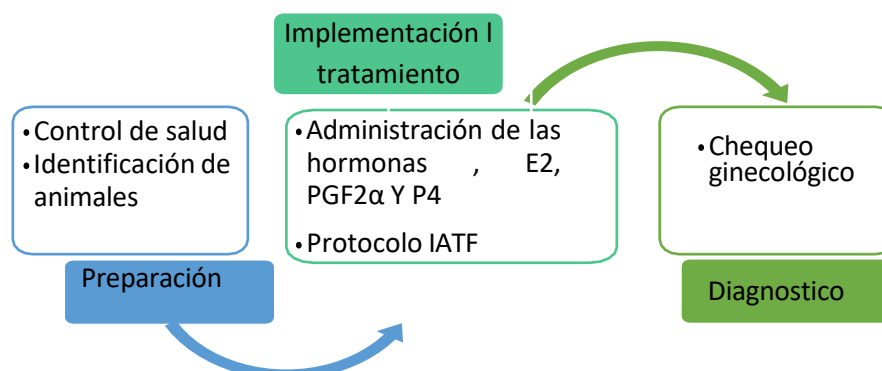
*Tabla 6. Variable independiente: Tasa de preñez con doble dosis de prostaglandina*

Concepto	Categoría	Indicadores	Índice
Sincronización del celo y ovulación	Biológica Química Ovária	Protocolo de doble dosis de PGF2a	Presencia y/o Ausencia de tratamiento

### 3.5. Desarrollo del ensayo

El experimento constituye un proceso sistemático de tres pasos específicos para garantizar la coherencia y validez de los resultados a continuación, se describe el desarrollo del ensayo paso a paso (ver tabla 7).

*Tabla 7. Pasos desarrollados en el ensayo de experimentación*



### 3.5.1. Preparación previa

Antes de la asignación, se definieron los requisitos mínimos que cada unidad experimental debía cumplir para reducir variables intervinientes:

- Estado Sanitario: Vacas clínicamente sanas, con esquema de vacunación vigente libres de enfermedades reproductivas diagnosticables.
- Condición Corporal (CC): Animales con una calificación entre 2.75 y 3.5 (escala 1-5), asegurando un estado nutricional óptimo para la respuesta hormonal.
- Días en Lactancia (DEL): Vacas con un periodo posparto superior a los 60 días, garantizando la involución uterina y el reinicio de la actividad ovárica.
- Paridad: Inclusión de vacas multíparas para estandarizar la respuesta del tracto reproductivo.

### 3.5.2. Implementación del tratamiento

Se seleccionó cuarenta unidades experimentales separándolas en dos grupos de veinte vacas vacías, para seguir el mismo protocolo de sincronización del celo y ovulación que es la E2-P4-PGF2 $\alpha$ .

Para el tratamiento 1, en el protocolo E2-P4-PGF2 $\alpha$  con la aplicación de una dosis prostaglandinas tenemos el siguiente procedimiento a seguir.

1. Día 0 aplicamos benzoato de estradiol 2mg y el dispositivo CIDR que contiene P4.
2. Día 8 sacamos el dispositivo y aplicamos prostaglandina - dinoprost 25 mg.
3. Día 9 aplicamos benzoato de estradiol 1mg.
4. 30 horas después de aplicar el E2 se realiza al IATF.

Para el tratamiento (2), en el protocolo E2-P4-PGF2 $\alpha$  con la aplicación de dos dosis de prostaglandinas tenemos el siguiente procedimiento a seguir.

1. Día 0 se aplicamos benzoato de estradiol 2mg y el dispositivo CIDR que contiene P4.

2. Día 7 aplicamos prostaglandinas - dinoprost 25 mg.
3. Día 8 sacamos el dispositivo y aplicamos PGF<sub>2</sub> $\alpha$  - dinoprost 25 mg.
4. 30 horas después de aplicar el E2 se realiza al IATF.

### 3.5.3. Diagnóstico de gestación

El diagnóstico de gestación se realizó a los 45 días post-inseminación artificial, empleando un ecógrafo portátil con transductor lineal. Este intervalo permite una confirmación fiable de la preñez y la evaluación de la viabilidad embrionaria. Cada fase del protocolo fue supervisada bajo estrictos criterios de control para asegurar la integridad y reproducibilidad de los resultados.

### 3.6. Consideraciones éticas

En esta investigación se tomó en cuenta varias consideraciones éticas tanto para el personal humano, así como para los animales.

**Bienestar animal:** Se garantizó que los tratamientos aplicados con hormonas en los animales no perjudiquen su salud, se realicen de manera que no causen dolor ni estrés innecesario a los animales. Así mismo para seleccionar las muestras se escogió muestras con buena salud para garantizar la integridad del estudio.

**Consentimiento informado:** Los propietarios de los bovinos dieron su consentimiento informado antes de la participación de sus animales en el estudio. Se les explicó el propósito del estudio, los procedimientos que se realizarían y los posibles riesgos y beneficios.

Estas consideraciones éticas fueron fundamentales para garantizar que la investigación se lleve a cabo de manera responsable y respetando el bienestar animal. Así mismo que los resultados obtenidos sean de manera clara, transparente y sin sesgos, asegurando ser una fuente confiable para la industria ganadera.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Presencia y ausencia de concepción

*Tabla 8.* Tratamiento 1 (Una dosis de Prostaglandina día 8)

N°	Nombre	Concepción
1	Blanca	Preñada
2	Carol	Preñada
3	Lila	Vacía
4	Clara	Preñada
5	Shakira	Preñada
6	MO	Preñada
7	VY	Preñada
8	Wendy	Vacía
9	Gracia	Vacía
10	Lisa	Preñada
11	FA	Vacía
12	LA	Preñada
13	Nena	Preñada
14	Sol	Preñada
15	Luna	Preñada
16	Torcida	Preñada
17	Estrella	Preñada
18	SO	Vacía
19	Lili	Preñada
20	Mara	Preñada

En la tabla 8 se observa la presencia y la ausencia de la concepción en el tratamiento 1 (T1) con la aplicación de una dosis de prostaglandina en el protocolo E2-P4-PGF2a. al momento de retirar el dispositivo intravaginal de P4 en un protocolo de inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) en un total de 20 unidades experimentales, el cual 15 bovinos hembras resultaron preñadas y 5 no respondieron.

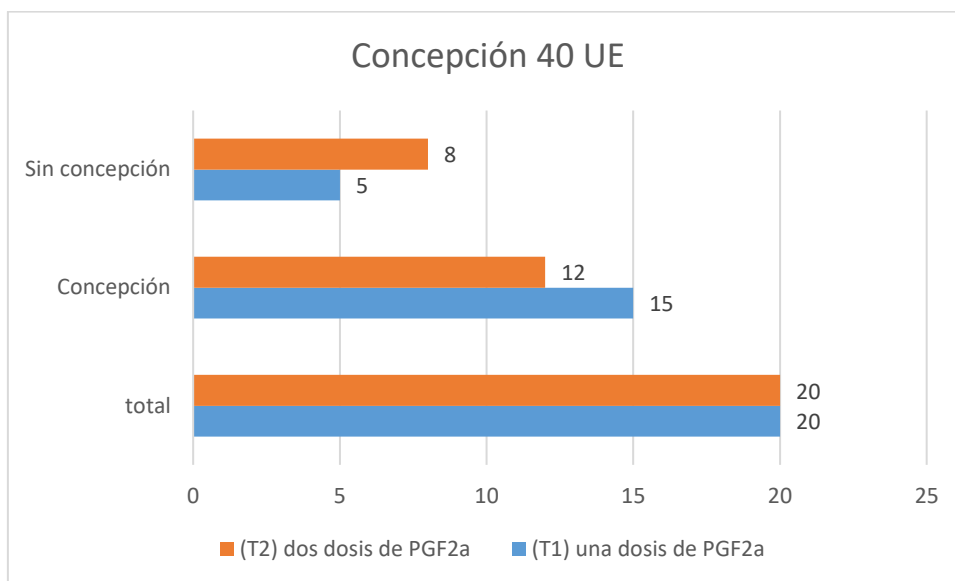
Tabla 9. Tratamiento 2 (Dos dosis de Prostaglandina día 7 - 8)

N°	Nombre	Concepción
1	Celina	Preñada
2	Marcela	Preñada
3	May	Vacía
4	MM	Preñada
5	Iris	Preñada
6	Isla	Preñada
7	Fátima	Preñada
8	AS	Vacía
9	Dania	Preñada
10	Andy	Vacía
11	RY	Vacía
12	MY	Vacía
13	Cielo	Preñada
14	MA	Preñada
15	Norma	Preñada
16	Amalia	Vacía
17	SYA	Vacía
18	Diana	Vacía
19	Reina	Preñada
20	Monga	Preñada

En la tabla 9 se observa la presencia y la ausencia de la concepción del tratamiento dos (T2) con la utilización de dosis de prostaglandina en el día 7 y 8 al momento del retiro del dispositivo intravaginal en el protocolo E2-P4-PGF2a a un total de 20 unidades experimentales, el cual 12 animales resultaron preñadas y 8 no respondieron.

Los resultados de fertilidad se detallan en las tablas 8 y 9, donde se presenta el porcentaje numérico de concepción obtenido en ambos tratamientos. Estos datos fueron validados mediante un diagnóstico de gestación realizado por ultrasonografía al día 45 post-inseminación artificial.

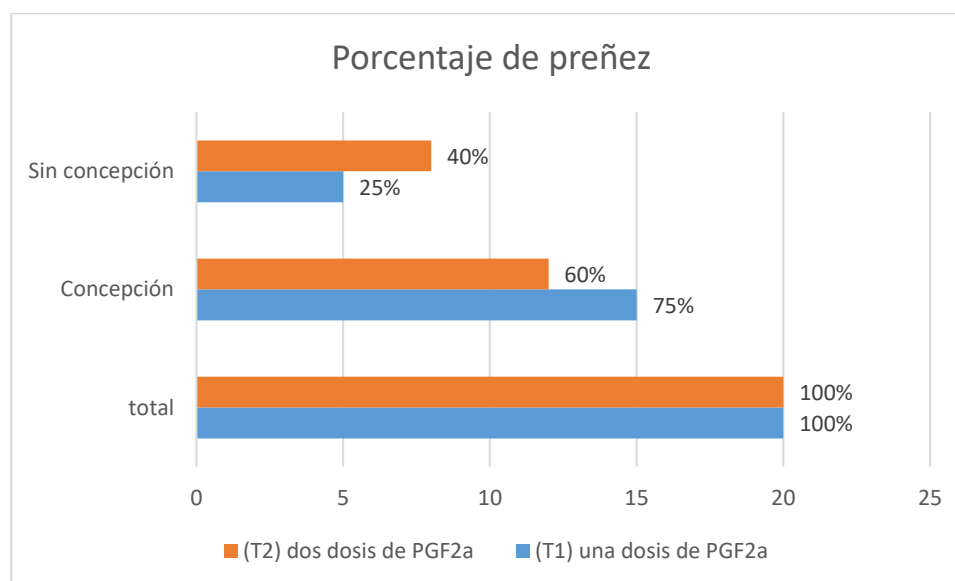
*Ilustración 6.* Concepción total de las unidades experimentales



En la ilustración 6 se observa el número de animales que quedaron preñadas sobre las 40 unidades experimentales, en donde en el T1 se aplicó una dosis de PGF2a al protocolo de inseminación E2-P4-PGF2 $\alpha$  quedando como resultado 15 bovinos hembras en gestación, mientras que en el T2 con la aplicación de dos dosis de PGF2 $\alpha$  en el mismo protocolo de inseminación, dió un resultado de 12 bovinos hembras en gestación.

#### 4.2. Porcentaje de preñez

*Ilustración 7* Porcentaje de preñez de los (T1)(T2)



La Ilustración 7 presenta la tasa de preñez obtenida en ambos protocolos, destacando una fertilidad del 75% para el tratamiento T1. Este resultado representa una superioridad de 15 puntos porcentuales respecto al T2, el cual alcanzó un 60% de concepción.

#### 4.3. Análisis Estadístico

Debido a que la respuesta reproductiva se registró de forma binaria, la variabilidad obtenida no cumple con el supuesto de normalidad. En consecuencia, se realizó la transformación de los valores originales para estabilizar la varianza funcional.

Este ajuste matemático permite reducir el error experimental y optimizar la sensibilidad de las pruebas de comparación de medias entre el tratamiento control y el de doble dosis de prostaglandina.

Para realizar el diseño estadístico planteado se utilizó un número de cuarenta repeticiones distribuidos en dos tratamientos, considerando que la presencia es igual a 1 y para la ausencia es igual a 0, y según esto se transformó los valores  $(\sqrt{x} + 0,5)$  debido a la variabilidad que se obtiene, con la finalidad de precisar los resultados.

Tabla 10. Valores transformados  $\sqrt{x} + 0,5$

Una dosis de prostaglandina		Dos dosis de prostaglandina	
Si	1,22	Si	1,22
Si	1,22	Si	1,22
No	0,71	No	0,71
Si	1,22	Si	1,22
Si	1,22	Si	1,22
Si	1,22	Si	1,22
Si	1,22	Si	1,22
No	0,71	No	0,71
No	0,71	Si	1,22
Si	1,22	No	0,71
No	0,71	No	0,71
Si	1,22	No	0,71
Si	1,22	Si	1,22
Si	1,22	Si	1,22

Si	1,22	Si	1,22
Si	1,22	No	0,71
Si	1,22	No	0,71
No	0,71	No	0,71
Si	1,22	Si	1,22
Si	1,22	Si	1,22

En la tabla 10 se observan los valores transformados y tabulados para la elaboración estadística de T de student, obteniendo resultados y valores encontrados como:

$$S^2d = 0,0031$$

$$Sd = 0,06$$

$$t = 1,37$$

$$CV = 5,2935$$

*Tabla 11. Significación*

T. cal	T. tabular	
	5%	1%
1,37	2.093	2.861

Al realizar el análisis estadístico t de student para la evaluación de la tasa de preñez en vacas repetidoras de la raza charoláis mestizas con la aplicación de dos dosis de prostaglandinas en un protocolo E2-P4-PGF2 $\alpha$ , el valor obtenido de t calculado es de 1,37 que es inferior a los valores tabulares al 5% y 1% de significación por lo tanto apruebo la hipótesis nula y rechazo la hipótesis alternativa lo que me indica que al aplicar las dos dosis de prostaglandinas esta no influye en la tasa de preñez.

El coeficiente de variación calculado de 5,2935 nos da la confiabilidad de la investigación con respecto a los rangos que se establecen para investigaciones de campo.

#### 4.4. Discusión

En la presente investigación los resultados muestran que la aplicación de una dosis de prostaglandinas en un protocolo E2-P4-PGF2 $\alpha$  tiene un porcentaje de 75%, en comparación con la aplicación de dos dosis de prostaglandina con un porcentaje de 60%, siendo no significativo el ensayo, rechazando la hipótesis alternativa y aceptando la hipótesis nula, por consiguiente, se compara con resultados expuestos por los siguientes autores:

(Salazar, 2015), realizó el trabajo experimental, cuyo objetivo fue el efecto del uso de la Prostaglandina 2 $\alpha$  y GnRH en la eficiencia reproductiva en vacas lecheras de trópico; utilizando 21 vacas de los cruces Brown swiss con Gyr, todas vacías sin preñar, en lo que respecta al tratamiento de doble dosis de prostaglandina no tiene respuesta alguna en la tasa de preñez, obteniendo un porcentaje de (0 – 25%), concordando con los resultados expuestos.

En el estudio de (Mac Kenna, et al, 2018), indica que la variable estudiada no influyó en la tasa de preñez, en el análisis de la sincronización a doble dosis de prostaglandinas y la utilización de semen sexado, en 70 vaquillonas Holando Argentino, realizando la inseminación a 63 vaquillonas seleccionadas obteniendo un porcentaje de 49.2% de concepción.

En cuanto a (Holmes, 1997), expuso su ensayo en el uso de prostaglandinas y progestágenos en 52 vacas del ható lechero, obteniendo como resultado en el tratamiento (T1) 63.88% y en el (T2) 64.05%, notando que no existe diferencia significativa y exponiendo que no afecta el uso doble de prostaglandinas en la tasa de fertilidad, dando en concordancia el ensayo estudiado.

Los resultados de los autores antes mencionados se asemejan con esta investigación, en que evaluar la tasa de preñez con la aplicación de dos dosis de prostaglandina, en un protocolo de sincronización del celo y de la ovulación, por lo tanto si difieren estadísticamente los porcentajes de concepción en vacas Charoláis mestizas.

## 4.5. Análisis Costo – Beneficio

Tabla 12 Costo - beneficio

Descripción	Una dosis de prostaglandina (T1)	Dos dosis de prostaglandina (T2)
Dispositivos intravaginales de P4	8,60	8,60
Benzoato de estradiol	0,90	0,90
Prostaglandina	6,00	12,00
Jeringa de 3 ml	0,30	0,30
Guante ginecológico	0,30	0,30
Catéter de IA	0,15	0,15
Lubricante	0,15	0,15
Toalla absorbente	0,05	0,05
Pajuela	28,00	28,00
Mano de obra	25,00	25,00
TOTAL	69,45	75,45
TOTAL, POR 20 UE	1389	1509

En la tabla 12 se puede apreciar el costo por unidad experimental y el total de cada tratamiento, en donde en los animales que se sometieron al (T1), corresponde a un valor unitario de \$ 69,45 y por el total de unidades un valor de \$ 1389, en cambio, por cada animal que se aplicó en el (T2), el costo unitario es de \$75,45 y por el total de unidades un valor de \$1509.

Tratamiento 1 (T1) no solo optimiza la respuesta biológica al alcanzar una tasa de preñez del 75%, sino que reduce el costo por preñez confirmada en comparación con el protocolo convencional. Esta combinación de alta eficacia reproductiva y menor inversión operativa permite maximizar la rentabilidad del hato, acortando los días abiertos y acelerando el retorno económico mediante una producción de terneros más constante y planificada.

## 5. CONCLUSIONES

Con base en los resultados de esta investigación concluimos que:

Los resultados determinaron una tasa de preñez del 75% para el Tratamiento 1 (una dosis de prostaglandina) y del 60% para el Tratamiento 2 (doble dosis). A pesar de la variación numérica, el análisis estadístico indica que la aplicación de una segunda dosis no influye significativamente en la tasa de concepción final, tras haber controlado las variables intrínsecas en la selección de la población total de la muestra experimental.

En cuanto a los valores de costo de los dos tratamientos se obtuvo una diferencia de 6 dólares de diferencia entre el tratamiento (T1) y (T2) lo cual se va por ña opción de utilizar el tratamiento con unas solas dosis y así abaratar costos en el proceso de la inseminación artificial.

También se concluye que se debe realizar un estudio en más unidades experimentales para que se pueda tener resultados con más credibilidad y confianza en los ensayos en cuanto la utilización de dos dosis de prostaglandinas en bovinos, raza Charoláis en la Amazonía Ecuatoriana.

## 6. RECOMENDACIONES

Basado en los resultados de la investigación y las conclusiones alcanzadas, se recomienda continuar con la investigación de la efectividad de la aplicación de dos dosis de prostaglandinas en diversos protocolos de sincronización de celo y ovulación, con el fin de encontrar el más efectivo. Esto puede ser de importancia ya que ayudaría ampliar la dosis o considerar varios factores para llegar a la eficacia.

Se destaca la necesidad de asegurar el óptimo estado sanitario de los animales previo a la sincronización. Esto incluye la ejecución de protocolos de medicina preventiva (vacunación y desparasitación) y el soporte nutricional con modificadores metabólicos. La estandarización sanitaria del hato es clave para reducir variables interferentes y maximizar las tasas de preñez en la inseminación artificial.

Se recomienda priorizar la selección de unidades experimentales que presenten un estatus sanitario óptimo y un balance nutricional adecuado. Es imperativo que los animales cuenten con una condición corporal (CC) ideal y se encuentren libres de patologías reproductivas, factores que garantizan la integridad de los datos y la obtención de resultados estadísticamente representativos en estudios de fertilidad.

Se sugiere mantener una rigurosa puntualidad en la ejecución de las fases del protocolo IATF. La administración de fármacos en horarios constantes es crítica para estabilizar la dinámica folicular, asegurando que la potencia de los medicamentos se traduzca en una mayor eficiencia reproductiva y una confirmación de preñez exitosa.

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGROCALIDAD. (19 de 11 de 2024). <https://www.agricultura.gob.ec/mag-ofrece-servicio-de-inseminacion-artificial-a-bovinos/>. Obtenido de <https://www.agricultura.gob.ec/mag-ofrece-servicio-de-inseminacion-artificial-a-bovinos/>
- Animal.indd, M. C. (2013). <https://cenida.una.edu.ni/textos/nl53t683c.pdf>. Obtenido de <https://cenida.una.edu.ni/textos/nl53t683c.pdf>: <https://cenida.una.edu.ni/textos/nl53t683c.pdf>
- Bartlett, P. N. (1986). Cystic follicular disease in Michigan Holstein-Friesian cattle: Incidence, descriptive epidemiology and economic impact. En *Cystic follicular disease in Michigan Holstein-Friesian cattle: Incidence, descriptive epidemiology and economic impact* (págs. 15-33). Preventive Veterinary Medicine.
- Basto, D. (2018). GENERALIDADES DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL A TIEMPO FIJO (IATF) EN BOVINOS. Obtenido de <https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/3cc6c650-1439-4054-9e9b-137f8d4662c0/content#:~:text=La%20inseminaci%C3%B3n%20artificial%20a%20t%C3%A9rmino,aumentar%20el%20n%C3%BAmero%20de%20animales>
- Bergonzelli, P., Dick, A., & Mac Kenna, A. (Octubre de 2018). *Sincronización con doble dosis de prostaglandinas y utilización de semen sexado hembra en vaquillonas Holando Argentino*. UNCPBA. Facultad de Ciencias Veterinarias. Obtenido de <https://ridaa.unicen.edu.ar:8443/server/api/core/bitstreams/247dadf1-e82c-4977-9ce4-287059b3d13a/content>
- Bespin, A. R. (2007). En *HISTORIA Y USO DE LA INSEMINACIÓN ARTIFICIAL EN LA AGROPECUARIA "LA FUNDACIÓN", ESTADO GUARICO* (págs. 149-171). Venezuela : Simposio.
- Dorado, J. H. (2017). *Departamento de Medicina y Cirujía*.
- Espinoza, J. C., Palacios, A., Ortega, R., & Manriquez, E. (2021). Fixed-time artificial insemination and reinsemination of beef cows treated with and without equine chorionic gonadotropin. *Nova scientia*. doi:<https://doi.org/10.21640/ns.v13i27.2747>
- Garverick, H. (1997). Ovarian follicular cysts in dairy cows. En H. Garverick, *Ovarian follicular cysts in dairy cows* (págs. 995-1004). *J Dairy Sci*.
- Gatica, R. (1996). *Vaca repetidora y mortalidad embrionaria*. *Jornadas Uruguayas de Buiatria*, 48-57. Obtenido de [https://bibliotecadigital.fvet.edu.uy/bitstream/handle/123456789/709/JB1996\\_48-63.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://bibliotecadigital.fvet.edu.uy/bitstream/handle/123456789/709/JB1996_48-63.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Giraldo, J. (2007). *Una mirada al uso de la inseminación artificial en bovinos*. *LASALLISTA de investigación*, . Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=69540108>
- Gonzales, K. (2018). *El ciclo estral de la vaca*. *Reproduccion Bovina*. Gonzales, K. (2018). El ciclo estral de la vaca. *Reproduccion Bovina*, 1.
- Google, M. (2024). Obtenido de

78.6114999!16s%2Fm%2F0b6h1br?entry=ttu&g\_ep=EgoyMDI0MDkxNi4wIKXMDSOASAFQAw%3D%3D

- Gustavino, E. (23 de 05 de 2007). *Engormix*. Obtenido de Engormix: <https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/deteccion-celos-bovinos-t27010.htm>
- Hafez, E., & Hafez, B. (2002). *Reproducción e Inseminación Artificial en animales*. Mexico: McGraw-Hill Interamericana.
- Hafez, E., & Hafez, B. (2002). Reproducción y inseminación artificial en animales. En E.S.E.Hafez, & B. Hafez, *Reproducción y inseminación artificial en animales*. (págs. 389-390). Mc Graw Hill.
- Hafez., E., & Hafez, B. (2002). Reproducción e Inseminación Artificial. En E. Hafez., & B. Hafez, *Reproducción e Inseminación Artificial* (págs. 40-41). Mc Graw Hil.
- Hidalgo, M. V. (2020). Analisis situacional de la actividad ganadera en la parroquia palmales del canton Arenillas. *Revista Metropolitana* , 124-130.
- Hidalgo, Y. V. (2018). *Relación entre dos métodos de detección del celo y eficiencia reproductiva en vacas Holstein*. Revita de Investigaciones Veterinarias del Perú: Perú.
- Holmes, J. (Diciembre de 1997). USO DE PROSTAGLANDINAS Y PROGESTAGENOS PARA LA DETENCIÓN DEL CELO EN VACAS Y VAQUILLAS DEL HATO LECHERO. *Escuela Agrícola Panamericana Departamento de Zootecnia*. Honduras. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/04b20db1-b9bc-4151-a4cd-40cb10698912/content>
- Jaureguiberry, M. M. (2017). *Revista Taurus*. Obtenido de Revista Taurus: <https://www.revistataurus.com.ar/sistema/uploads/1129/entradas/04-revisiones-bibliograficas-65.pdf>
- Jimenez, A. (2019). *El ciclo estral bovino*. Mexico: BM.: BM.
- Lta., G. L. (2006). Manual del Ganadero Actual. En G. L. Lta., *Manual del Ganadero Actual*. (págs. 89-90). Gropo latino Lta.
- Nelson, L. (2012). *Características del comportamiento sexual natural e inducido de la vaca doble proposito*. Mundo Pecuario.
- Paz, L. (2009). Actualización sobre protocolos de IATF en bovinos de leche utilizando dispositivos con progesterona. PRODUCCION ANIMAL ARG. Obtenido de <https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/e05e3b3d-0a8f-440e-828a-cda7e503b7bf/content>
- Proaño, L. (2015). Universidad central del ecuador. *Evaluacion de tres protocolos de sincronizacion de celos en la produccion de vacas Lactantes Holstein Friesian* , 3.
- Raso, M. (2012). *Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (I.A.T.F)*. *Ganaderia*, 203-206. Obtenido de [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta\\_ganaderia46\\_inseminacion\\_ovina.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_ganaderia46_inseminacion_ovina.pdf)
- Robson, C. &. (2004). Inseminación Artificial en Bovinos. Sitio Argentino de Producción Animal. En C. &. Robson, *Inseminación Artificial en Bovinos. Sitio Argentino de Producción Animal*. (págs. 1-30). Argentina : Sitio Argentino de Producción Animal.

- Salazar, L. (2015). *Efecto de la prostaglandina (PGF $2\alpha$ ) individual y en combinación con la Hormona de gonadotropina (GnRH - Ovsynch), en la eficiencia reproductiva de vacas lecheras en Yurimaguas. UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONÍA. FACULTAD DE ZOOTECNIA. TESIS DE GRADO*. Obtenido de [https://www.agrovetmarket.com/investigacion-salud-animal/pdf-download/efecto-de-la-prostaglandina-pgf2\\_-individual-y-en-combinacion-con-la-hormona-liberadora-de-gonadotropina-gnrh\\_-\\_ovsynch-en-la-eficiencia-reproductiva-de-vacas-lecheras-en-yurimaguas](https://www.agrovetmarket.com/investigacion-salud-animal/pdf-download/efecto-de-la-prostaglandina-pgf2_-individual-y-en-combinacion-con-la-hormona-liberadora-de-gonadotropina-gnrh_-_ovsynch-en-la-eficiencia-reproductiva-de-vacas-lecheras-en-yurimaguas)
- Visgar. (17 de 06 de 2024). *Detección del Estro: Conducta Estral*. Obtenido de Detección del Estro: Conducta Estral: [https://visgar.vetmed.ufl.edu/sp\\_bovrep/estrous-behavior/estrous-behavior.html](https://visgar.vetmed.ufl.edu/sp_bovrep/estrous-behavior/estrous-behavior.html)
- Webscolar. (17 de 06 de 2024). *Webscolar*. Obtenido de <https://www.webscolar.com/sistema-reproductor-de-la-vaca-y-el-toro>

## 8. ANEXO

*Fotografía 1. Charolais mestiza**Fotografía 2. Colocación de dispositivo intravaginal*

*Fotografía 3. Aplicacion de prostaglandinas*



*Fotografía 4 Retirada de dispositivos intravaginales*



*Fotografía 5* Traslado del termo de inseminación al campo



*Fotografía 6* Preparación de la pajuela en el campo



*Fotografía 7 IATF en el cantón Yantzaza*



*Fotografía 8 IATF en el cantón Yantzaza*



## Fotografía 9 Registro de campo

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA  
 ÁREA DE CIENCIAS DE LA VIDA  
 MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
 FICHA TÉCNICA PARA INSEMINACIÓN ARTIFICIAL

PROPIETARIO: Rosa Guanaguiza  
 Nombre del predio: Unión  
 Sector: Chicaña - Jante  
 Teléfono:   
 Número de animales del predio: 10  
 Fecha de Sincronización: 28-11-24  
 Fecha de Inseminación: 3-12-24

4/10

SI  
SI  
NO  
SI  
SI  
SI  
SI  
SI  
SI  
NO  
NO

N° animal	Identificación	Condición Corporal						Edad años	N° de partos	Problemas reproductivos:		Estado gestacional
		1	2	3	4	5	6			Si	No	
1	Celina				X			36m	2		X	Preñada
2	Marcela				X			48m	2	X		Preñada
3	May			X				36m	1		X	Vacía
4	MM				X			36m	0			Preñada
5	Iris				X			30m	1			Preñada
6	Isla				X			32m	1			Preñada
7	Fátima			X				32m	0			Preñada
8	AS			X				48m	2	X		Vacía
9	Dania			X				36m	0			Preñada
10	Andy			X				36m	1			Vacía
11	RY			X				36m	0			Vacía
12	MY			X				24m	0			Vacía
13	Cielo							36m	4			Preñada
14	MA							60m	2			Preñada
15	Norma							60m	3			Preñada
16	Amalia							72m	3.5			Vacía
17	SYA							24m	4			Abortos
18	Diana							24m	4			Vacía
19	Reina							72m	3.5			Vacía
20	Monga							24m	5			Quiste folicular
	Reina							24m	3			Preñada
	Monga							24m	3			Preñada

SI  
SI  
NO  
SI  
SI  
SI  
SI  
SI  
SI  
NO  
NO

aborto  
aborto  
aborto  
aborto  
aborto  
aborto  
aborto  
aborto  
aborto  
aborto  
aborto

Preñada  
Preñada  
Vacía  
Preñada  
Preñada  
Preñada  
Preñada  
Vacía  
Preñada  
Vacía  
Vacía  
Preñada  
Preñada  
Preñada  
Vacía  
Vacía  
Vacía  
Preñada  
Preñada

Quiste folicular  
Vaginitis  
Abortos  
Quiste folicular

Tabla 13 Datos estadísticos de las muestras experimentales (T2)

N°	Nombre	Número	Edad	CC	Partos	Concepción	Observaciones
1	Celina	260	36 meses	2.5	1	Preñada	
2	Marcela	261	48 meses	3	2	Preñada	
3	May	269	36 meses	2.5	1	Vacía	Quiste folicular
4	MM	021	22 meses	2.5	0	Preñada	
5	Iris	272	30 meses	2.5	1	Preñada	
6	Isla	276	32 meses	2.5	1	Preñada	
7	Fátima	022	32 meses	2	0	Preñada	
8	AS	023	48 meses	3	2	Vacía	Vaginitis
9	Dania	024	19 meses	3	0	Preñada	
10	Andy	277	30 meses	2.5	1	Vacía	
11	RY	029	25 meses	3.5	0	Vacía	
12	MY	031	24 meses	3	0	Vacía	
13	Cielo	025	36 meses	4	1	Preñada	
14	MA	026	60 meses	3.5	2	Preñada	
15	Norma	374	60 meses	4	3	Preñada	
16	Amalia	110	72 meses	3.5	4	Vacía	Abortos
17	SYA	98	24 meses	4	0	Vacía	
18	Diana	75	72 meses	3.5	5	Vacía	Quiste folicular
19	Reina	028	24 meses	3	0	Preñada	
20	Monga	175	24 meses	3	1	Preñada	

Tabla 14 Datos estadísticos de las muestras experimentales (T1)

N°	Nombre	Número	Edad	CC	Partos	Concepción	Observaciones
1	Blanca	243	48 meses	3	2	Preñada	
2	Carol	010	48 meses	3	1	Preñada	Abortos
3	Lila	005	60 meses	4	3	Vacía	Quiste folicular
4	Clara	235	48 meses	4	1	Preñada	
5	Shakira	-	24 meses	3	1	Preñada	
6	MO	009	19 meses	2	0	Preñada	
7	VY	007	32 meses	2	0	Preñada	
8	Wendy	238	48 meses	3	2	Vacía	Vaginitis
9	Gracia	284	19 meses	3	0	Vacía	
10	Lisa	279	36 meses	3	0	Preñada	
11	FA	005	25 meses	3.5	0	Vacía	
12	LA	013	24 meses	3	0	Preñada	
13	Nena	001	36 meses	4	1	Preñada	
14	Sol	002	60 meses	3.5	2	Preñada	
15	Luna	003	48 meses	4	3	Preñada	
16	Torcida	89	70 meses	3.5	4	Preñada	
17	Estrella	004	24 meses	4	0	Preñada	
18	SO	019	65 meses	3.5	5	Vacía	Quiste folicular
19	Lili	312	24 meses	3	0	Preñada	
20	Mara	241	31 meses	3	1	Preñada	