



Universidad
Nacional
de Loja

Universidad Nacional de Loja

Facultad Agropecuaria y de Recursos naturales Renovables

Maestría en Reproducción Animal con Mención en Rumiantes

Efecto de la presincronización del celo pre-synch utilizando bajas dosis de progesterona en vacas *Bos indicus* sometidas a protocolos de inseminación artificial

Trabajo de Titulación, previo a la obtención del título de Magister en Reproducción Animal

AUTORA:

Lizbeth del Cisne Aguirre Granda

DIRECTOR:

Dr. Manuel Benjamín Quezada Padilla Mg. Sc.

Loja – Ecuador

2024

Certificación

Loja, 03 de abril de 2024

Dr. Manuel Benjamín Quezada Padilla Mg. Sc.
DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CERTIFICO:

Que he revisado y orientado todo el proceso de la elaboración del Trabajo de Titulación denominado: **Efecto de la presincronización del celo pre-synch utilizando bajas dosis de progesterona en vacas *Bos indicus* sometidas a protocolos de inseminación artificial**, de la autoría de la estudiante **Lizbeth del Cisne Aguirre Granda**, con cédula de identidad Nro. **1105690448**, previo a la obtención del título de **Magíster en Reproducción Animal con mención en Rumiantes**, mismo que culminó el 20 denoviembre de 2022, cumpliendo con todos los requisitos estipulados por la Universidad Nacional de Loja, por lo que apruebo y autorizo para los fines correspondientes.



Dr. Manuel Benjamín Quezada Padilla Mg. Sc.
DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Autoría

Yo, **Lizbeth del Cisne Aguirre Granda**, declaro ser autora del presente Trabajo de Titulación y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y sus representantes jurídicos, de posibles reclamos y acciones legales, por el contenido del mismo. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicación de mi Trabajo de Titulación, en el repositorio Digital Institucional - Biblioteca Virtual.

Firma:



Firmado electrónicamente por:

LIZBETH
DEL CISNE
AGUIRRE
GRANDA

Cédula de identidad: 110569044-8

Fecha: 09/04/2024

Correo electrónico: lizbeth.aguirre@unl.edu.ec

Teléfono: 0984152863

Carta de autorización por parte de la autora, para consulta, reproducción parcial o total y/o publicación electrónica del texto completo, del Trabajo de Titulación.

Yo, **Lizbeth del Cisne Aguirre Granda**, declaro ser autora del Trabajo de Titulación denominado: **Efecto de la presincronización del celo pre-synch utilizando bajas dosis de progesterona en vacas *Bos indicus* sometidas a protocolos de inseminación artificial**, como requisito para optar el título de **Magíster en Reproducción Animal con Mención en Rumiantes**, autorizo al sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que, con fines académicos, muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido en el Repositorio Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Institucional, en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia del Trabajo de Integración de Titulación que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, suscribo en la ciudad de Loja a los nueve días del mes de abril del dos mil veinticuatro.

Firma:



Firmado electrónicamente por:

LIZBETH
DEL CISNE
AGUIRRE
GRANDA

Autora: Lizbeth del Cisne Aguirre Granda

Cédula de identidad: 110569044-8

Dirección: Vilcabamba, Av. Eterna Juventud y Hatillo

Correo electrónico: lizbeth.aguirre@unl.edu.ec

Teléfono: 0984152863

DATOS COMPLEMENTARIOS

Director del Trabajo de Titulación: Dr. Manuel Benjamín Quezada Mg. Sc.

Dedicatoria

A mi querido padre Jaime Medardo Aguirre Guzmán, por ser un pilar fundamental en mi vida mostrando siempre ejemplos de perseverancia y dedicación. A mis compañeros y amigos que sin su ayuda no habría sido posible este gran logro y especialmente al Doctor Osmani Armijos por guiarme en todo momento y ser un apoyo incondicional.

A la memoria de mi madre María Concepción Granda, que es mi fuente de inspiración y sabiduría, aunque ya no se encuentre físicamente conmigo, su espíritu y amor continúan guiándome en cada paso que doy.

Lizbeth del Cisne Aguirre Granda

Agradecimiento

A Dios y a la Virgen María por brindarme dones de sabiduría, esperanza, y constancia para superar siempre cualquier obstáculo que se me presente en el camino.

A la prestigiosa Universidad Nacional de Loja y a su personal administrativo por prestarme los recursos necesarios para obtener una excelente formación profesional y obtener mi título de cuarto nivel en la Maestría de Reproducción Animal mención Rumiantes.

Del mismo modo, extendiendo mi cordial agradecimiento a todos y cada uno de los docentes del Área de Reproducción Animal, Mención Rumiantes, al Dr. Manuel Benjamín Quezada Padilla Mg. Sc., quien me orientó durante todo el desarrollo de esta investigación. Y de manera especial a los Doctores Miguel Ángel Gutiérrez Reinoso (UTC, Ecuador) y Manuel García Herreros (INIAVP, Portugal) como asesores científicos externos proveyéndome de las herramientas que me condujeron a terminarlo con eficacia y excelencia.

Lizbeth del Cisne Aguirre Granda

Índice de contenidos

Portada.....	i
Certificación.....	iv
Autoría.....	iii
Carta de autorización.....	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimiento.....	vi
Índice de contenidos.....	vii
Índice de tablas.....	ix
Índice de figuras.....	x
Índice de anexos.....	xi
1. Título.....	1
2. Resumen.....	2
Abstract.....	4
3. Introducción.....	6
4. Marco Teórico.....	8
4.1 Ciclo estral.....	8
4.2. Foliculogénesis.....	8
4.3. Dinámica Folicular.....	8
4.4. Calidad del ovocito o competencia ovocitaria.....	9
4.5. Protocolos de IATF.....	9
4.5.1. Ovsynch.....	9
4.5.2. J-synch.....	10
4.5.3. Doble dosis de prostaglandina.....	11
4.5.4. Convencional con implante de progesterona.....	11
4.6. Progesterona.....	12

4.6.1. Fisiología y diagnóstico de la Gestación	12
4.6.2. Reconocimiento maternofilial.....	12
4.7. Placentación	13
4.8. Diagnóstico de gestación	13
5. Metodología.....	14
5.1. Lugar de ejecución y periodo de duración	14
5.2. Determinación del tamaño de muestra y selección de animales.....	14
5.3. Implementación de protocolos.....	14
5.4. Descripción de protocolos	15
5.4.1. Protocolo convencional	15
5.4.2. Protocolo experimental (presynch).....	15
5.5. Evaluación de estructuras ováricas.....	16
5.6. Determinación de la gestación	16
6. Resultados.....	17
6.1. Resultados experimento 100 mg P4	17
7. Discusión	22
7.1. Condición Corporal.....	22
7.2. Diámetro folicular.....	23
7.3. Preñez.....	24
7.4. Edad.....	25
8. Conclusiones.....	27
9. Recomendaciones.....	28
10. Bibliografía.....	29
11. Anexos.....	33

Índice de tablas

Tabla 1. Análisis de las variables estudiadas durante la aplicación de progesterona de acción prolongada (100mg) como método de pre-sincronización para el desarrollo folicular en un protocolo de IATF convencional en ganado <i>bos indicus</i>	20
Tabla 2. Análisis de correlación entre las variables edad, condición corporal, diámetro folículos OD-OI, y preñez durante la aplicación de progesterona de acción prolongada (100mg) en un protocolo de IATF convencional.....	21

Índice de figuras

Figura 1. Protocolo utilizando Ovosynch.....	10
Figura 2. Protocolo utilizando J-synch.....	10
Figura 3. Protocolo doble dosis de prostaglandina	11
Figura 4. Protocolo convencional con implante de progesterona	11
Figura 5. Lugar de ejecución.....	14
Figura 6. Protocolo experimental (presynch).....	15
Figura 7. Edad de animales para IATF (100mg P4): grupo trat. y control (día 9: celo).....	17
Figura 8. Condición corporal animales IATF (100mg P4): grupo trat. y control	18
Figura 9. Diámetro folicular OD. de animales IATF (100mg P4): grupo trat y control.....	18
Figura 10. Diámetro folicular OI. de los animales para IATF (100mg P4)	19
Figura 11. Diagnóstico de gestación a día 37 en vacas con 100mg de P4 en un protocolo de IATF convencional.....	20

Índice de anexos

Anexo 1. Registro ganadero.....	33
Anexo 2. Vacas Brahman en el corral previo al ingreso a la manga y brete.....	33
Anexo 3. Diagnóstico por palpación rectal para determinar el estatus reproductivo en vacas del grupo control y tratamiento.....	354
Anexo 4. Folículos atrésicos de vacas de raza Brahman del grupo control y tratamiento: día 0 del protocolo de IATF.....	364
Anexo 5. Control ginecológico mediante ultrasonografía para determinar el estatus reproductivo (estructuras ováricas – útero) en vacas Brahman grupo control y tratamiento .	35
Anexo 6. Folículo preovulatorio de vacas de raza Brahman: día 9 o 10 del protocolo del IATF, grupo control o tratamiento	35
Anexo 7. Cuerpo lúteo de vacas de raza Brahman del grupo control y tratamiento: día 9 o 10 del protocolo de IATF.....	36
Anexo 8. Medición de diferentes estructuras ováricas y tamaño ovárico	36
Anexo 9. Inseminación Artificial en vacas raza Brahman	37
Anexo 10. Gestación de 34 días en vaca raza Brahman	37
Anexo 11. Certificación de Traducción al idioma inglés.....	38

1. Título

Efecto de la presincronización del celo pre-synch utilizando bajas dosis de progesterona en vacas *Bos indicus* sometidas a protocolos de inseminación artificial

2. Resumen

De manera global en las regiones con características tropicales predomina el ganado cebú (*Bos. indicus*), particularmente por su gran adaptación; sin embargo, los niveles productivos presentan variabilidad debido a factores ambientales, nutricionales, y de manejo. Estos factores influyen positivamente o negativamente en la fertilidad de las vacas. Por lo tanto, se planteó como objetivo evaluar los efectos de la presincronización del celo mediante la aplicación de la P4 de larga duración (pre-Osynch) en protocolos de IATF convencionales y su influencia sobre la tasa de gestación en ganado *Bos indicus*. La investigación se llevó a cabo en la provincia de El Oro en el cantón Piñas, Ecuador, para lo cual se utilizaron un número de 90 animales, con un peso vivo de $500 \text{ kg} \pm 50 \text{ kg}$; edad: 3 a 7 años, condición corporal: 3 ± 0.5 en una escala del 1 a 5 puntos, siendo 1 animal extremadamente caquéticos y 5 animales sobrecondicionados. Los animales se mantuvieron en igualdad de condiciones ambientales, nutricionales y de manejo en régimen extensivo a pastoreo y previamente desparasitados y vitaminizados. Los individuos se distribuyeron de manera aleatoria en dos grupos experimentales: grupo control (protocolo convencional de IATF = T0), y grupo experimental = T1 (protocolo convencional con la inclusión de progesterona P4 (acción prolongada). Se realizó ecografía de las estructuras ováricas (día -8,0,8,10) por medio de ultrasonografía transrectal para valorar la ciclicidad ovárica y el diámetro de los ovarios tanto el derecho como el izquierdo; además se determinó la gestación por medio de ultrasonografía en el día 40 del protocolo (día 30 post inseminación). Se observaron diferencias significativas entre el grupo control y tratamiento en relación a la condición corporal y diámetro folicular del ovario derecho ($p < 0,05$). Se presentó una asociación mayor entre las variables de tamaño folicular del ovario derecho respecto a la variable preñez; y una menor asociación entre las variables edad y tamaño folicular del ovario derecho y ovario izquierdo respectivamente. Por tanto, a medida que avanza la edad en las vacas *bos indicus* (Brahmán) mayor es el diámetro folicular; además a mayor diámetro folicular del ovario derecho mayor es el número de animales preñados. Al día 40 del protocolo de IATF se observó un mayor número de animales preñados en el grupo tratamiento ($n=32$; 64%) respecto al grupo control ($n=24$; 48%). Finalmente, en las vacas (*Bos indicus* – Brahman)) el método de pre-sincronización (pre-synch) mediante el uso de progesterona (P4) de acción prologada en dosis bajas de 100 mg en un protocolo de IATF convencional aumento numéricamente la tasa de gestación. Además, factores extrínsecos e intrínsecos como la edad, condición corporal (C.C.), tamaño del folículo preovulatorio (mm) podrían modular positivamente o

negativamente las tasas de preñez en el ganado bovino. Pese a que no hubo diferencias estadísticas en las tasas de gestación entre el grupo control y tratamiento se observó un mayor valor numérico en la tasa de preñez. Este aumento en la tasa de gestación en el grupo control posiblemente sea por el efecto positivo de la pre-sincronización (P4) sobre la foliculogénesis y calidad ovocitaria.

Palabras clave: Progesterona de acción prolongada, pre-synch, IATF, preñez, *Bos indicus*

Abstract

Globally, in regions with tropical characteristics, zebu cattle (*Bos indicus*) predominate, particularly due to their great adaptation; However, productive levels present variability due to environmental, nutritional, and management factors. These factors positively or negatively influence the fertility of cows. Therefore, the objective was to evaluate the effects of presynchronization of heat by applying long-duration P4 (pre-0synch) in conventional AITF protocols and its influence on the pregnancy rate in *Bos indicus* cattle. The research was carried out in the province of El Oro in the canton of Piñas, Ecuador, for which a number of 90 animals were used, with a live weight of 500 kg \pm 50 kg; age: 3 to 7 years, body condition: 3 \pm 0.5 on a scale of 1 to 5 points, with 1 animal being extremely cachectic and 5 animals being overconditioned. The animals were kept under equal environmental, nutritional and management conditions in an extensive grazing regime and previously dewormed and vitaminized. The individuals were randomly distributed into two experimental groups: control group (conventional IATF protocol = T0), and experimental group = T1 (conventional protocol with the inclusion of progesterone P4 (long-acting). Ultrasound of the ovarian structures was performed (day -8,0,8,10) by means of transrectal ultrasonography to assess ovarian cyclicity and the diameter of both the right and left ovaries; in addition, pregnancy was determined by means of ultrasonography on day 40 of the protocol (day 30 post insemination). Significant differences were observed between the control and treatment groups in relation to body condition and follicular diameter of the right ovary ($p < 0.05$). There was a greater association between the variables of follicular size of the right ovary with respect to the variable pregnancy, and a lower association between the variables age and follicular size of the right ovary and left ovary respectively. Therefore, as age advances in *Bos indicus* (Brahmin) cows, the follicular diameter increases; Furthermore, the greater the follicular diameter of the right ovary, the greater the number of pregnant animals. On day 40 of the IATF protocol, a greater number of pregnant animals was observed in the treatment group ($n=32$; 64%) compared to the control group ($n=24$; 48%). Finally, in cows (*Bos indicus* – Brahman) the pre-synchronization method (pre-synch) through the use of long-acting progesterone (P4) in low doses of 100 mg in a conventional IATF protocol numerically increased the rate of gestation. Furthermore, extrinsic and intrinsic factors such as age, body condition (B.C.), preovulatory follicle size (mm) could positively or negatively modulate pregnancy rates in cattle. Although there were no statistical differences in pregnancy rates between the control and treatment groups, a higher numerical value was observed in the pregnancy rate. This increase in the pregnancy rate in the control

group is possibly due to the positive effect of pre-synchronization (P4) on folliculogenesis and oocyte quality.

Keywords: Long-acting progesterone, pre-synch, IATF, pregnancy, *Bos indicus*

3. Introducción

La ganadería bovina en el Ecuador se considera un pilar fundamental en la dinámica económica rural, aportando con sus productos como carne y derivados lácteos, que son parte de la canasta básica de consumo nacional. Esta actividad pecuaria provee de fuentes de empleo para los ecuatorianos, siendo Manabí la provincia con mayor concentración de ganado vacuno (40%), seguido de Esmeraldas, Santo domingo, Guayas y El Oro (Corporación Financiera Nacional, 2017).

La producción bovina en el Ecuador proviene de pequeños, medianos y grandes productores la carne de vacuno se obtiene principalmente de animales de engorda y animales de descarte; en el caso de animales de engorda estos provienen en su mayoría de ganaderías especializadas de *Bos indicus*, entre ellas principalmente de la raza Brahman; las hembras de alto mérito genético son seleccionadas para el reemplazo o y las de menor valor genético son descartadas para consumo (Verdoljak et al., 2018).

Entre las principales razas adaptadas en el trópico ecuatoriano esta Brahman (*Bos indicus*), con tres biotipos asociados a su pelaje como el color gris, rojo y blanco (Engle et al., 2021).

Para aprovechar la gran rusticidad y adaptabilidad del ganado cebú (*Bos indicus*) se han realizado cruces con ganado de origen europeo el cual aporta con precocidad y calidad de carne mediante el uso de monta natural o a través de programas de inseminación artificial (IA) mejorando índices o caracteres de importancia económica (Horrach et al., 2020). Pese a que la IA tiene un impacto importante en los programas de mejora genética, esta tecnología La IA presenta desventajas en explotaciones de tipo extensivo, debido a la incapacidad de observar celos, lo que ha direccionado a aplicar programas de sincronización del ciclo estral mediante el uso farmacológico de prostaglandinas, progesterona y análogos de GnRH o una combinación de estos (Marcondes et al., 2021).

Pese a que la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) se ha utilizado ampliamente en América del Sur en los últimos veinte años (Santos et al., 2020). Los tratamientos de IATF para bovinos de carne mayormente utilizados en América del Sur se basan en el uso de dispositivos de liberación de progesterona (P4) y estradiol, con el objetivo de sincronizar la emergencia de la onda folicular cuyos porcentajes de preñez son variables y manteniéndose entre el 40 y el 60 % (Marcondes et al., 2021).

La progesterona es una hormona importante que es secretada por el cuerpo lúteo, por la placenta y por la glándula suprarrenal; esta es transportada a la sangre en forma de andrógenos o estrógenos por una globulina de unión, y su secreción mayor es estimulada principalmente por eventos reproductivos (fase luteal- gestación). Entre las funciones la P4 estimula la producción de interferón tau por el trofoblasto embrionario (reconocimiento de la preñez), prepara al endometrio para la implantación del embrión y el mantenimiento de la preñez a través del desarrollo embrionario (Roque et al., 2016). Existen varias formas de administrar progesterona o algunos de sus análogos, entre estos métodos se incluyen administraciones inyectables, orales, implantes y por medio de dispositivos intravaginales (Sice et al., 2022).

La P4 inyectable en base oleosa ofrece la ventaja de ser más fácil, rápida y segura de aplicar, garantiza la dosis que cada vaca recibe y disminuye el problema de la eliminación de los desechos, debido a que toda la P4 suministrada es metabolizada por el animal y los frascos e implementos utilizados para su inoculación son de más fácil gestión que los dispositivos intravaginales o auriculares (Santos et al., 2020). Se planteó la hipótesis que describe que agregando una dosis baja de P4 (100 mg) en un protocolo pre-synch mejora los porcentajes de celo y preñez cuando se incluye en protocolos de inducción de ciclicidad. Por lo tanto, el objetivo fue evaluar los efectos de la pre-sincronización del celo mediante la aplicación de la P4 de larga duración (presynch) en protocolos de IATF convencionales, determinar su influencia sobre la tasa de gestación en ganado *Bos indicus*. Entre los objetivos específicos se abordó los siguientes:

- a) Estudiar la dinámica folicular diferencial tras la aplicación de P4 de larga duración (presynch) en protocolos de IATF convencionales en ganado *Bos indicus*;
- b) Determinar la calidad diferencial del cuerpo lúteo tras la aplicación de P4 de larga duración (presynch) en protocolos de IATF convencionales en ganado *Bos indicus*.
- c) Estimar el impacto de la aplicación de P4 de larga duración (presynch) en protocolos de IATF convencionales sobre la tasa de gestación en ganado *Bos indicus*.

4. Marco Teórico

4.1. Ciclo estral

En el ganado bovino (vacas y vaquillas) en condiciones fisiológicas en promedio cada 21 días presentan un nuevo ciclo estral, siempre que este no sea interrumpido por una gestación o por alguna anomalía en su función reproductiva; el ciclo estral consta de cuatro etapas: Diestro, proestro, estro y metaestro (Delgado Méndez, 2020).

El diestro se considera como el estado en el cual se produce la lisis del cuerpo lúteo, en el proestro por acción de las gonadotropinas comienza el desarrollo y crecimiento de los folículos que pronto maduraran para iniciar la activación de los órganos reproductivos; en el estro ocurre la maduración y disrupción de los folículos y en el metaestro finalmente ocurre la ruptura del folículo, mismo que procede a la formación y permanencia del cuerpo lúteo (Felipe et al., 2017).

4.2. Foliculogénesis

La foliculogénesis es el proceso por el cual un folículo se vuelve dominante mientras que el resto de los folículos se atresian por apoptosis, la mayor parte de células que sufren este proceso son células de la granulosa (Motta-Delgado et al., 2011). Este proceso ocurre durante en estado fetal, vacas prepúberes y durante la gestación (Motta-Delgado et al., 2011). El folículo es la unidad funcional y estructural del ovario, el mismo proporciona un ambiente óptimo para el crecimiento y ovulación del ovocito que contiene (Motta-Delgado et al., 2011).

4.3. Dinámica folicular

Según Aerts y Bols (2010) en las hembras bovinas la dinámica folicular ocurre a través de ondas de crecimiento del folículo durante el periodo del ciclo y pueden presentarse de 3 a 4 ondas foliculares.

De acuerdo con Narváez & Silva (2020), la capacidad reproductiva en la hembra bovina se puede delimitar mediante el estudio de la vida prenatal, es decir, el desarrollo del sistema reproductivo que comienza desde la etapa fetal. Al nacimiento, los ovarios de la hembra ya disponen de potencial para la producción de ovocitos primordiales. Este mecanismo fisiológico complejo se llama dinámica folicular y ya se encuentra presente mucho antes de la madurez reproductiva. Por otra parte, Martínez et al. (2020), explica que la dinámica folicular evidencia un proceso prolongado de aumento y regresión de los folículos, lo cual acarrea el desarrollo del

folículo preovulatorio en el ovario; durante esta etapa, el crecimiento de una agrupación de folículos es sincronizado, a esto se le denomina onda folicular, Martínez et al. (2020).

Temas como la dinámica folicular y los factores que presiden la actividad ovárica son fundamentales para el estudio de las biotecnologías reproductivas utilizadas en la actualidad del contexto ganadero, entre las cuales se encuentran principalmente la transferencia de embriones, inseminación artificial y la aspiración folicular; esta última se utiliza en la producción de embriones *in vitro* (Baruselli et al., 2015).

4.4. Calidad del ovocito o competencia ovocitaria

De acuerdo con Tinco et al., (2021), un factor fundamental para el desarrollo de embriones en la hembra bovina es la calidad de los ovocitos, esta va a depender de las hormonas estradiol y progesterona, cuyos procesos metabólicos se llevan a cabo en los folículos, y en la hipófisis las gonadotropinas; la calidad del ovocito va a depender del desempeño hormonal.

La mayor parte de los programas hormonales a los que se recurre en ganadería para la manipulación del ciclo estral y la sincronización de la ovulación tienen como fundamento la comprensión de los procesos dinámicos que acontecen en los ovarios y con las hormonas circulantes (Sartori et al., 2020).

4.5. Protocolos de IATF

Bastos et al. (2023), explica que los protocolos IATF (inseminación artificial a tiempo fijo), le permiten al productor ganadero elegir el mejor momento para la inseminación de sus animales; por medio de estos se estimula a los animales y es posible llevar a cabo la inseminación artificial con una fecha y hora proyectada, esto permite tener un control sobre los animales.

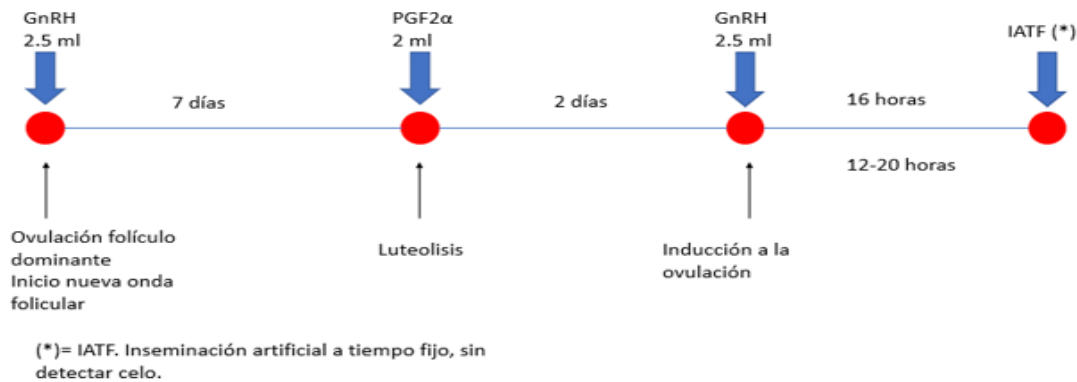
De acuerdo con (Gonçalves & Berto, 2023) el uso de protocolos IATF involucra el uso de hormonas con la finalidad de sincronizar el crecimiento folicular, estimular la presentación del estro y de la ovulación en hembras bovinas listas para la reproducción, seguido de la inseminación artificial en un momento establecido, sin que exista la necesidad de observar el estro.

4.5.1. Ovsynch

Uno de los protocolos más utilizados a nivel mundial es Ovsynch, este fue detallado para la sincronización del celo y de la ovulación en hembras bovinas con la finalidad de

optimizar los resultados reproductivos, principalmente en el ganado vacuno lechero; radica en la aplicación por vía intramuscular de 100 µg de hormona liberadora de gonadotropina (GnRH), independientemente del día del ciclo estral en el que se encuentren las vacas, estimulando la ovulación del folículo dominante e iniciando o coincidiendo con el inicio de una nueva ola de crecimiento folicular (Pursley et al., 1995).

Figura 1. *Protocolo utilizando Ovosynch*

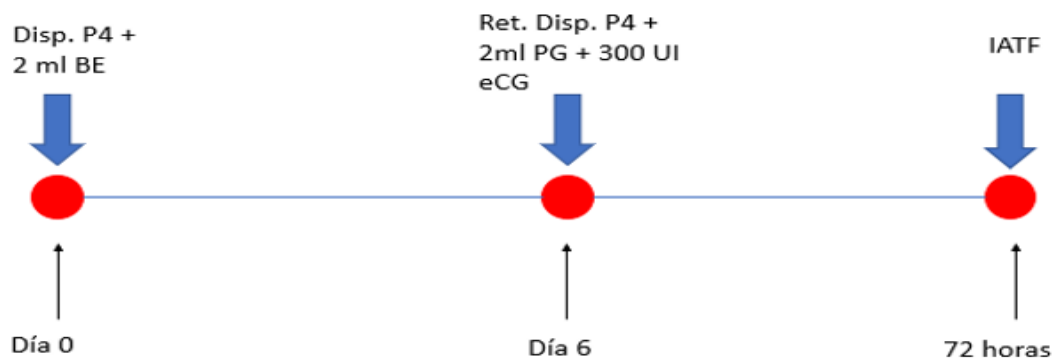


Fuente: Elaboración propia

4.5.2. J-synch

El protocolo J-Synch utiliza estradiol y dispositivos con progesterona con la finalidad de prolongar el proestro; este protocolo disminuye el tiempo de inserción del dispositivo a 6 días, es decir, prolonga el proestro, pudiendo llevar a cabo la inseminación artificial a partir de las 72 horas de la separación del dispositivo (Yáñez et al., 2021).

Figura 2. *Protocolo utilizando J-synch*



Fuente: Elaboración propia

4.5.3. Doble dosis de prostaglandina

El protocolo de dos dosis de prostaglandina es un protocolo corto que demanda la aplicación de dos dosis de prostaglandina, el día 5 y el día 6; la inseminación artificial se llevará a cabo 48 horas después de la segunda dosis (Emilio, 2019).

Figura 3. *Protocolo doble dosis de prostaglandina*

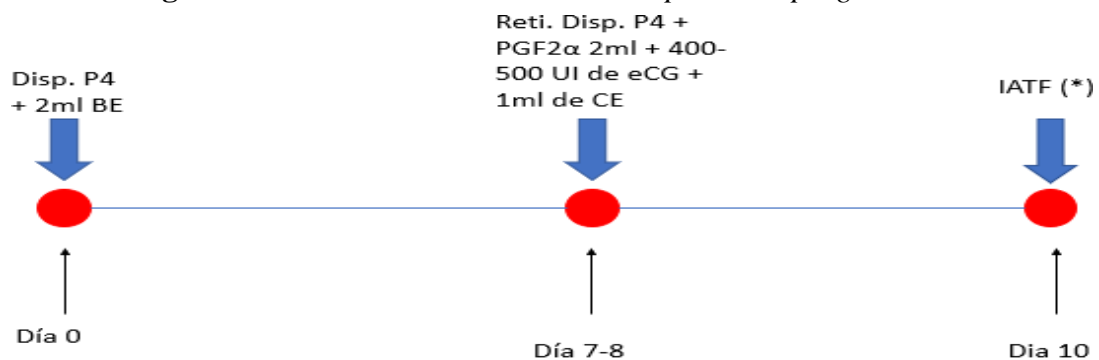


Fuente: Elaboración propia

4.5.4. Convencional con implante de progesterona

La progesterona puede ayudar en la sincronización del estro, reiniciar el ciclo estral e incrementar la fertilidad en vacas; los implantes de progesterona se ubican en el tercio medio de la parte posterior de la oreja, entre la piel y el cartílago. Estos implantes también sirven para ayudar a corregir los niveles de progesterona en las vacas repetidoras (da Silva & Aparecido, 2023).

Figura 4. *Protocolo convencional con implante de progesterona*



(*)= IATF. Inseminación artificial a tiempo fijo, sin detectar celo.

Fuente: Elaboración propia

4.6. Progesterona

Roque et al. (2016), en su trabajo de investigación manifiesta que la progesterona en las hembras bovinas se produce de manera particular en el cuerpo lúteo, el mismo que está presente en los ovarios; esta hormona se produce por medio de dos etapas enzimáticas: en la primera mediante la transformación de colesterol en pregnenolona, proceso que se lleva a cabo en las mitocondrias, y posteriormente la conversión de pregnenolona en progesterona, lo cual se produce por medio de la enzima 3β -hidroxiesteroide deshidrogenasa. La progesterona también se puede producir en otras partes del cuerpo como las glándulas suprarrenales, la placenta y el cerebro.

Por otra parte, explica que la progesterona cumple un papel esencial en los sucesos reproductivos de la hembra bovina asociados con el establecimiento y preservación de la gestación, por medio de sus efectos sobre las particularidades de los ovocitos y su trabajo sobre el endometrio uterino. Si las concentraciones de progesterona disminuyen durante el crecimiento folicular del ovario, este hecho se asocia con la disminución de la fertilidad, mientras que bajos niveles de concentración hormonal posterior a la ovulación está relacionado con la disminución del crecimiento e inferiores tasas de preñez; si los niveles hormonales se elevan posterior a la etapa de concepción se asocian con mayor producción de interferón- τ y en ocasiones, mayor tasa de preñez (Santos et al., 2020).

4.6.1. Fisiología y diagnóstico de la Gestación

4.6.2. Reconocimiento maternofilial

Desde la ovulación hasta el día 15, la secreción de progesterona y el ambiente uterino son similares en vacas gestantes y vacas no gestantes, pero a partir del día 16, es necesario que el embrión emita una señal para evitar la luteólisis (Ochoa et al., 2019). Se denomina así a la señal emitida por el embrión que permite el bloqueo de la luteólisis, la extensión de la vida del CL y la formación de la placenta para el desarrollo de la gestación (Arteaga, 2020). Esto incluye inhibición de la liberación de prostaglandina ($PGF2\alpha$), la modificación del ambiente uterino y los cambios que evitan el rechazo inmunológico del embrión. Las células mononucleares del trofoblasto secretan alrededor del día 16 el interferón-tau (INFT-tau), que inhibe la síntesis de receptores para los estrógenos, receptores para la oxitocina y por lo tanto inhibe la secreción de $PGF2\alpha$, evitando la luteólisis y asegurando la permanencia del CL (Bartolomé y As, 2009).

4.7. Placentación

La placentación del bovino es de tipo corioalantoidea, se forma a partir del día 40 de gestación, donde la capa externa del alantoides se fusiona con el corion y por lo tanto los vasos sanguíneos del alantoides toman contacto con las arterias y venas umbilicales localizadas en el tejido conectivo entre el corion y el alantoides (Polanco & Barahona, 2009). Los vasos fetales aumentan su superficie de contacto con la circulación materna debido a la formación de las vellosidades coriónicas, que son conos vasculares mesenquimales cubiertos por células trofoblásticas cuboidales y gigantes binucleadas (Ramírez et al., 2015). En el bovino, este contacto se produce a través de los cotiledones fetales (70 a 120) que se unen a las carúnculas uterinas formando los placentomas. (Bartolomé y As, 2009.).

4.8. Diagnóstico de gestación

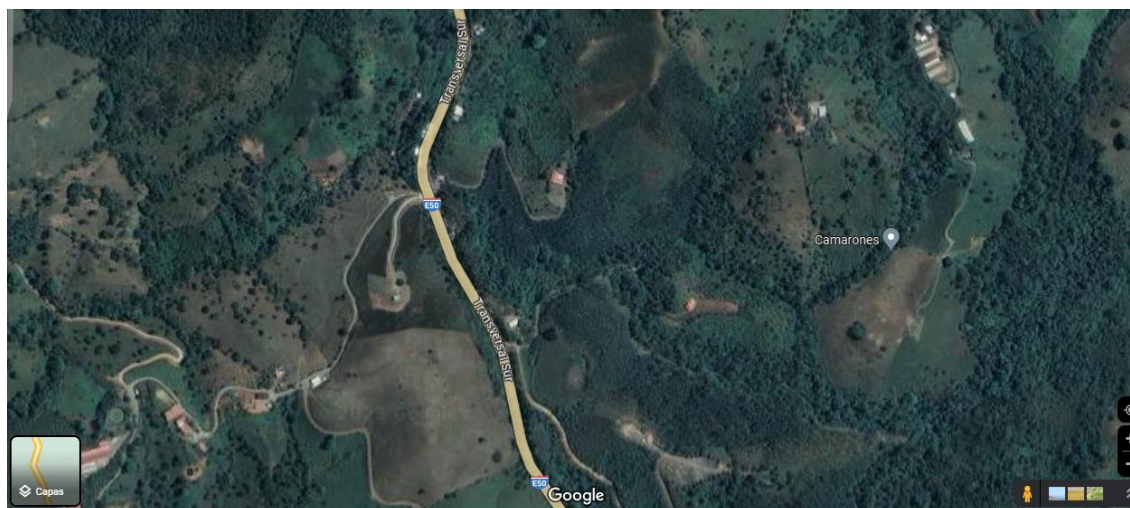
La palpación directa o la ecografía del tracto reproductor vía transrectal, siguen siendo los más empleados en la actualidad durante el control gestacional en el ganado vacuno. Son técnicas diagnósticas con buenos resultados y son interesantes a nivel económico, pero son herramientas invasivas y requieren una cierta experiencia por parte del técnico que las realiza (Sice et al., 2022). En general, se aplican a partir de la 3^a-4^a semana posterior a la inseminación artificial. Por otro lado, los métodos indirectos de DG son menos invasivos que los directos (Martínez, 2021).

Mediante este tipo de diagnósticos vía indirecta se puede detectar la presencia o ausencia de un embrión, sin visualizar directamente estructuras gestacionales; existen métodos indirectos basados en signos clínicos, como la vigilancia del retorno al estro, así como técnicas indirectas bioquímicas, que permiten evaluar mediante el uso de kits rápidos ciertas sustancias como la progesterona (P4) o las Glicoproteínas Asociadas a la Gestación (GPAG), producidas durante la gestación de forma temprana. Otras técnicas novedosas y prometedoras, pero que todavía se encuentran en desarrollo, son la evaluación de moléculas como el interferón tau (IFN- τ), los micro-ARN (miARN) y/o los Factores de Gestación Temprana (FGT) (Sice et al., 2022).

5. Metodología

5.1. Lugar de ejecución y periodo de duración

Figura 5. Lugar de ejecución



Fuente: Tomado de Google Maps, 2024)

La presente investigación se realizó en la provincia de El Oro en el cantón Piñas, parroquia Saracay, sitio Camarones situada en el sur de la República del Ecuador en la zona Litoral o Costa; Coordenadas de latitud y longitud -79.860924 , -3.641278 . Las propiedades dónde se realizó el experimento se encuentran a 450 m.s.n.m con una temperatura promedio de $25\text{ }^{\circ}\text{C}$. (EcuRed et al., s. f.) El trabajo tuvo una duración de 60 días.

5.2. Determinación del tamaño de muestra y selección de animales

Se utilizó un total de 90 animales *Bos indicus* de la raza (Brahman). Se dividió al azar en 2 grupos: a) grupo tratamiento = (T1 $n= 50$); y el grupo control= (T0 $n=30$). Los animales en estudio presentaron un peso vivo de $500\text{ kg} \pm 50\text{ kg}$; una edad entre 2 a 13 años, la Condición corporal fue de 3 ± 0.5 puntos en una escala del 1 al 5 punto siendo 1 un animal extremadamente flaco y 5 un animal obeso o sobrecondicionado.

Los animales del experimento fueron mantenidos en las mismas condiciones ambientales, nutricionales y de manejo en un régimen extensivo, manejados al pastoreo y previamente desparasitados y vitaminizados.

5.3. Implementación de protocolos

Los individuos fueron distribuidos aleatoriamente en dos grupos experimentales: grupo control (protocolo convencional de IATF = T0), y grupo experimental = T1 (protocolo convencional con la inclusión de progesterona P4 (acción prolongada).

5.4. Descripción de protocolos

5.4.1. Protocolo convencional

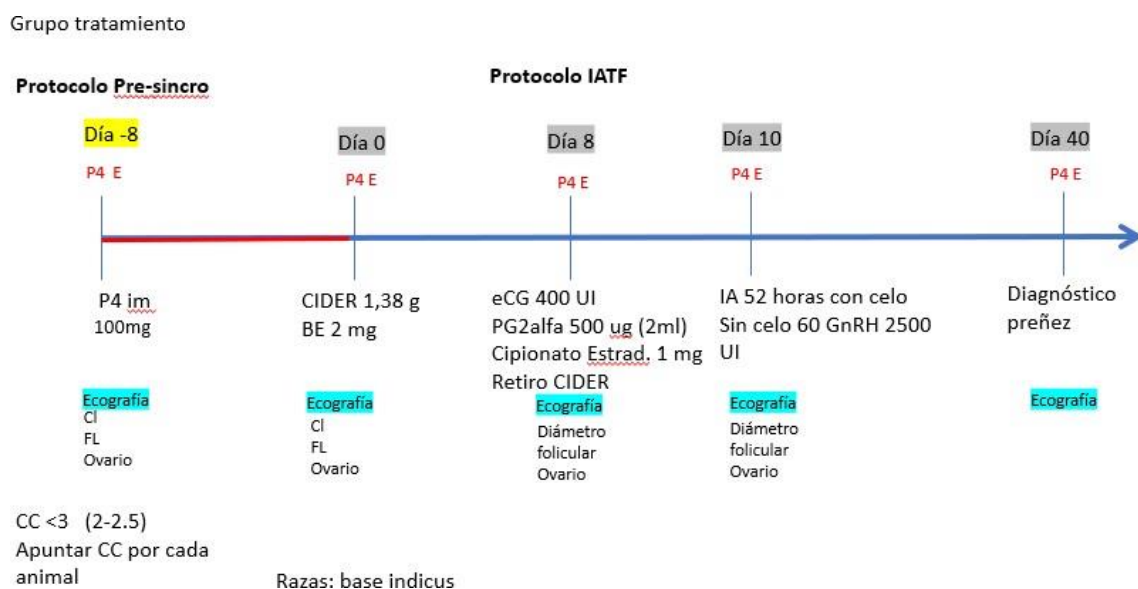
La aplicación del protocolo se realizó a las 08:00 horas. Se consideró el día 0 como el día en el que se aplicó el dispositivo intravaginal de progesterona PLUSELAR®- 0,6gr + 2 mg de Benzoato de Estradiol (BE2) intramuscular (IM). El día 8 tras la aplicación inicial del dispositivo intra vaginal los animales recibieron una dosis de PGF2 α (Veteglan), (500 μ g D-cloprostenol IM) + 400 UI de eCG (Vetegon) +1 mg de Cipionato de Estradiol. Adicionalmente el dispositivo de progesterona PLUSELAR fue retirado en ese momento. Los productos utilizados corresponden al laboratorio Calier, de Argentina.

Las vacas presentaron celo a las 48 horas post retiro del implante y se realizó la inseminación a las 52 horas (vacas con celo) y a las 60 horas (vacas sin celo + aplicación de GnRH 2500 UI). (Buserelina) del laboratorio de Weizur, de Colombia

5.4.2. Protocolo experimental (presynch)

En el grupo tratamiento se aplicó el mismo protocolo convencional, con la inclusión previa de presincronización (presynch), que consistió en la aplicación de 100 mg de progesterona inyectable de larga duración por vía i.m 8 días antes del al tratamiento convencional de IATF.

Figura 6. Protocolo experimental (presynch) en IATF mediante la incorporación de progesterona de larga duración



Fuente: Elaboración propia

5.5. Evaluación de estructuras ováricas

Tanto en el grupo de tratamiento como en el grupo control se realizó una evaluación de las estructuras ováricas (día -8,0,8,10) mediante ultrasonografía transrectal (hand scan v8 7,5 MHz sonda lineal, China) para evaluar la ciclicidad ovárica (presencia o ausencia de estructuras ováricas de folículos y cuerpos lúteos con sus respectivas medidas de diámetro mm) y el diámetro de los ovarios derecho e izquierdo.

5.6. Determinación de la gestación

Se realizó el diagnóstico de gestación mediante ultrasonografía transrectal (Hand Scan v8 7,5 MHz sonda lineal, China) en el día 40 post inseminación mediante la verificación de la presencia o ausencia de estructuras embrionarias.

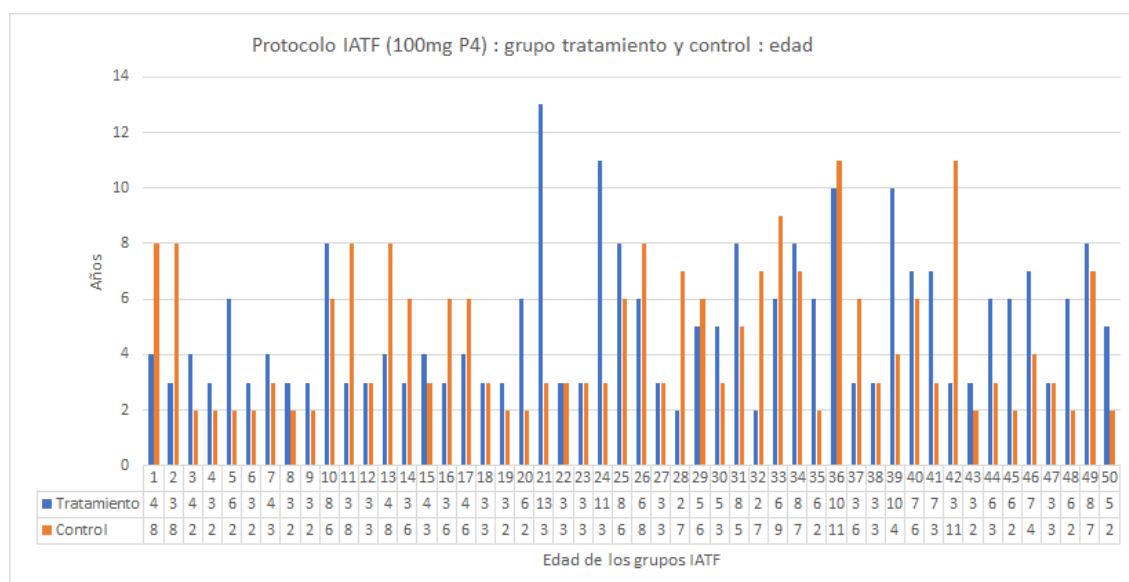
6. Resultados

6.1. Resultados experimento 100 mg P4

En el presente trabajo se presentan los resultados del uso de progesterona P4 de acción prologada en dosis de 100 mg como método de pre-sincronización en un protocolo de IATF convencional en vacas (*Bos indicus*). Se analizaron las siguientes variables como; la edad, condición corporal (C.C.), tamaño del folículo preovulatorio (mm) del ovario derecho e izquierdo y tasa de preñez *bos indicus* (Brahman)

A continuación, presentamos los resultados:

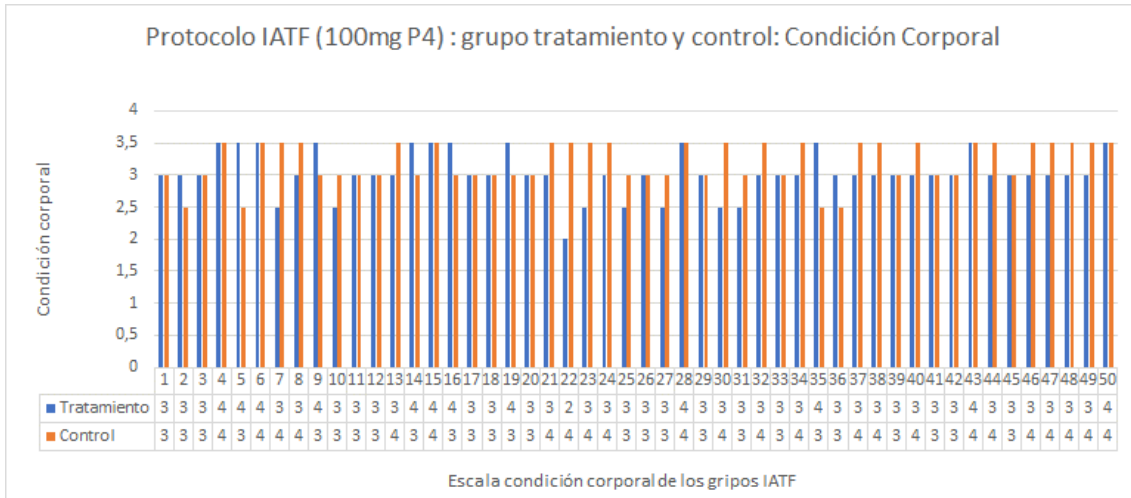
Figura 7. Edad de los animales para IATF (100mg P4): grupo tratamiento y control (día 9: celo)



Fuente: Elaboración propia

En la figura 7 se presenta la edad de los animales a la que fueron inseminadas utilizando un protocolo de pre-sincronización del desarrollo folicular mediante la aplicación de progesterona de acción prolongada (100mg P4). Se observa que las edades de los animales sometidos a IATF fueron desde los 2 años hasta los 13 años para el grupo tratamiento y de 2 años a 11 años para el grupo control.

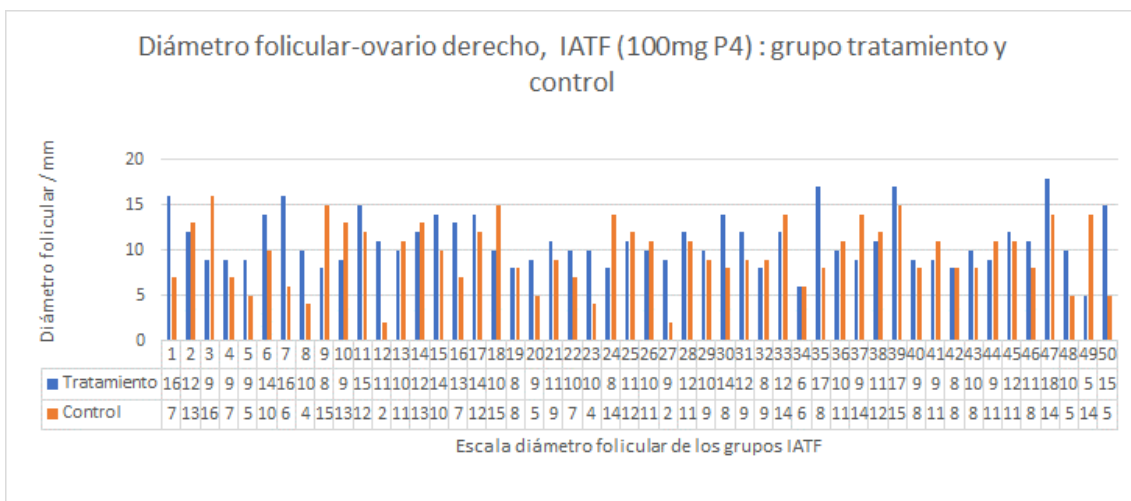
Figura 8. Condición corporal de los animales para IATF (100mg P4): grupo tratamiento y control (día 9: celo)



Fuente: Elaboración propia

En la figura 8, se presenta la evaluación de la condición corporal de los animales en escala de 1 a 5 a la que fueron inseminadas utilizando un protocolo de pre-sincronización del desarrollo folicular mediante la aplicación de progesterona de acción prolongada (100mg P4). Se observa que la condición corporal de los animales sometidos a IATF fueron desde los 2 puntos a 3,5 de la escala para el grupo tratamiento y de 2,5 puntos a 3,5 de escala de CC. para el grupo control.

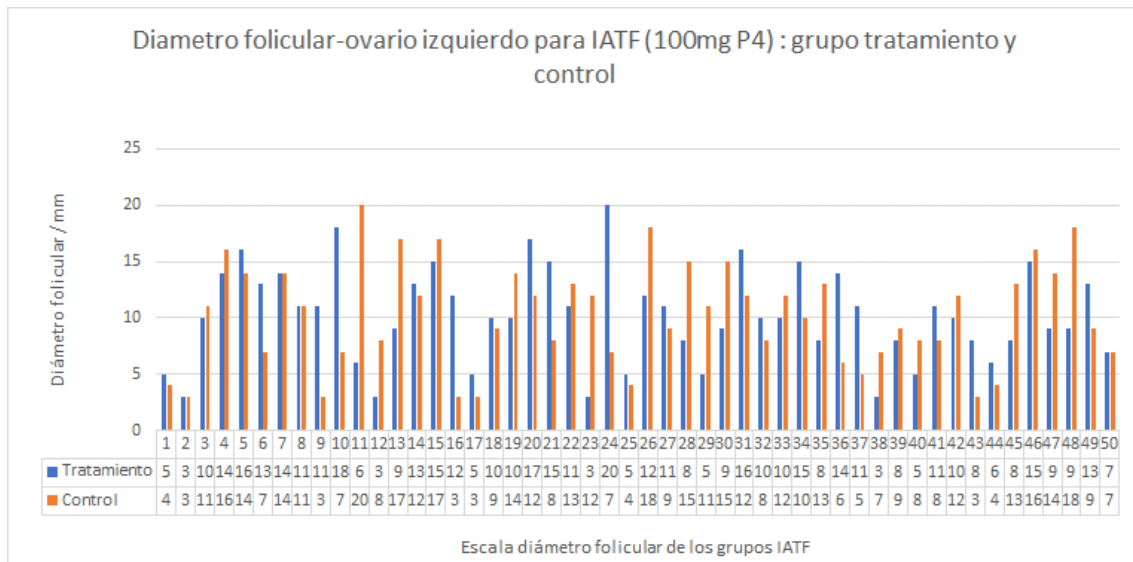
Figura 9. Diámetro folicular OD. de los animales para IATF (100mg P4): grupo tratamiento y control (día 9: celo)



Fuente: Elaboración propia

En la figura 9 se presenta la evaluación del diámetro del folículo pre-ovulatorio que fueron inseminadas utilizando un protocolo de pre-sincronización del desarrollo folicular mediante la aplicación de progesterona de acción prolongada (100mg P4). Se observa que el diámetro del folículo pre-ovulatorio de los animales sometidos a IATF fueron desde los 5 mm. a 18 mm. para el grupo tratamiento y de 2mm. a 16 mm. para el grupo control.

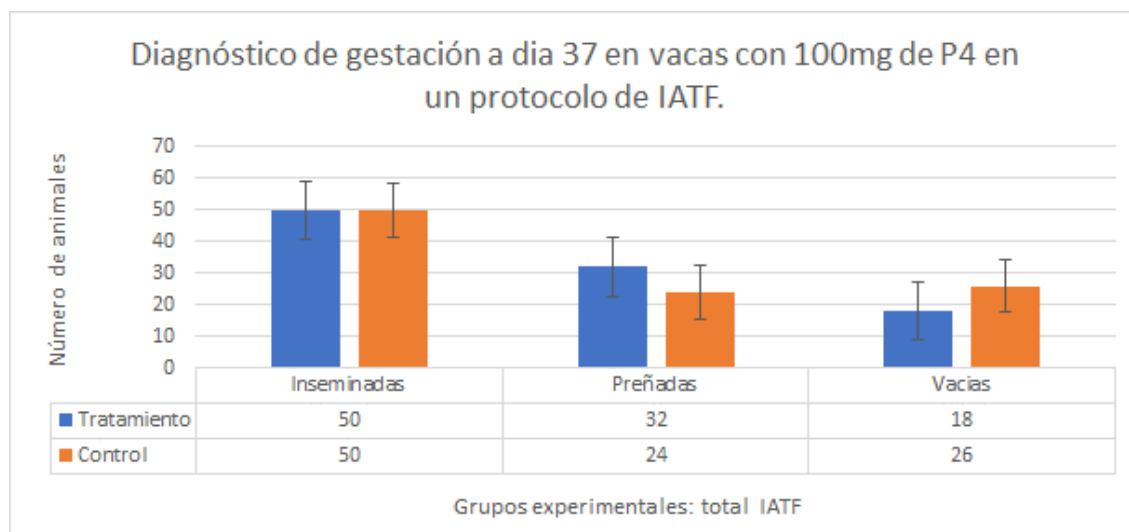
Figura 10. Diámetro folicular OI. de los animales para IATF (100mg P4)



Fuente: Elaboración propia

En la figura 10 se presenta la evaluación del diámetro folicular pre-ovulatorio de los grupos tratamiento y control que fueron inseminadas utilizando un protocolo de pre-sincronización del desarrollo folicular mediante la aplicación de progesterona de acción prolongada (100mg P4). Se observa que el diámetro del folículo pre-ovulatorio de los animales sometidos a IATF fueron desde los 3 mm. a 20 mm. para el grupo tratamiento como para el grupo control.

Figura 11. Diagnóstico de gestación a día 37 en vacas con 100mg de P4 en un protocolo de IATF convencional



Fuente: Elaboración propia

En la figura 11 se presenta el diagnóstico de gestación de los grupos de tratamiento y control que fueron sometidos a un protocolo de pre-sincronización del desarrollo folicular mediante la aplicación de progesterona de acción prolongada (100mg P4). Se observa que existe un mayor número de animales preñados en el grupo tratamiento (n=32) respecto al grupo control (n=24). Además, el número de vacas con diagnóstico de no preñadas (vacías) fue mayor en el grupo control (n= 26) respecto al grupo tratamiento (n=18).

Tabla 1. Análisis de las variables estudiadas durante la aplicación de progesterona de acción prolongada (100mg) como método de pre-sincronización para el desarrollo folicular en un protocolo de IATF convencional en ganado *Bos indicus*.

	Raza	Edad	Condición Corporal	Folículos (mm) Ovario Derecho	Folículos (mm) Ovario Izquierdo	Preñez
Tratamiento	Brahmán	5,06 ±2,53 ^a	3,03 ±0,34 ^a	11,82 ±2,78 ^a	10,38 ±3,10 ^a	0,64 ± 0,48 ^a
Control	Brahmán	4,56 ±2,56 ^a	3,20 ±0,10 ^b	9,58 ±3,22 ^b	11,96 ±2,83 ^a	0,48 ± 0,50 ^a

a-b = diferencias estadísticas entre grupos tratamiento y control

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 1, se presenta el análisis mediante prueba t para muestras Independientes de las variables de edad, condición corporal, diámetro de folículos del ovario derecho e izquierdo

y el porcentaje de preñez de los grupos de tratamiento y control. Se observa que no existe diferencia significativa en la variable edad y tamaño de los folículos del OI entre los grupos de tratamiento y control. Sin embargo, se presenta diferencias significativas en la condición corporal siendo mayor en el grupo control respecto al grupo de tratamiento.

Además, el tamaño del folículo pre-ovulatorio del OD también presenta diferencias estadísticas significativas entre el tratamiento y el grupo control, siendo mayor el diámetro de folículo en el grupo de tratamiento respecto al grupo control. En relación a la preñez no se observa diferencia estadística significativa entre el grupo tratamiento y el grupo control. Sin embargo, se observa que existe una tendencia numérica de un mayor número de animales preñados en el grupo de tratamiento respecto al grupo control. Por tanto, se puede observar que la tasa de gestación es del 64% para el grupo tratamiento y del 48% para el grupo control.

Tabla 2. *Análisis de correlación entre las variables edad, condición corporal, diámetro folículos OD-OI, y preñez durante la aplicación de progesterona de acción prolongada (100mg) en un protocolo de IATF convencional*

	Edad	C.C	OD (mm)	OI (mm)	Preñez
Edad	1,00	0,02	0,73	0,71	0,60
C.C	-0,24	1,00	0,39	0,24	0,04
OD (mm)	0,03	-0,09	1,00	0,25	0,96
OI (mm)	-0,04	0,12	-0,12	1,00	0,11
Preñez	0,05	-0,21	-0,01	-0,16	1,00

Fuente: elaboración Propia

Respecto a la Tabla 2 se presenta el análisis de correlación de Person entre las variables del estudio para determinar si estas se encuentran relacionadas o no. Variables cercanas a 1 presentan un grado de asociación mayor y variables que se alejan de 1 presentan un grado de asociación menor o nulo. En la presente tabla 2 se presenta una asociación mayor entre las variables de tamaño folicular del OD respecto a la variable preñez. Y una menor asociación entre las variables edad y tamaño folicular del OD y OI respectivamente. Se puede observar que a medida que avanza la edad en las vacas *bos indicus* (Brahmán) mayor es el diámetro folicular; además a mayor diámetro folicular del ovario derecho mayor es el número de animales preñados.

7. Discusión

Entre los principales factores que inciden en los índices de preñez de la ganadería bovina están los factores extrínsecos, los cuales guardan relación con la ecología que rodea al animal. Entre estos los factores ambientales ejercen influencias positivas y también negativas respecto a los porcentajes de preñez; el estrés calórico por ejemplo podría afectar el índice reproductivo que constituye un indicador de posibles alteraciones en las tasas de preñez. (Oyuela & Jiménez, 2010). Otro factor de interés y de manejo son las instalaciones y la nutrición como los niveles de energía, proteína, vitaminas, minerales y agua que puede influir directamente en el estatus y en la fertilidad del rebaño. Estos factores en las diferentes explotaciones bovinas pueden modificar directamente los índices de preñez, (Oyuela & Jiménez, 2010).

También se ha descrito que los factores intrínsecos influyen en los parámetros tanto productivos como reproductivos. Estos factores se definen como propios del animal y guardan relación con su fisiología; por ejemplo, la condición corporal, si el o los ovarios se encuentran cíclicos o si se han presentado patologías como quistes foliculares que puedan tener una influencia negativa en la fertilidad de la vaca; otro factor es el diámetro del cuerpo lúteo, debido a su característica morfológica se relaciona con niveles de secreción de progesterona para la mantención de la preñez (Chaigneau, 2017).

7.1. Condición corporal

En lo que respecta a la condición corporal de las hembras bovinas, esta se midió mediante la escala de puntuación de 1 a 5; la condición corporal de los animales sometidos a IATF fue desde los 2 puntos a 3,5 de la escala, mientras que para el grupo tratamiento de 2,5 puntos a 3,5 de escala de CC. para el grupo control. El mayor número de animales preñados se observó en el grupo tratamiento (n=32) respecto al grupo control (n=24), que representa el 64% y el 48% respectivamente.

Palma et al. (2022), en un estudio de IATF convencional con 54 vacas mestizas cebú con una condición corporal de 2.5 hasta 3.5 en la escala, obtuvo una mejor tasa de preñez en los animales con una condición corporal media de 3 puntos. Estos resultados concuerdan con los obtenidos en nuestra investigación, en la que el mayor número de animales preñados se observó en el grupo tratamiento (n=32) con condición corporal de 3 puntos. Por otra parte, Sánchez et al. (2022), estableció una correlación positiva y significativa ($r=0,167$) entre la condición corporal y la tasa de preñez de vacas Nelore sometidas a IATF en la Amazonía Oriental. Usó 159 hembras bovinas y obtuvo una tasa de gestación del 54,08%, Por tanto, cuando la IATF se usó

en hembras con una condición corporal superior a 2,75 puntos fue mayor la tasa de preñez. Estos resultados son similares a los obtenidos en nuestra investigación donde obtuvimos el mayor número de animales preñados en el grupo tratamiento (n=32) con condición corporal de 3 puntos.

7.2. Diámetro folicular

Según Flores et al. (2020), estudiar el desarrollo folicular de los bovinos durante las etapas tempranas del ciclo estral de la vaca puede ser un aporte de información significativo respecto a eventos que puedan inducir un cambio fisiológico y morfológico de la estructura del ovario (Pérez et al., 2021). Estos eventos pueden intervenir en la diferenciación del desarrollo del ovocito para finalmente influir en el desempeño de la reproducción de la hembra bovina, debido a que resulta muy frecuente su asociación con las tasas de preñez (Motta et al., 2011).

En relación al diámetro del folículo pre-ovulatorio al día 9 del protocolo (estro), mediante el uso de progesterona P4 de acción prologada (100 mg como método de pre-sincronización) en un protocolo de IATF convencional en vacas (*bos indicus*), se observó que el diámetro varío desde los 5 mm. a 18 mm. para el grupo tratamiento y de 2 mm. a 16 mm. para el grupo control. Yáñez et al. (2018), describió el crecimiento del folículo al retirar el dispositivo con progesterona (T1: 9,53±0,11 mm; T2: 9,87± 0,12 mm), la IATF (T1: 12,3±0,12 mm; T2: 11,9±0,12 mm) y el tamaño del cuerpo lúteo (T1: 23,1±0,14 mm; T2: 22,8± 0,15 mm), no encontró diferencias significativas entre los dos protocolos de IATF descritos ($p \geq 0,05$).

Estos hallazgos respecto al tamaño del folículo preovulatorio inferiores a los obtenidos en nuestro estudio el cual presentó un tamaño de desarrollo folicular de 18 mm en el grupo tratamiento. En otra investigación, Salgado et al. (2023) estudió el efecto de varios tratamientos con dispositivos intravaginales de progesterona (DIV) antes y durante los protocolos de sincronización de la ovulación) sobre el crecimiento folicular. Observó que la concentración promedio de progesterona plasmática entre el día -12 y 0 fue mayor en aquellas vacas pre-sincronizadas ($2,14 \pm 0,37$ ng/mL) en relación al grupo control ($0,99 \pm 0,39$ ng/mL); sin embargo, no se observó cambios en el tamaño del folículo dominante, manteniéndose entre 9 y 14 mm al día 12 del protocolo; este tamaño del folículo preovulatorio fue inferior al observado en nuestra investigación.

Por lo tanto, las alteraciones asociadas a la emergencia sincrónica de una nueva onda folicular y el crecimiento del folículo dominante cuando existen niveles bajos de progesterona plasmática durante la sincronización de la ovulación se podría mermar la fertilidad en las

hembras bovinas; consecuentemente los tratamientos que tienen como base el uso de progesterona podrían resultar muy útiles para optimizar la preñez en el ganado bovino (Palma et al., 2022).

7.3. Preñez.

Durante la etapa de regulación de la secreción de gonadotropinas en la hembra bovina, las dos hormonas que tienen mayor relevancia son el estradiol y la progesterona, por un lado, el estradiol es un regulador de mucha importancia en la secreción de GnRH y también de la secreción de la hormona folículo estimulante (FSH) y LH (Betancourt et al., 2020); La progesterona, evidencia un efecto contrario, esto se debe a que inhabilita tanto la expresión como la sensibilidad del hipotálamo a la actividad de los estrógenos, además, la progesterona exógena inhibe el desarrollo de los folículos dominantes y subordinados (Williams & Trujillo, 2022).

En nuestro estudio usamos progesterona P4 de acción prologada en dosis de 100 mg como método de pre-sincronización en un protocolo de IATF convencional en vacas (*bos indicus*), las variables estudiadas fueron el tamaño folicular preovulatorio y la tasa de preñez. Se obtuvo un mayor número de animales preñados en el grupo tratamiento (n=32) respecto al grupo control (n=24). Por tanto, consideramos que el diámetro del folículo pre-ovulatorio presenta una relación con la administración de progesterona antes del inicio del protocolo de IATF.

Scandolo (2021), uso varios tratamientos con dispositivos intravaginales de progesterona (DI) antes y durante los protocolos de sincronización de la ovulación y centro su estudio en el crecimiento del folículo, y su asociación con los niveles de progesterona plasmática y la fertilidad en vacas productoras de leche con baja condición corporal. La concentración de progesterona plasmática y el tamaño del folículo dominante presentaron una correlación positiva, por tanto, el tratamiento a base de progesterona antes de Ovsynch mejoró las tasas de preñez diagnosticados a los 32 días en las vacas que no evidenciaban cuerpo lúteo al momento de la presincronización. A pesar de ello, la tasa de preñez tuvo valores similares entre las vacas que fueron presincronizadas con progesterona y el grupo control con cuerpo lúteo al iniciar el tratamiento. Este resultado es diferente del que se obtuvo en nuestro estudio y, en la cual se observó tasas de preñez diferentes en el grupo control.

Es importante la progesterona endógena producida por el animal para la preparación del útero en el caso de una eventual gestación; si la hembra bovina entra en etapa de gestación, esta

hormona mejora el desarrollo embrionario y de las células del trofoectodermo y secreción de interferón-tau para establecer el reconocimiento de la gestación y disminuir pérdidas embrionarias. (Santos et al., 2020).

7.4. Edad

De acuerdo con BrzÁková et al. (2020), en las empresas productoras de carne se puede alterar la rentabilidad debido al bajo desempeño productivo; la heredabilidad es frecuentemente baja en lo que respecta a los rasgos de fertilidad, esto quiere decir que existe algunos factores ambientales no genéticos que tienen gran influencia, por ejemplo, la edad de la vaca al primer parto aumenta la tasa de productividad de la hembra bovina, de manera particular en determinadas razas como la Brahman. Además, los niveles de productividad permanente de una hembra bovina se valoran tomando en cuenta principalmente el número de terneros que son destetados, es decir, este es el rasgo último de fertilidad y representa los efectos depositados de la pubertad, preñez, parto, destete y nueva reproducción mientras la vaca siga estando productiva. Por lo tanto, una vaca debe producir la cantidad de descendencia suficiente con la finalidad de subsanar el costo del desarrollo de la novilla y su mantenimiento anual (Engle et al., 2021). Los animales con los que se trabajó en el estudio presentaron edades desde los 2 hasta los 11 años para el grupo tratamiento y de 2 años a 13 años para el grupo control. Al día 37 del protocolo de IATF se observó un mayor número de animales preñados en el grupo tratamiento (n=32) con un 64% respecto al grupo control (n=24) con un 48% de preñez. Nuestros resultados coinciden con los obtenidos por Hayati et al., (2021); quien sincronizó vacas *Bos indicus*, la mediante el uso de PGF2 α y GnRH seguida de una IATF; los resultados describen que las hembras bovinas de mayor edad presentaron signos de estro (celo) intensos. Otros autores como Tavirimirwa y Washaya (2022) estudiaron los efectos de la edad y su relación con la tasa de preñez en hembras bovinas de carne manejadas de forma extensiva; usó 577 hembras, de raza Brahman (189), Nkone (18) y Mashona (370) con condición corporal entre 2,5 y 3 puntos, Los grupos tres grupos fueron sincronizados mediante el protocolo ovsynch e inseminados observando que la tasa de concepción más alta fue en las vacas de tercer parto de la raza Brahman (53,2%). Estos resultados fueron más bajos en relación a los obtenidos en nuestra investigación en la cual la tasa de preñez para la raza Brahman fue del 64%. Por lo tanto, se puede inferir que la edad reproductiva de la hembra bovina (*Bos indicus* - Brahman) es dependiente de varios factores como la raza, edad y el manejo; además la producción lechera es un punto a tomar en cuenta como otro factor importante. Estos factores pueden influenciar en los cambios en los niveles de hormonas hipotalámicas o hipofisiarias que se asocian con una

baja, media o alta fertilidad; por ejemplo, altos niveles de progesterona y/o bajos niveles de estradiol durante el estro inciden en la secreción de la hormona luteinizante (LH) generando retrasos en la ovulación o folículos anovulatorios que determinar puede que los ovocitos envejezcan y disminución de la fertilidad., y baja tasa de preñez.

8. Conclusiones

En vacas (*Bos indicus*) el método de pre-sincronización (presinch) mediante el uso de progesterona (P4) de acción prologada en dosis bajas de 100 mg en un protocolo de IATF convencional aumento numéricamente la tasa de gestación. Además, factores extrínsecos e intrínsecos como la edad, condición corporal (C.C.), tamaño del folículo preovulatorio (mm) podrían modular positivamente o negativamente las tasas de preñez en el ganado bovino.

El desarrollo folicular en general y principalmente del folículo pre-ovulatorio al día 9 del protocolo de IATF podría ser modulado por acción de la progesterona (P4) de acción prolongada, así como la secreción de estrógenos y la calidad y competencia del ovocito; estos eventos en el desarrollo folicular podrían tener un efecto positivo sobre las tasas de ovulación y fertilidad en las vacas.

Un mayor y adecuado desarrollo folicular (diámetro del folículo pre-ovulatorio) durante un protocolo de IATF mejoraría la presencia y activación de receptores de LH esenciales para la fase final de maduración folicular y ovocitaria, lo cual y podría mejorar la sincronía y tasas de ovulación y un adecuado desarrollo de un cuerpo lúteo funcional más funcional y mayores niveles de progesterona endógena para un óptimo desarrollo embrionario preimplantatorio.

El grupo tratamiento (P4 de larga duración) del protocolo de IATF presento una mayor tasa de gestación (64%) respecto el grupo control (48%). Pese a que no hubo diferencias estadísticas en las tasas de gestación entre el grupo control y tratamiento se observó un mayor valor numérico en la tasa de preñez. Este aumento en la tasa de gestación en el grupo control posiblemente sea por el efecto positivo de la pre-sincronización (P4) sobre la foliculogénesis y calidad ovocitaria.

9. Recomendaciones

Realizar más estudios tanto en *Bos Indicus* como en *Bos Taurus* que incorpore el uso de progesterona de larga duración en los protocolos convencionales de IATF con el objetivo de mejorar las tasas de fertilidad en vacas. Además, es importante que los pequeños, medianos y grandes productores conozcan sobre los aspectos fisiológicos reproductivos de las vacas como el tiempo de espera voluntario post parto, la salud reproductiva y condición corporal como factores que podrían incidir de manera directa sobre las tasas de gestación.

Para la obtención de una preñez exitosa es importante generar e implementar estrategias y protocolos estandarizados que permitan el control coordinado del ciclo estral, desarrollo folicular y sincronización de la ovulación como herramientas permanentes en el manejo de los sistemas de producción bovina en general.

10. Bibliografía

- Aerts, J. M. J., & Bols, P. E. J. (2010). Ovarian follicular dynamics: A review with emphasis on the bovine species. Part I: Folliculogenesis and pre-antral follicle development. *Reproduction in Domestic Animals*, 45(1), 171–179. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0531.2008.01302.x>
- Arteaga, Á. (2020). Estrategia para mejorar la tasa de servicio y la subsecuente tasa de preñez en vacas, utilizando la técnica de ultrasonografía. *Tierra Infinita*, 6(1), 20–28. <https://doi.org/10.32645/26028131.1028>
- Baruselli, P. S., Marques, M. O., Vieira, L. M., Konrad, J. L., & Crudeli, G. A. (2015). Aplicación de biotecnologías para una mayor producción de terneros. *Revista Veterinaria*, 26(2), 154–159. <https://doi.org/10.4103/0973-1075.105689>
- Bastos, G., Marcal, M., de Luca, M., Gazim, Z., & Piau, R. (2023). Uso do núcleo homeopático fertilidade em protocolos de IATF: relato de caso. *Revista Thêma et Scientia*, 13(2). <https://ojsrevistas.fag.edu.br/index.php/RTES/article/view/1389/1688>
- Betancur, J., Flores, M., Pérez, A., Vásquez, N., y Montoya, A. (2020). Clonación del cDNA codificante de las subunidades de la gonadotropina luteinizante de *Pimelodus grosskopfii*. *Biotecnología En El Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 18(2), 37–47. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.18684>
- Brzáková, M., Čítek, J., Svitáková, A., Veselá, Z., & Vostrý, L. (2020). Genetic parameters for age at first calving and first calving interval of beef cattle. *Animals*, 10(11), 1–11. <https://doi.org/10.3390/ani10112122>
- Chaigneau, Y. V. (2017). *Que Afectan La Reproduccion Bovina Con*.
- da Silva, H., & Aparecido, M. (2023). Indução de ciclicidade e taxa de prenhez em novilhas nelore com utilização de progesterona injetável ou dispositivo intravaginal previamente ao protocolo de IATF. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação*, 9(10), 4218–4227. <https://doi.org/10.51891/rease.v9i10.12307>
- Delgado Mendez, F. A. (2020). "Evaluación De La Sincronización De Celo En Vacas Y Vaconas Brahman En La Hacienda Don Manuel". 1–67.
- Emilio, O. (2019). *Efecto de la permanencia del dispositivo con progesterona y dosis adicional de prostaglandina sobre la dinámica folicular y tasa de preñez en vacas lecheras sincronizadas con el protocolo CO-SYNCH* [Tesis de grado, Universidad Nacional de Córdoba]. <https://iracbiogen.com/wp-content/uploads/2021/06/EFFECTO1.pdf>
- Engle, B., Collins, A., & Hayes, B. (2021). Genomic prediction of lifetime productivity in brahman cows. *Proceedings of the Association for the Advancement in Animal Breeding*, 110–113. <http://www.aaabg.org/aaabghome/AAABG24papers/29Engle24110.pdf>
- Felipe, A., Hernández, V., Cristina, D., Arevalo, S., Ernesto, N., & Romero, B. (2017). *Artículo de Revisión Universidad de la AMAZONIA*. 9(2), 62–68.
- Flores, O., López, C., Amaya, C., & Leyton, L. (2020). Relación entre el diámetro del folículo pre-ovulatorio con el porcentaje de preñez en vacas encastadas sometidas a un protocolo de sincronización de celo en el municipio de San Miguel, San Miguel, El Salvador. *Agrociencia*, 4(17), 20–29. <https://revistaagrociencia.wordpress.com/>

- Google Maps. (2024). Parroquia Zaracay. Disponible en:
<https://www.google.com/maps/search/parroquia+saracay%2Bpi%C3%B1as%2Bmapa/@-3.6500708,-79.9643402,12z?entry=ttu>
- Gonçalves, J., & Berto, V. (2023). Inseminação artificial em tempo fixo (IATF) e suas vantagens. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação*, 9(5), 3666–3673.
<https://doi.org/10.51891/rease.v9i5.10094>
- Hayati, R., Panjono, A., & Irawan, A. (2021). Estrous Signs and Progesterone Profile of Ongole Grade Cows Synchronized at Different Ages Fed Different Level of Dietary Crude Protein. *Tropical Animal Science Journal*, 44(1), 16–23. <https://doi.org/10.5398/tasj.2021.44.1.16>
- Horrach, M., Bertot, J., Vásquez, R., & Garay, M. (2020). Eficiencia reproductiva de sistemas vacunos en inseminación artificial. Tendencias actuales y perspectivas. *Revista de Producción Animal*, 32(3), 1–16. <http://scielo.sld.cu/pdf/rpa/v32n3/2224-7920-rpa-32-03-70.pdf>
- Martínez, C. (2021). Caracterización de los sistemas de producción con ganado bovino doble propósito. *Revista Transdisciplinaria Del Saber*, 1(1), 128–141.
<http://revistas.unellez.edu.ve/index.php/rtsa/article/view/1301>
- Martínez, I., Bracho, E., & Pacheco, J. (2020). Evaluación económica de la dinámica folicular del ciclo estral normal y sincronizado en ovejas. *Revista Aglala*, 11(1), 84–94.
<https://revistas.curn.edu.co/index.php/aglala/article/view/1565>
- Motta, P., Ramos, N., González, C., & Castro, E. (2011). Dinámica folicular en la vida reproductiva de la hembra bovina. *Vet.Zootec*, 5(2), 88–99.
<http://vip.ucaldas.edu.co/vetzootec/downloads/v5n2a08.pdf>
- Motta-Delgado, P. A., Ramos-Cuéllar, N., González-Sánchez, C. M., & Rojas-Castro, E. C. (2011). Follicular dynamics in the reproductive life of female livestock. *Veterinaria y Zootecnia*, 5(2), 88–99.
- Narváez, H., & Silva, A. (2020). Dinámica folicular y cuantificación de estradiol durante el ciclo estral de vacas criollas de la raza Blanco Orejinegro. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 31(2), 1–10. <https://doi.org/10.15381/rivep.v31i2.16186>
- Ochoa, E., Ochoa, R., & Bó, A. (2019). Efecto de una dosis adicional de prostaglandina sobre la tasa de preñez en vacas lecheras sincronizadas con protocolo CO-Synch. *Revista Ecuatoriana de Ciencia Animal*, 3(2), 79–84.
<https://www.revistaecuadorianadecienciaanimal.com/index.php/RECA/article/view/134>
- Oyuela, L. A., & Jiménez, C. (2010). Factores que afectan la tasa de preñez en programas de transferencia de embriones. *Revista de Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 57, 191–200.
- Palma, C., Garbay, J., & Nina, D. (2022). Efecto de un protocolo de sincronización de celo e IATF, sobre el porcentaje de preñez en vacas mestizas Cebú de carne en la estancia Etaca, Ixiamas – La Paz. *Revista Apthapi*, 8(2), 2358–2367. <https://doi.org/10.53287/jfyx4660xz151>
- Pérez, U., Pari, D., Gutiérrez, F., Málaga, J., Luque, N., Rojas, R., & Pérez, M. (2021). Comparación ultrasonográfica transvaginal y transrectal de la dinámica folicular en ondas sucesivas de llamas (Lama glama). *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 32(1), 1–10.
<https://doi.org/10.15381/RIVEP.V32I1.19504>

- Polanco, M., & Barahona, E. (2009). *Efecto de los implantes intravaginales nuevos o usados y de dos tiempos de retiro sobre el porcentaje de preñez en vacas de carne* [Zamorano].
<https://doi.org/https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/418/1/T2868.pdf>
- Pursley, J., Mee, M., & Wiltbank, M. (1995). Synchronization of ovulation in dairy cows using PGF₂ and GnRH. *Theriogenology*, *44*(7), 915–923.
[https://doi.org/https://www.bothonce.com/10.1016/0093-691x\(95\)00279-h](https://doi.org/https://www.bothonce.com/10.1016/0093-691x(95)00279-h)
- Ramirez, R., Alvarado, C., & Juárez, J. (2015). Efecto de tres protocolos de sincronización de celo en la tasa de preñez de dos grupos raciales de vacas lactantes en el distrito de Puerto Inca. *Spermova*, *5*(2), 270–274. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.18548/aspect/0002.482>
- Roque, C., Montaldo, H., Gutiérrez, C., & Hernández, J. (2016). Efecto de una inyección única de progesterona, cinco días después de la inseminación, en la fertilidad de vacas lecheras. *Agrociencia*, *50*(3), 287–296.
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952016000300287
- Salgado, R., Vergara, O., Sehuanes, J., & Vergara, M. (2023). *Bioteología de la reproducción en la hembra bovina* (Fondo editorial Universidad de Córdoba, Ed.; Primera edición, Vol. 1).
<https://n9.cl/yq231>
- Sánchez, V., Conceição, W., Pina, T., & Ximenes, L. (2022). ¿Existe correlación entre el score de condición corporal y la tasa de preñez de vacas nelores submetidas a IATF en la Amazonia Oriental? *CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, *17*(2), 8–18.
<https://doi.org/10.21615/cesmvz.6622>
- Santos, A., Ferreira, E., & Silva, E. (2020). Reutilização do implante de progesterona em vacas holandesas submetidas à IATF. *Revista Científica Eletrônica de Ciências Aplicadas Da FAIT*, *1*(1), 1–12. <https://n9.cl/5ttnr>
- Sartori, R., Pursley, R., & Wiltbank, C. (n.d.). The estrous cycle of heifers and lactating dairy cows: Ovarian and hormonal dynamics and estrous cycle abnormalities. *Large Dairy Herd Management*, 1–14. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.3168/lidm.XXXXX>
- Scandolo, D. (2021). *Efecto de diferentes tratamientos con progesterona sobre el crecimiento folicular y la fertilidad de vacas lecheras con baja condición corporal* [Tesis doctoral, Universidad Nacional del Litoral].
<https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8443/bitstream/handle/11185/6276/Tesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Sice, M., Gómez, Á., & Gomis, J. (2022). Presente y futuro del diagnóstico de gestación en el ganado bovino. *Anales de Veterinaria de Murcia*, *36*(1), 1–18.
<https://doi.org/10.6018/analesvet.503631>
- Tavirimirwa, B., & Washaya, S. (2022). Pregnancy, Parturition and Resumption of Ovarian Cyclicity in Beef Cows. *Austin Journal of Veterinary Science & Animal Husbandry*, *9*(4), 1–9.
<https://n9.cl/2rj86>
- Tinco, J., Quispe, U. S., & Zea, D. (2021). Asociación entre calidad de ovocitos recuperados y condición corporal en vacas criollas. *Revista de Investigaciones Altoandinas - Journal of High Andean Research*, *23*(3), 133–138. <https://doi.org/10.18271/ria.2021.294>

Williams, A., & Trujillo, J. (2022). *Inducción de la pubertad en vacas brangus con dispositivos intravaginales de progesterona y benzoato de estradiol* [Tesis, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López].
https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/1883/1/TIC_MV09D.pdf

Yáñez, D., Barbona, I., López, J., & Marini, P. (2021). Protocols J-synch with and without ECG in brown swiss and crosses with bos indicus cows in the Ecuadorian Amazons. *La Granja*, 33(1), 8–20.
<https://doi.org/10.17163/LGR.N33.2021.01>

Yáñez, D., López, J. C., Moyano, J. C., Quinteros, R. O., & Marini, P. (2018). Inseminación artificial a tiempo fijo en vacas con proestro prolongado de 60 y 72 horas. *Agronomía Mesoamericana*, 29(2), 363. <https://doi.org/10.15517/ma.v29i2.29503>

11. Anexos

Anexo 1. Registro ganadero.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
Fecha	30/11/2022													
Identificación	Raza	Edad	C.C		Ovario Derecho				Ovario Izquierdo				Observaciones	
				Tamaño	C.L		Folículos		Tamaño	C.L		Folículos		
				(mm)	Núm	(mm)	Núm	(mm)	Núm	(mm)	Núm	(mm)	Núm	
6	Brahman	4	3	37	13	1	10	4	36	x	x	5	10	Tratamiento
					C.L		Folículos			C.L		Folículos		
				(mm)	Núm	(mm)	Núm	(mm)	Núm	(mm)	Núm	(mm)	Núm	
77	Brahman	3	3	26	11	1	8	3	30	x	x	8	6	Tratamiento
					C.L		Folículos			C.L		Folículos		
				(mm)	Núm	(mm)	Núm	(mm)	Núm	(mm)	Núm	(mm)	Núm	
24	Brahman	4	3	33	12	1	8	4	10	x	x	2	4	Tratamiento
					C.L		Folículos			C.L		Folículos		
				(mm)	Núm	(mm)	Núm	(mm)	Núm	(mm)	Núm	(mm)	Núm	
68	Brahman	3	3.5	28	x	x	7	9	28	12	1	10	4	Tratamiento
					C.L		Folículos			C.L		Folículos		
				(mm)	Núm	(mm)	Núm	(mm)	Núm	(mm)	Núm	(mm)	Núm	
178	Brahman	6	3.5	25	10	1	13	1	23	x	x	7	6	Tratamiento
					C.L		Folículos			C.L		Folículos		
				(mm)	Núm	(mm)	Núm	(mm)	Núm	(mm)	Núm	(mm)	Núm	
81	Brahman	3	3.5	26	x	x	12	6	31	x	x	13	10	Tratamiento
					C.L		Folículos			C.L		Folículos		
				(mm)	Núm	(mm)	Núm	(mm)	Núm	(mm)	Núm	(mm)	Núm	
240	Brahman	4	2.5	40	x	x	14	4	38	20	1	12	6	Tratamiento
					C.L		Folículos			C.L		Folículos		
				(mm)	Núm	(mm)	Núm	(mm)	Núm	(mm)	Núm	(mm)	Núm	
40	Brahman	3	3	20	x	x	15	3	23	x	x	7	5	Tratamiento
					C.L		Folículos			C.L		Folículos		
				(mm)	Núm	(mm)	Núm	(mm)	Núm	(mm)	Núm	(mm)	Núm	
28	Brahman	3	3.5	24	x	x	5	4	21	23	1	7	2	Tratamiento

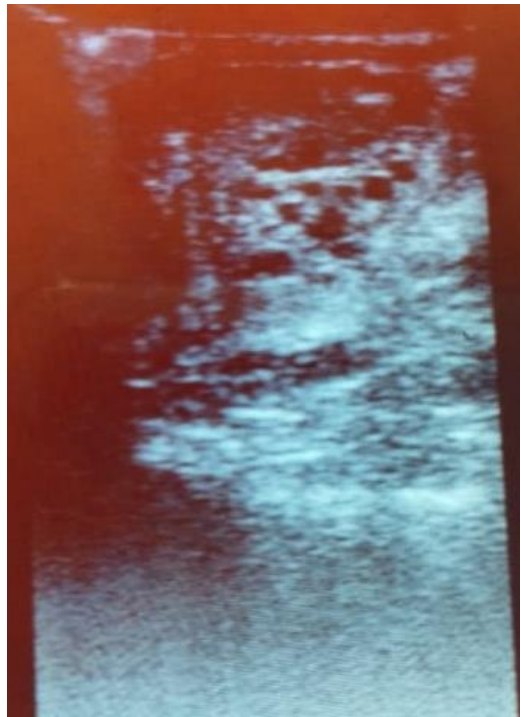
Anexo 2. Vacas Brahman en el corral previo al ingreso a la manga y brete.



Anexo 3. *Diagnóstico por palpación rectal para determinar el estatus reproductivo en vacas del grupo control y tratamiento.*



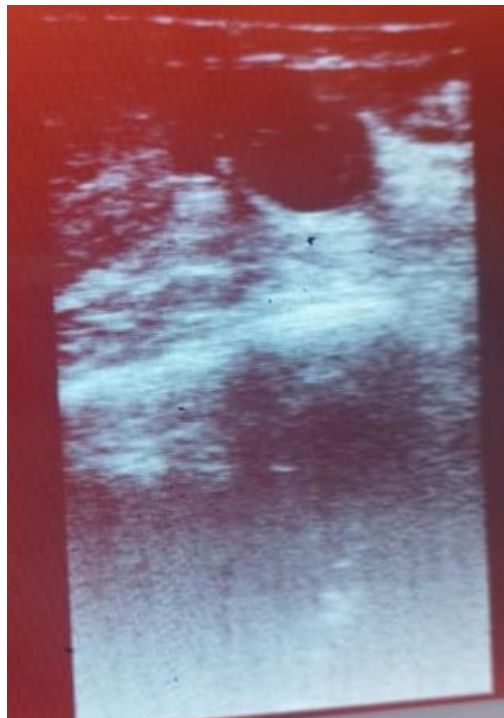
Anexo4. *Folículos atrésicos de vacas de raza Brahama del grupo control y tratamiento: día 0 del protocolo de IATF.*



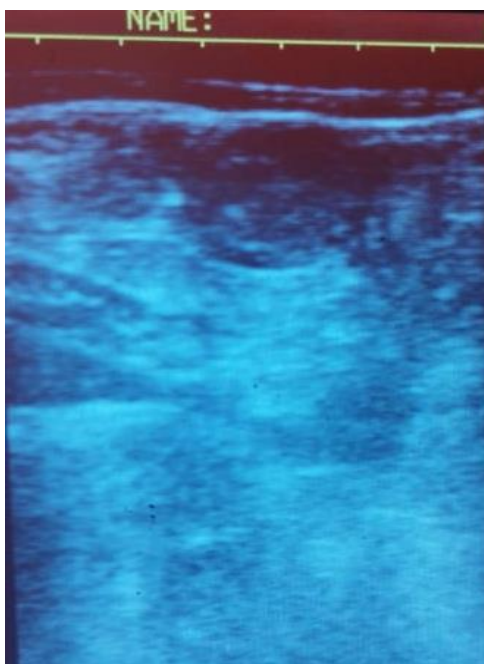
Anexo 5. *Control ginecológico mediante ultrasonografía para determinar el estatus reproductivo (estructuras ováricas – útero) en vacas Brahman del grupo control y tratamiento.*



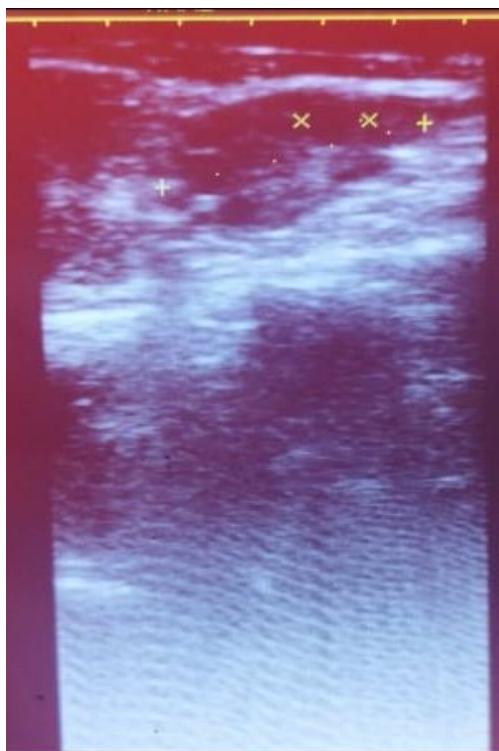
Anexo 6. *Folículo preovulatorio de vacas de raza Brahama: día 9 o 10 del protocolo de IATF, grupo control o tratamiento.*



Anexo 7. *Cuerpo lúteo de vacas de raza Brahama del grupo control y tratamiento.: día 9 o 10 del protocolo de IATF.*



Anexo 8. *Medición de diferentes estructuras ováricas y tamaño ovárico.*



Anexo 9. *Inseminación artificial en vacas raza Brahman.*



Anexo 10. *Gestación de 34 días en vaca raza brahman.*



Anexo 11. Certificación de traducción al idioma inglés

Loja 05 de abril de 2024.

Yo, Edgar Paúl León Picoita. Con cédula de identidad N° 1104548472, docente en la Fundación One World Vilcabamba, con título de licenciado en ciencias de la educación especialidad de: Idioma inglés en la Universidad Nacional de Loja con número de registro de la Senesyt **1008-2016-1720122** respectivamente, certifico:

Que tengo conocimiento del idioma inglés y que la traducción del resumen del trabajo de titulación "Efecto de la presincronización del celo pre-synch utilizando bajas dosis de progesterona en vacas *Bos indicus* sometidas a protocolos de inseminación artificial" cuya autoría es de la estudiante Lizbeth del Cisne Aguirre Granda, con cédula de identidad N° 1105690448, es verdadero y a mi mejor saber y entender.

Atentamente.



Lic. Edgar Paúl León Picoita

C.C. 1104548472