



Universidad
Nacional
de Loja

Universidad Nacional de Loja

Facultad Agropecuaria y de Recursos naturales Renovables

Maestría en Reproducción Animal Con Mención Rumiantes

Protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo en vacas *Bos indicus*: efecto de la presincronización del celo presynch utilizando altas dosis de progesterona

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

AUTOR:

Jaime Osmani Armijos Román

DIRECTOR:

Dr. Manuel Benjamín Quezada Padilla Mg. Sc.

Loja - Ecuador

2024

Certificación

Loja, 02 de abril del 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: **Protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo en vacas *Bos indicus*: efecto de la presincronización del celo presynch utilizando altas dosis de progesterona**, previo a la obtención del título de **Magister en Reproducción Animal, Mención en Rumiantes**, de la de autoría del estudiante **Jaime Osmani Armijos Román** con **cédula de identidad Nro. 0704920206**, una vez que el trabajo cumple todos los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Loja, para el efecto, autorizo la presentación del mismo para la respectiva sustentación y defensa.



Dr. Manuel Benjamín Quezada Padilla Mg. Sc.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Autoría

Yo, **Jaime Osmani Armijos Román**, declaro ser autor 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.



Firmado electrónicamente por:

**JAIIME OSMANI
ARMIJOS ROMAN**

Firma:

Cédula: 0704920206

Fecha: 06 de abril de 2024

Correo electrónico: jaime.o.armijos@unl.edu.ec

Teléfono: 0979640249

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

Yo, **Jaime Osmani Armijos Román**, declaro ser autor del Trabajo de Titulación denominado: **Protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo en vacas *Bos indicus* efecto de la presincronización del celo presynch utilizando altas dosis de progesterona**, 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 quince días del mes de enero de dos mil veinticuatro.



Firmado electrónicamente por:
**JAIME OSMANI
ARMIJOS ROMAN**

Firma:

Autor: Jaime Osmani Armijos Román

Cédula: 0704920206

Dirección: Parque central Arcapamba, Zaruma.

Correo electrónico: jaime.o.armijos@unl.edu.ec

Teléfono: 0979640240

DATOS COMPLEMENTARIOS

Dr. Manuel Benjamín Quezada Padilla Mg. Sc.

Director del Trabajo de Titulación

Dedicatoria

A Dios y a María Santísima, por darme la suficiente capacidad y fortaleza para superar todas las barreras presentadas durante el desarrollo de la maestría, a mis queridos padres; Matilde Román y Jaime Armijos quienes han sabido guiarme por buenos caminos con amor, sabiduría y fortaleza, a mis hermanas, Estefanía, Jazmín, Nohelia Armijos Román y mi hermano Anderson Armijos Aguilar, por ser parte fundamental de mi formación en todo este arduo camino, a mis amados hijos Martina y Joaquín Armijos González por ser mi fuente de inspiración en todo lo que hago y por enseñarme a ser una mejor persona.

Jaime Osmani Armijos Román.

Agradecimiento

Una vez culminado mi Trabajo de Titulación me permito agradecer a Dios y a María santísima por darme los conocimientos, esperanza y constancia para culminar el trabajo de tesis de la maestría y obtener esta titulación de cuarto nivel que es primordial para ser más eficientes en el campo profesional.

Del mismo modo, extiendo mi cordial agradecimiento al personal administrativo de posgrado de la Universidad Nacional de Loja por brindarme la oportunidad de formar parte de tan prestigiosa institución y de formarme en la misma, así como a los docentes del Área de Reproducción Animal, Mención Rumiantes, especialmente al Dr. Manuel Quezada Padilla, Mg. Sc., quien me orientó durante todo el desarrollo de esta investigación. 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.

Jaime Osmani Armijos Román.

Índice de contenidos.

Portada.....	i
Certificación.....	ii
Autoría.....	iii
Carta de autorización.....	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimiento.....	vi
Índice de contenidos.....	vii
Índice de figuras.....	ix
Índice de tablas.....	x
Índice de anexos.....	xi
1. Título.....	1
2. Resumen.....	2
Abstract.....	4
3. Introducción.....	5
4. Marco teórico.....	7
4.1. Foliculogénesis.....	7
4.2. Ciclo estral.....	7
4.3. Dinámica folicular.....	8
4.4. Estructuras ováricas.....	9
4.4.1. Folículos.....	9
4.4.2. Cuerpo lúteo.....	10
4.4.3. Cuerpo albicans.....	10
4.5. Hormonas que intervienen en el ciclo Estral.....	11
4.5.1. Estrógenos.....	11
4.5.2. Progesterona.....	11
4.5.3. Hormona folículo estimulante (FSH).....	12
4.5.4. Hormona luteinizante (LH).....	12
4.5.5. Prostaglandinas.....	12
4.5.6. Hormona Liberadora de Gonadotropinas (GNRH).....	13
4.5.7. Gonadotropina coriónica equina (eCG).....	13
4.6. Manejo farmacológico del ciclo estral.....	14
4.6.1. Cloprostenol.....	14

4.6.2.	Implantes de progesterona.....	14
4.6.3.	Benzoato de estradiol	14
4.6.4.	Cipionato de estradiol	15
4.7.	Protocolos de sincronización.....	15
4.7.1.	Esquema del protocolo Ovosynch (bovinos)	15
4.7.2.	Esquema del protocolo J-synch (bovinos)	16
4.7.3.	Esquema del protocolo a Doble dosis de prostaglandina.....	16
4.7.4.	Esquema del protocolo Convencional con implante de progesterona	16
4.8.	Gestación.....	17
4.8.1.	Reconocimiento materno	17
4.8.2.	Placentación	17
4.8.3.	Diagnóstico de gestación	17
5.	Metodología.....	19
5.1.	Lugar de ejecución y periodo de duración	19
5.3.	Implementación de protocolos	20
5.4.	Descripción de protocolos	20
5.4.1.	Protocolo convencional	20
5.4.2.	Protocolo experimental (pre-sinch).....	21
5.4.3.	Evaluación de estructuras ováricas.....	21
5.4.4.	Determinación de la gestación	21
6.	Resultados.	22
6.1.	Resultados experimento 200 mg P4.....	22
7.	Discusión.	27
7.1.	Edad	27
7.2.	Diámetro folicular OI	28
7.3.	Preñez.....	29
8.	Conclusiones.	31
9.	Recomendaciones.	32
10.	Bibliografía.....	33
11.	Anexos.....	40

Índice de figuras.

Figura 1. Hormonas del ciclo estral	17
Figura 2. Protocolo utilizando Ovosynch	24
Figura 3. Protocolo utilizando J-synch	24
Figura 4. Protocolo doble dosis de prostaglandina	25
Figura 5. Protocolo convencional con implante de progesterona	25
Figura 6. Lugar de ejecución del trabajo	27
Figura 7. Protocolo convencional	28
Figura 8. Protocolo experimental (Pre-synch)	28
Figura 9. Edad de los animales para IATF (200mg P4): grupo tratamiento y control	30
Figura 10. Condición corporal de los animales para IATF (200mg P4): grupo trat	31
Figura 11. Diámetro folicular OD. de los animales para IATF (100mg P4): grupo trat	31
Figura 12. Diámetro folicular OI. de los animales para IATF (200mg P4): grupo trat	32
Figura 13. Diagnóstico de gestación a día 37 en vacas con 200mg de P4 en un protoc.	32

Índice de tablas.

Tabla 1. Análisis de las variables estudiadas durante la aplicación de progesterona de acción prolongada (200mg) como método de pre-sincronización para el desarrollo folicular en un protocolo de IATF convencional en ganado <i>bos indicus</i>	25
Tabla 2. Análisis de correlación entre las variables; condición corporal, diámetro folículos OI, y preñez durante la aplicación de progesterona de acción prolongada (200mg) en un protocolo de IATF convencional.....	26

Índice de anexos.

Anexo 1. Registro de animales.....	40
Anexo 2. Imagen de gestación.	40
Anexo 3. Cuerpo Lúteo.	41
Anexo 4. Folículo preovulatorio.	41
Anexo 5. Cuernos uterinos izquierdo y derecho.	42
Anexo 6. Inseminación artificial.	42
Anexo 7. Chequeo ginecológico de animales.	43
Anexo 8. Vacas en corral.	43
Anexo 9. Ovarios con folículos atrésicos.....	44
Anexo 10. Vaca con cérvix de doble entrada.....	44
Anexo 11. Inseminación artificial en vacas.....	45
Anexo 12. Certificación de traducción al idioma inglés.	46

1. Título.

Protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo en vacas *Bos indicus*: efecto de la presincronización del celo presynch utilizando altas dosis de progesterona

2. Resumen.

En las regiones tropicales y subtropicales predomina el ganado cebú (*Bos indicus*), debido principalmente a sus características de adaptación y productividad. La reproducción bovina en estas regiones es baja debido a varios factores intrínsecos y extrínsecos. El objetivo fue evaluar los efectos de la pre-sincronización del celo mediante la aplicación de progesterona de larga duración (*pre-synch*): en protocolos de IATF convencionales y su influencia sobre la tasa de gestación en ganado *Bos indicus*. La presente investigación se realizó en la provincia de El Oro en el cantón Piñas, se utilizó un total de 94 animales con un peso vivo de 500 kg \pm 50 kg; edad: 2 a 8 años, condición corporal: 3 \pm 0.5 en una escala del 1 al 5 siendo 1 animal extremadamente flaco y 5 en condiciones normales. Los animales fueron mantenidos en las mismas condiciones ambientales, nutricionales y de manejo en régimen extensivo, manejados al pastoreo y previamente desparasitados y vitaminizados. 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). Se realizó una evaluación de las estructuras ováricas (día -8,0,8,10) mediante ultrasonografía transrectal para evaluar la ciclicidad ovárica y el diámetro de los ovarios derecho e izquierdo, se determinó la gestación mediante ultrasonografía el día 40 post inseminación previa verificación de la presencia del o los embriones. En lo que respecta al diámetro del folículo pre-ovulatorio al día 9 de celo, el diámetro de este fue desde los 2 mm. a 18 mm. para el grupo tratamiento y de 2 mm. a 16 mm. para el grupo control. Al día 37 se pudo evidenciar un mayor número de animales preñados en el grupo tratamiento (n=30) respecto al grupo control (n=22). El diámetro del folículo pre-ovulatorio al día 9 de celo, el diámetro de este en los animales sometidos a IATF fueron desde los 2 mm. a 18 mm, mientras que para el grupo tratamiento y de 2 mm. a 16 mm. para el grupo control. No hubo diferencia significativa en las variables condición corporal y diámetro folicular del OD entre los grupos de tratamiento y control. Sin embargo, si existe diferencias significativas en el tamaño del folículo preovulatorio del OI, siendo mayor en el grupo control respecto al grupo tratamiento. En cuanto a la preñez, no se observa diferencia estadística significativa entre el grupo tratamiento y el grupo control. A pesar de ello, se puede observar que la tasa de gestación es del 64% para el grupo tratamiento y del 47% para el grupo control. Por lo tanto, la incorporación de progesterona de larga duración (*pre-synch*) en protocolos de

IATF convencionales podría ser una herramienta importante para mejorar la tasa de gestación en ganado *Bos indicus* en ambientes tropicales y subtropicales.

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

Abstract.

In tropical and subtropical regions, zebu cattle (*Bos indicus*) predominate, due to their adaptation and productivity characteristics. Bovine reproduction in these regions is low due to intrinsic and extrinsic factors. The objective was to evaluate the effects of pre-synchronization of heat through the application of long-term progesterone (pre-synch): in conventional AITF protocols and its influence on the pregnancy rate in *Bos indicus* cattle. The present research was carried out in the province of El Oro, Piñas canton, a total of 94 animals with a live weight of $500 \text{ kg} \pm 50 \text{ kg}$ were used; age: 2 to 8 years, body condition: 3 ± 0.5 on a scale of 1 to 5, with 1 animal being extremely skinny and 5 being in normal conditions. The animals were kept under the same environmental, nutritional and management conditions in an extensive regime, grazed 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). An evaluation of the ovarian structures was carried out (day -8,0,8,10) using transrectal ultrasonography to evaluate ovarian cyclicity and the diameter of the right and left ovaries, pregnancy was determined by ultrasonography on day 40 post insemination after verification of the presence of the embryo(s). Regarding the diameter of the pre-ovulatory follicle on day 9 of heat, its diameter was from 2 mm to 18 mm for the treatment group and from 2 mm to 16 mm for the control group. On day 37 A greater number of pregnant animals could be seen in the treatment group (n=30) compared to the control group (n=22). The diameter of the pre-ovulatory follicle on day 9 of heat, its diameter in the animals subjected to IATF were from 2 mm. to 18 mm, while for the treatment group and 2 mm. at 16mm. for the control group. However, there are significant differences in the size of the LE preovulatory follicle, being greater in the control group compared to the treatment group. Regarding pregnancy, no significant statistical difference was observed between the treatment group and the control group. Despite this, it can be seen that the pregnancy rate is 64% for the treatment group and 47% for the control group. Therefore, the incorporation of long-acting progesterone (pre-synch) in conventional AITF protocols could be an important tool to improve pregnancy rate in *Bos indicus* cattle in tropical and subtropical environments.

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

3. Introducción.

A nivel mundial, en las regiones tropicales y subtropicales predomina el ganado cebú (*Bos indicus*), debido principalmente a sus características de adaptación y productividad, sin embargo, los rendimientos de producción en estas regiones son bajos debido a varios factores como la mala nutrición, el ambiente, el genotipo de los animales y las ineficientes prácticas de manejo reproductivo. Estos eventos han generado disminución de los niveles de fertilidad de las vacas, afectando principalmente fertilidad asociados a la función ovárica, manifestación del estro, competencia ovocitaria, y el desarrollo embrionario (Diaz et al., 2023).

En el trópico ecuatoriano el contexto en que se explota el ganado bovino presenta varios factores limitantes asociados a su productividad, entre estos se encuentran los índices de la eficiencia reproductiva. Para la detección del celo (estro) en bovinos sigue siendo el método más utilizado el examen visual, sin embargo, su éxito depende de variables como la experiencia del personal, la hora en que se realiza la visualización, la frecuencia y duración de la observación, y principalmente que la vaca manifieste síntomas del estro (Quintero et al., 2023). Consecuentemente, el productor ganadero ha tenido que recurrir al uso de la tecnología para mejorar sus indicadores asociados a la eficiencia reproductiva, definida en los sistemas de producción ganadera como la obtención de un ternero por vaca por año, con el objetivo de maximizar los niveles de rentabilidad, indicador que constituye una manifestación de la fertilidad de sus antecesores, la mediación del ser humano y la acción del ambiente (Horrach et al., 2020).

En los últimos años el avance tecnológico ha sido importante y se ha enfocado al control del ciclo estral en el bovino. Palma et al. (2023), describe que durante los últimos años se ha recurrido al uso de la biotecnología reproductiva para hacer más eficiente la ganadería. Por lo tanto, se han estandarizado varios métodos de sincronización del estro que mejoran las tasas de preñes y concepción en el bovino.

Otros autores como Cardoso et al. (2021) explica que el uso de protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) optimizados han permitido hacer más eficientes a los sistemas de producción ganadera; estos protocolos basan su desarrollo de acuerdo con dos bases farmacológicas: a) protocolos de tipo Ovsynch que recurren al uso de la hormona liberadora de gonadotropina (GnRH) y b) los protocolos que usan

compuestos de estradiol (E2) más la asociación de progestágenos. Por lo tanto, independientemente de la combinación hormonal utilizada, los objetivos fisiológicos que se persigue son similares y equivalentes.

Los protocolos de sincronización en el bovino se van actualizando constantemente a nivel mundial, y acorde a las diferentes latitudes y sistemas de producción.; por lo cual se presta mucha atención en el estudio de la dinámica folicular. Entre los protocolos de IATF de mayor uso consiste en la aplicación de un dispositivo intravaginal que libera progesterona (P4) el día 0 simultáneamente con la administración de 2 mg de sales de benzoato de estradiol (BE), lo cual garantiza la regresión de las estructuras disponibles en el ovario (atresia folicular) y la emergencia de una nueva onda folicular; este dispositivo se retira al día 7 – 8 del protocolo y se administra una dosis de prostaglandina (PGF2 α) con la finalidad de asegurar la luteólisis del cuerpo lúteo (Colazo, 2014).

Ante lo expuesto, en el presente trabajo de investigación se plantea como objetivo: Evaluar los efectos de la pre-sincronización del celo mediante la aplicación de progesterona de larga duración (*pre-synch*) en protocolos de IATF convencionales y su influencia sobre la tasa de gestación en ganado *Bos indicus*. para lo cual los se describen como objetivos específicos:

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

4. Marco teórico.

4.1. Foliculogénesis

El conjunto de folículos ováricos está conformado de miles de folículos, estos pueden ser preantrales y antrales, en estos se encuentran incluidos los ovocitos. Durante el transcurso de la vida fetal, los primeros folículos que se producen son pre-antrales; conforme pasan el proceso de desarrollo, alcanzan la fase final de folículos antrales, donde se va a desarrollar una cavidad o antro. Toda esta etapa de crecimiento es conocida con el nombre de foliculogénesis (Seneda et al., 2021).

Según Marcondes et al. (2021), el proceso de la foliculogénesis en los rumiantes empieza durante la etapa fetal, al momento que las células germinales se dirigen desde el saco vitelino hacia las gónadas primordiales, luego de esto se presenta la producción mitótica continua de células germinales, estableciendo así diferentes agrupaciones de oogonias; consecutivamente, estos grupos de oogonias son circundados por células somáticas para constituir los cordones corticales, los mismos que son precursores de los folículos primordiales.

Wang et al. (2023), explica que, tanto los procesos de foliculogénesis, ovogénesis y el desarrollo temprano anterior a la eclosión se investigan especialmente para intuir la sucesión de acontecimientos clave que incluyen el soporte folicular que lleva a la conformación de un ovocito con desarrollo conveniente, la fecundación, la activación del genoma embrionario y el comienzo de la diferenciación celular.

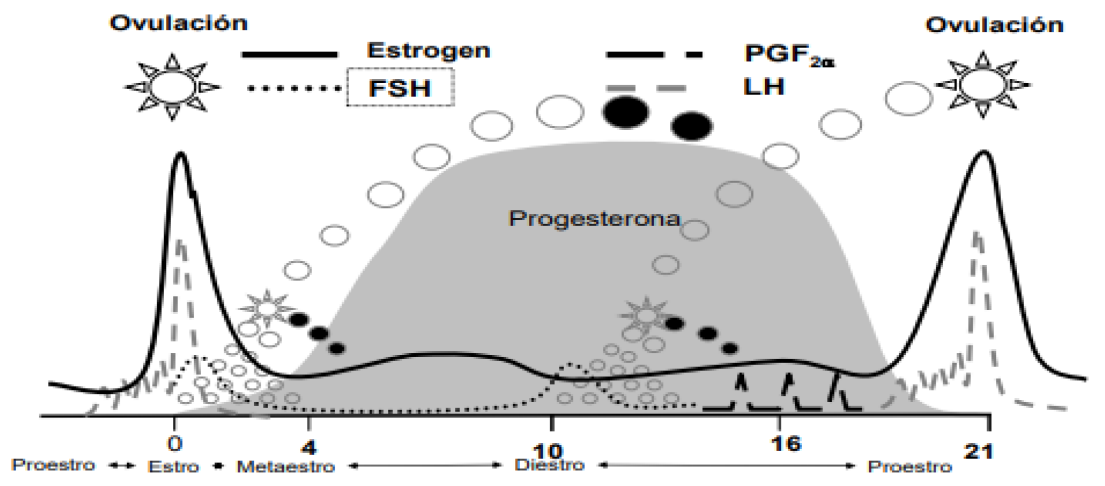
4.2. Ciclo estral

El ciclo estral, también conocido como día cero del ciclo estral, constituye el período en el que se da inicio a la etapa reproductiva de la hembra bovina, durante esta se presenta receptividad sexual, continuada de la ovulación (Carvajal et al., 2020). En el caso de las hembras bovinas, este ciclo se presenta en intervalos frecuentes de 21 días, en los cuales se evidencia una continuidad de sucesos que se repiten hasta que la luteólisis es bloqueada por la preñez; este ciclo consta de cuatro fases: proestro tiene una duración de aproximadamente 3 días, el estro perdura durante 6 a 18 horas, el metaestro dura 2 días y el diestro 15 días (Freitas y Berto, 2023).

La ineficiencia al momento de detectar el estro en el ganado bovino se puede atribuir a factores que tienen relación con las vacas, sin embargo, el 90% es atribuido a las prácticas de manejo, es decir, a las actividades de gestión de la granja y otro tipo de factores externos, los cuales pueden ser difíciles de controlar por parte del agricultor (Adenuga et al., 2020).

Según Shaji et al. (2021), la prolongación del ciclo estral en el ganado bovino se encuentra asociada con la alteración de la dinámica folicular, ocasionando quebrantos económicos sustanciales para la industria ganadera debido a los bajos indicadores de éxito al momento de la inseminación artificial, el incremento del tiempo entre partos, disminución de la producción y merma de la tasa de fertilización y de desarrollo embrionario.

Figura 1. *Ciclo estral en la vaca: dinámica hormonal*



Fuente: Tomado de “El Ciclo Estral”, por Rippe (2009). Dairy Cattle Reproduction Conference

En la figura 1 se representa el ciclo estral en el bovino: Durante este periodo se producen una serie de cambios hormonales a través de un eje que conectan el hipotálamo, la hipófisis y el ovario; desencadenando diferentes eventos tanto fisiológicos como de conducta. Además, involucra un período de receptividad en el ámbito sexual, la ovulación y cambios de adaptabilidad necesarios para conservar el embrión si es que se produjese una fecundación (Carvajal et al., 2020).

4.3. Dinámica folicular

Padilla et al. (2023), en su trabajo de investigación explican que, en la hembra bovina, la capacidad reproductiva se puede definir a través del estudio de la vida prenatal,

es decir, el desarrollo del sistema reproductivo empieza desde la etapa fetal. Al momento de nacer, los ovarios de la hembra ya poseen potencial para producir ovocitos. En otras palabras, este mecanismo fisiológico complejo llamado dinámica folicular ya está presente mucho antes de la madurez reproductiva.

Martínez et al. (2020), manifiestan que la dinámica folicular se caracteriza como un proceso continuado de incremento y regresión de los folículos, acarreado el desenvolvimiento del folículo preovulatorio en el ovario; durante esta etapa se presenta un crecimiento sincronizado de una agrupación de folículos, a esto se conoce como onda folicular.

De acuerdo con Pérez et al., (2021), el uso de biotecnologías reproductivas como la inseminación artificial, transferencia de embriones y la aspiración folicular utilizada para producir embriones in vitro, demandan de conocimientos a fondo, tanto de la dinámica folicular como de algunos factores que presiden la actividad ovárica.

Reclutamiento: es el proceso por el cual una cohorte de folículos comienza a madurar en un medio con un aporte adecuado de gonadotrofinas que le permiten avanzar hacia la ovulación (Rosete et al., 2021).

Selección: Es el proceso por el cual un folículo es elegido y evita la atresia con la posibilidad de llegar a la ovulación (Rosete et al., 2021).

Dominancia: Es el proceso por el cual el folículo seleccionado domina ejerciendo un efecto inhibitorio sobre el reclutamiento de una nueva cohorte de folículos. Este folículo alcanza un tamaño marcadamente superior a los demás, es responsable de la mayor secreción de estradiol y adquiere la capacidad de continuar su desarrollo en un medio hormonal adverso para el resto de los folículos (Rosete et al., 2021).

4.4. Estructuras ováricas

4.4.1. Folículos

Explica que el folículo constituye la unidad funcional del ovario, está constituido por tres tipos de células: ovocitos, células de la granulosa y células de la teca (Narváez & Silva, 2020). El progreso del folículo ovárico y el ulterior proceso de ovulación se encuentran coordinados por una compleja interacción entre signos endocrinos, paracrinos y autocrinos; los mismos que sistematizan la esteroidogénesis y la gametogénesis (Shaji et al., 2021).

El desarrollo folicular es regulado especialmente por el hipotálamo, la hipófisis anterior y la gónada, estos forman el eje hipotalámico-pituitario-gonadal (Li et al., 2021).

El desarrollo de los folículos tiene lugar en dos etapas: la etapa inicial que es autónomo de las gonadotropinas y la etapa posterior, la misma que depende de las gonadotropinas (Adenuga et al., 2020). Al momento de nacer, el volumen de folículos primordiales es alto, y esta cantidad de folículos va a servir como un almacenamiento ovárico que establece la vida útil de los ovarios y el tiempo de fertilidad en la vida de la hembra (Priya et al., 2021).

4.4.2. Cuerpo lúteo

De acuerdo con Colin (2021), el cuerpo lúteo (CL) constituye la fuente de progesterona durante la fase lútea del ciclo estral y durante los dos tercios iniciales correspondientes al primer trimestre de la gestación. La función lútea normal es importante para la fecundidad y sostenimiento de la preñez. Este se forma una vez liberado el óvulo, produciéndose un gran volumen de la hormona progesterona, la misma que tiene la función de preparar al útero para el proceso de gestación, si este no se produce, el CL va a desaparecer luego de 12 a 14 días, provocando la aparición del ciclo (Pérez et al., 2023).

En la vaca el cuerpo lúteo se origina a partir de la expulsión del óvulo, principalmente con células de la teca, así como con células de la granulosa teniendo de esta manera un doble origen celular en pocas palabras el cuerpo lúteo no es más que la cavidad del folículo que ovuló, ocupada por sangre que se coagula (Pérez et al., 2023). El cuerpo lúteo es una estructura endocrina de tonos amarillos anaranjados.

Pugliesi et al. (2023), manifiestan que, debido al carácter transitorio de esta glándula endócrina llamada CL, se debe desarrollar de manera física y funcionar de forma rápida con la finalidad de que se pueda instaurar una eventual gestación; por otra parte, si se produce un fracaso al momento de la concepción, entonces se dará lugar a un nuevo ciclo estral.

4.4.3. Cuerpo albicans

El cuerpo albicans constituye el CL en proceso de deterioro, los niveles de hormonas ováricas que segrega son bajos con la finalidad de conservar el revestimiento uterino, ocasionando que este se desprenda y comience el nuevo ciclo (Romano et al., 2017). El cuerpo albicans o albicante, es una estructura transitoria y funcional del ovario,

si bien es cierto, cumple una función importante en la reproducción de diferentes especies animales, solo son estructuras temporales que se originan en el folículo ovárico luego de la ovulación. Estos resultan de la luteólisis del CL, es de color blanco y constituye un indicador de la disminución de las funciones del CL y merma en la producción de progesterona (Vaca et al., 2022).

4.5. Hormonas que intervienen en el ciclo Estral

4.5.1. Estrógenos

Los estrógenos constituyen hormonas sexuales que se derivan del colesterol y cumplen un papel primordial en diferentes procesos fisiológicos; esta hormona se encuentra en tres formas principales: estrona, estradiol y estriol, y son producidas por varios órganos y tejidos como los ovarios, testículos, tejido adiposo y la corteza suprarrenal, de manera endógena (Bustamante et al., 2021).

De manera particular, las hembras de animales domésticos de granja y principalmente los bovinos, elaboran y excretan estrógenos durante la etapa de gestación y el ciclo estral; entre los principales estrógenos que se producen durante esta etapa del ganado bovino son estradiol y estrona, estos son transportados por la corriente sanguínea a las diferentes partes del cuerpo, dando lugar a que otros órganos reaccionen de distintas formas (Rechsteiner et al., 2020).

4.5.2. Progesterona

De acuerdo con Sundström et al. (2020), en las hembras de mamíferos, la progesterona se elabora de manera particular en el CL presente en los ovarios; esta hormona es producida mediante dos etapas enzimáticas: la primera, por medio de la transformación de colesterol en pregnenolona en las mitocondrias, y posteriormente la conversión de pregnenolona en progesterona, esto sucede a través de la enzima 3 β -hidroxiesteroide deshidrogenasa. La progesterona también puede ser producida en otras partes del cuerpo como las glándulas suprarrenales, la placenta y el cerebro (Shaji et al., 2021).

Lonergan y Sánchez (2020), explican que la progesterona (P4) desempeña un papel fundamental en los acontecimientos reproductivos de la hembra bovina vinculados con el establecimiento y conservación de la preñez, mediante sus consecuencias sobre las características de los ovocitos y su trabajo sobre el endometrio uterino (Santos et al., 2020). Si las concentraciones de P4 se disminuyen durante la etapa de crecimiento

folicular del ovario se vinculan con una disminución de la fertilidad, mientras que bajas concentraciones posteriores a la ovulación se relacionan con la merma del crecimiento e inferiores tasas de preñez; por otra parte, si las concentraciones de esta hormona se elevan durante la etapa posterior a la concepción se coligan con mayor producción de interferón- τ y en ocasiones, mayor tasa de preñez (Santos et al., 2020).

4.5.3. Hormona folículo estimulante (FSH)

La FSH puede ser considerada como la hormona iniciadora del crecimiento folicular, estimulando también el establecimiento de receptores de LH en las células foliculares (Terzaghi et al., 2020). La FSH presenta un pico plasmático que coincide con el pico preovulatorio de LH en el momento del estro (Hayati et al., 2021). Aproximadamente 24 horas más tarde, presenta un segundo pico, aunque de menor magnitud, relacionado con la disminución de los niveles sanguíneos de inhibina, glicoproteína secretada por las células de la granulosa folicular que inhiben la secreción de FSH (Sales et al., 2014). Se pueden observar también fluctuaciones adicionales que están relacionados con las oleadas de desarrollo folicular en la fase luteal del ciclo. La FSH posee una secreción pulsátil aproximadamente cada hora, a lo largo de todo el ciclo estral (Allcca et al., 2023).

4.5.4. Hormona luteinizante (LH)

La LH es la hormona que estimula la maduración y ruptura del folículo de Graaf y de la formación y mantenimiento del cuerpo lúteo; también se ha demostrado que cada secreción pulsátil de LH está relacionada con un pulso en la secreción de 17 β -estradiol indicando la estimulación inmediata de LH sobre la secreción de estradiol por los folículos en desarrollo. Las concentraciones medias de LH durante la fase luteínica del ciclo estral son relativamente bajas. Esta hormona, junto con la FSH, presenta un gran pico coincidiendo con el inicio del estro, y la ovulación se produce aproximadamente entre 24 y 30 horas después de este pico (Allcca et al., 2023).

4.5.5. Prostaglandinas

La prostaglandina fue descubierta como una sustancia en el semen humano, y en vesículas seminales de ovinos que causaba una contracción muscular lisa y aumento de la presión sanguínea (Leng & Jiang, 2019). Las prostaglandinas pueden dividirse en tres grupos: las naturales de extracción y las producidas por síntesis llamadas naturales y las sintéticas propiamente dichas. Las primeras son difíciles de obtener y no siempre

garantizan un alto grado de pureza. Las naturales de síntesis tienen la fórmula idéntica a las hormonas que se encuentran en los tejidos y la más conocida en el mercado es el Dinoprost (Ochoa et al., 2019).

Las prostaglandinas poseen una importante función en la relación del ciclo estral bovino, sobre todo la PGF2a que se produce en el útero (Ochoa et al., 2019). Se ha postulado un mecanismo de contracorriente desde la vena uterina a la arteria ovárica ipsilateral mediante el cual se produciría la transferencia de la PGF2a desde el útero al ovario. Secreción de PGF2a por el útero resulta en regresión del cuerpo lúteo en 24 a 36 horas (Allcca et al., 2023).

4.5.6. Hormona Liberadora de Gonadotropinas (GnRH)

La GnRH (Hormona Liberadora de Gonadotropinas) es una hormona proteica producida por el hipotálamo y cuya función es inducir la liberación de FSH (hormona folículo estimulante) y LH (hormona luteinizante) en la adenohipófisis (Leng & Jiang, 2019). La liberación de estas hormonas depende de dos centros que se encuentran en el hipotálamo controlando la liberación de GnRH, uno es el centro de pulsos que funciona tanto para LH como FSH, y responde a concentraciones bajas de E2 séricos aumentando la liberación de FSH para estimular el crecimiento folicular en las etapas de reclutamiento y divergencia (Roldán et al., 2022).

El otro es el centro de pico que permite la liberación de LH que actúa en la etapa de divergencia a dominancia con la maduración del folículo dominante permitiendo que se dé la ovulación y posteriormente en la formación del cuerpo lúteo, este centro se ve estimulado por gran cantidad de E2 provenientes del folículo dominante y está inhibido por la progesterona proveniente del cuerpo lúteo funcional (Roldán et al., 2022).

4.5.7. Gonadotropina coriónica equina (eCG)

La eCG es una Glucoproteína que posee actividad de FSH y LH con una semivida de 40 horas y que persiste durante aproximadamente 10 días. A causa de los problemas que ocasiona la estimulación ovárica permanente que produce la eCG, se administra en el momento de la inseminación artificial un antisuero anti-eCG o anticuerpos monoclonales anti-eCG (Leng & Jiang, 2019). En la actualidad la eCG se obtiene del suero de yegua preñada durante la primera mitad de la gestación (Espinoza et al., 2021).

Desde el punto de vista endocrinológico, es importante resaltar dos valiosas características de la eCG que la distinguen de otras hormonas glicoproteicas, la primera es

el hecho de poseer actividad FSH (Folículo Estimulante) y LH (Luteinizante) cuando es administrada en especies distintas al equino, en donde sólo posee actividad LH y la segunda característica es su alto contenido en carbohidratos, justificándose su uso en todas aquellas situaciones donde se requiera la terapia con gonadotropinas exógenas, particularmente cuando se requiere un efecto FSH, es decir el estímulo de la foliculogénesis en ovarios con actividad reducida o nula (Espinoza et al., 2021).

4.6. Manejo farmacológico del ciclo estral

4.6.1. Cloprostenol

Es un potente agente luteolítico. Su acción da origen a la regresión morfológica del cuerpo lúteo (luteólisis) seguida por el retorno al celo y normal ovulación (Narváez & Silva, 2020). El cloprostenol forma parte del grupo de agonistas de la prostaglandina F2 α , su acción luteolítica va a depender de la especie animal, al igual que del instante del tratamiento. Estas sustancias presentan efectos contráctiles sobre la musculatura lisa del útero, tracto gastrointestinal, vías respiratorias y sistema vascular. La acción luteolítica de este producto es superior a la prostaglandina en 200 a 400 veces (Agencia Española de medicamentos y productos sanitarios, 2023).

4.6.2. Implantes de progesterona

Es un dispositivo intravaginal de silicona inerte impregnado con progesterona natural y su forma cruciforme le permite un mejor anclaje, menor pérdida y menos vaginitis. La progesterona se libera por difusión desde una cápsula de silicón, la cual está adaptada para retener el dispositivo dentro de la vagina (Lonergan & Sánchez, 2020). La progesterona del dispositivo se absorbe a través de la mucosa vaginal, dando como resultando niveles en plasma suficientes para suprimir la liberación de LH y FSH de hipófisis, evitando el estro y la ovulación. Al remover el dispositivo intravaginal la LH aumenta, lo que resulta en estro y ovulación del folículo dominante (Santos et al., 2020). Existen dispositivos impregnados con diferentes concentraciones de progesterona; 0.5g, 0.6g, 1g, 1.2g, 1.3g (Hayati et al., 2021).

4.6.3. Benzoato de estradiol

El Benzoato de Estradiol (BE) es un derivado sintético del 17 β Estradiol, hormona esteroidea sintetizada por el folículo ovárico, sustancia estrogénica para la estimulación uterina en Bovinos (Sales et al., 2014). Útil en el tratamiento de piómetra y

retención placentaria. Para la inducción y sincronización de celos en bovinos; el tratamiento de celo silencioso, anestro posparto, (Lonergan & Sánchez, 2020).

La aplicación de BE al momento de la inserción del Dispositivo Intravaginal Bovino provoca luteólisis y una nueva onda folicular. La aplicación de BE al retirar el progestágeno induce un pico de LH (Hormona Luteinizante) a través de la retroalimentación positiva del estradiol sobre la GnRH (Hormona liberadora de gonadotropina) y la LH, lo que resulta en una alta sincronía de la ovulación (Mayorga et al., 2020).

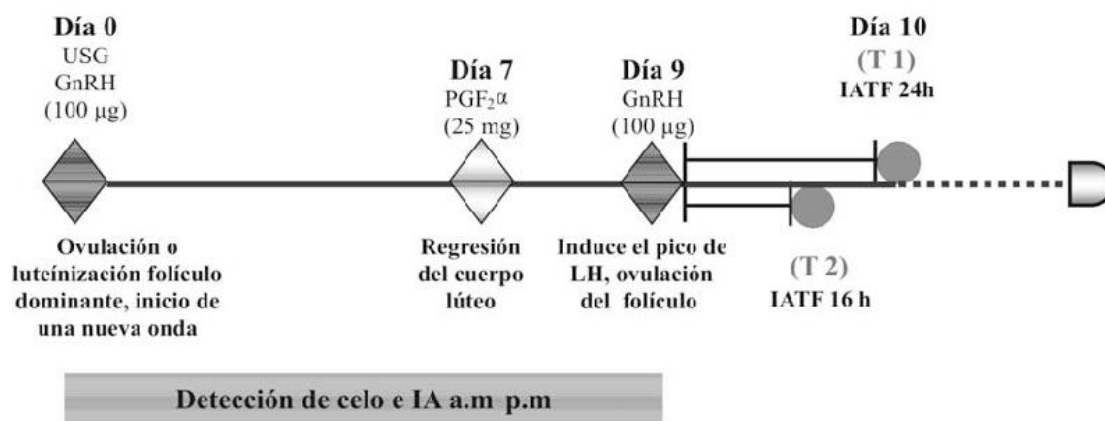
4.6.4. Cipionato de estradiol

El Cipionato de estradiol es un agente hormonal estrogénico indicado para el manejo reproductivo del bovino. Es utilizado como complemento en la inducción y sincronización de celos con progestágenos, con prostaglandinas y GnRH o como complemento en el tratamiento del anestro posparto en bovinos (Arteaga, 2020). EL cipionato de estradiol a diferencia del benzoato de estradiol tiene una vida media más prolongada.

4.7. Protocolos de sincronización

4.7.1. Esquema del protocolo Ovosynch (bovinos)

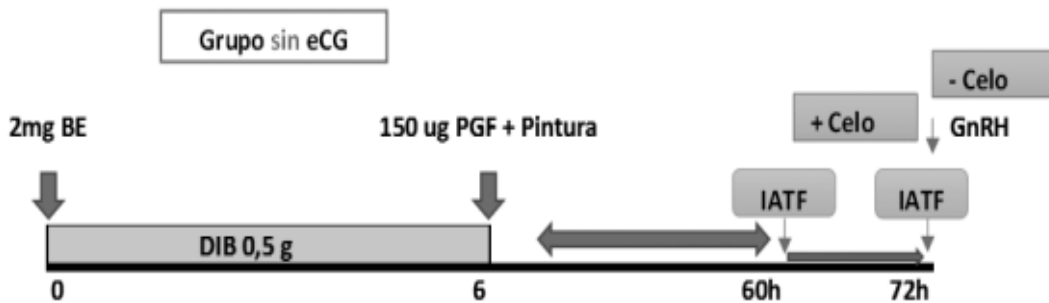
Figura 2. Protocolo utilizando Ovosynch



(Khalloub & Bartolomé, 2008)

4.7.2. Esquema del protocolo J-synch (bovinos)

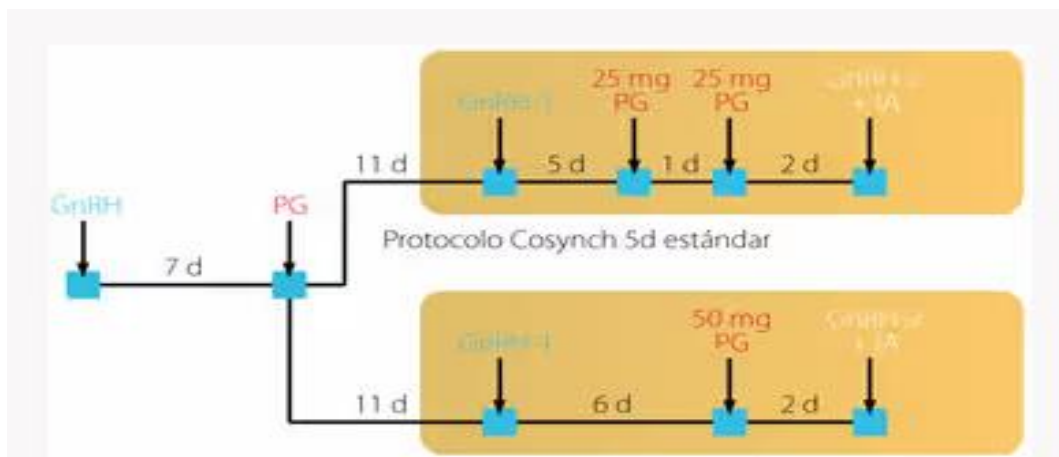
Figura 3. *Protocolo utilizando J-synch*



(Navarro et al., 2022)

4.7.3. Esquema del protocolo a Doble dosis de prostaglandina

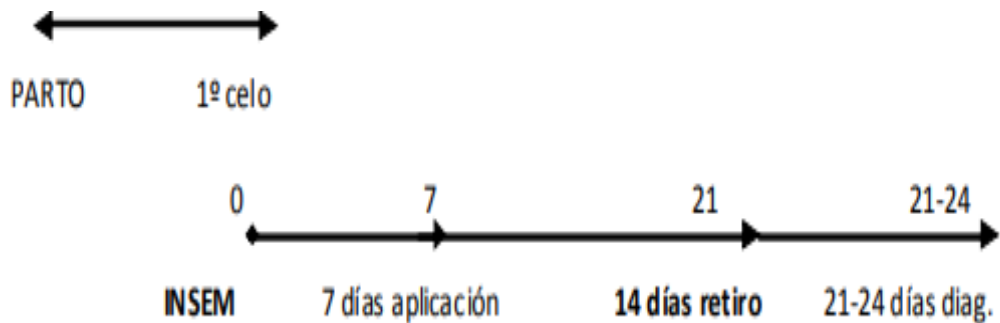
Figura 4. *Protocolo doble dosis de prostaglandina*



(ReprodAction, 2014)

4.7.4. Esquema del protocolo Convencional con implante de progesterona

Figura 5. *Protocolo convencional con implante de progesterona*



(Ortega et al., 2010)

4.8. Gestación

4.8.1. Reconocimiento materno

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 (Sice et al., 2022). 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 (Peralta et al., 2010). Esto incluye la inhibición de la liberación de $\text{PGF2}\alpha$, la modificación del ambiente uterino y los cambios que evitan el rechazo inmunológico del embrión (Arteaga, 2020). Las células mononucleares del trofoblasto secretan alrededor del día 16 el interferón-tau, que inhibe la síntesis de receptores para los estrógenos, receptores para la oxitocina y por lo tanto inhibe la secreción de $\text{PGF2}\alpha$, evitando la luteólisis y asegurando la permanencia del CL (Pilla et al., 2023).

4.8.2. 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 (Palma et al., 2022). 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. 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 (Pilla et al., 2023).

4.8.3. Diagnóstico de gestación

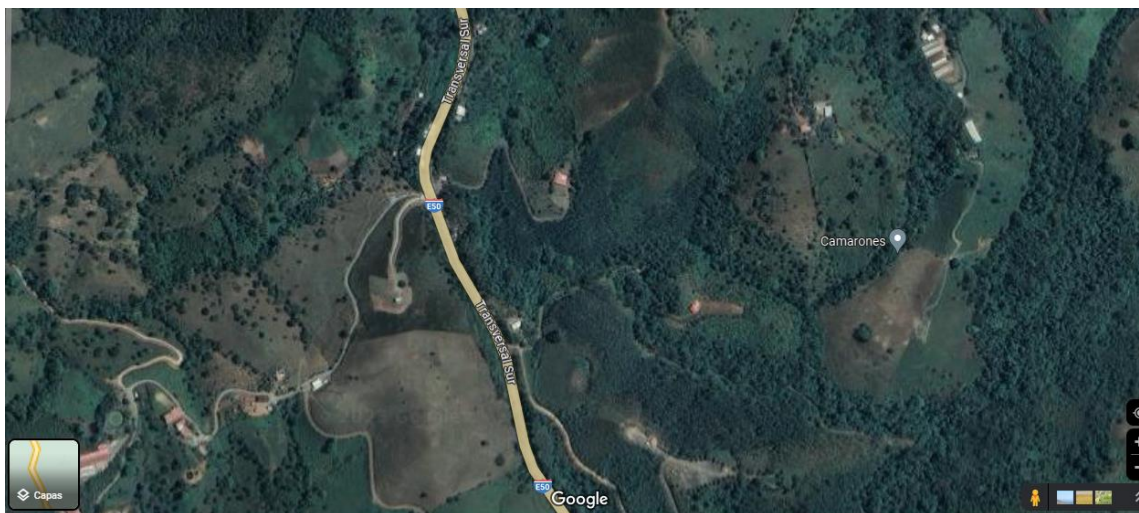
La palpación directa o la ecografía del tracto reproductor vía transrectal, siguen siendo los más empleados en la actualidad durante el control gestacional en el ganado vacuno. Son técnicas diagnósticas con buenos resultados y son interesantes a nivel económico, pero son herramientas invasivas y requieren una cierta experiencia por parte del técnico que las realiza (Arteaga, 2020). 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. Mediante este tipo de diagnósticos vía indirecta se puede detectar la presencia o ausencia de un embrión, sin visualizar directamente estructuras gestacionales (Sice et al., 2022).

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 (Sice et al., 2022).

5. Metodología.

5.1. Lugar de ejecución y periodo de duración

Figura 6. *Lugar de ejecución del trabajo*



Fuente: tomado de Google Maps, 2024)

La presente investigación se realizó en la provincia de El Oro en el cantón Piñas, parroquia Zaracay, 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 94 animales de raza indicus (brahman) (T1 $n=47$) – (T0 $n=47$). Con un peso vivo de $500\text{ kg} \pm 50\text{ kg}$; Edad: 2 a 8 años, Condición corporal: 3 ± 0.5 en una escala del 1 al 5, siendo 1 animal extremadamente flaco, 3 animal en óptimas condiciones y, 5 animal extremadamente gordo.

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

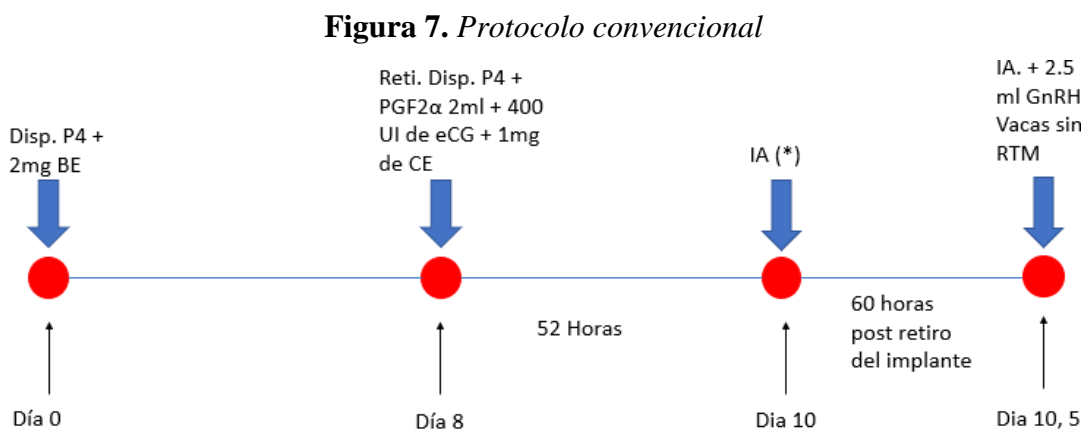
5.3. Implementación de protocolos

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

Se consideró el día 0 como el día en el que se aplicará el dispositivo intravaginal de progesterona (PLUSELAR- 0,6gr) + 2 mg Benzoato de Estradiol (BE2) intramuscular (IM). Los tratamientos se iniciaron a las 8:00. El día 8 tras la aplicación inicial del dispositivo intra vaginal los animales recibieron una dosis de PGF2 α (500 μ g D-cloprostenol IM) + 400 UI de eCG + 1 mg de cipionato de Estradiol; adicionalmente el dispositivo de progesterona PLUSELAR fue retirado en ese momento. Las vacas presentaron celo a las 48 horas post retiro del implante y se realizó una inseminación a las 52 horas (vacas con celo) y a las 60 horas (vacas sin celo + aplicación de GnRH 2500 UI).

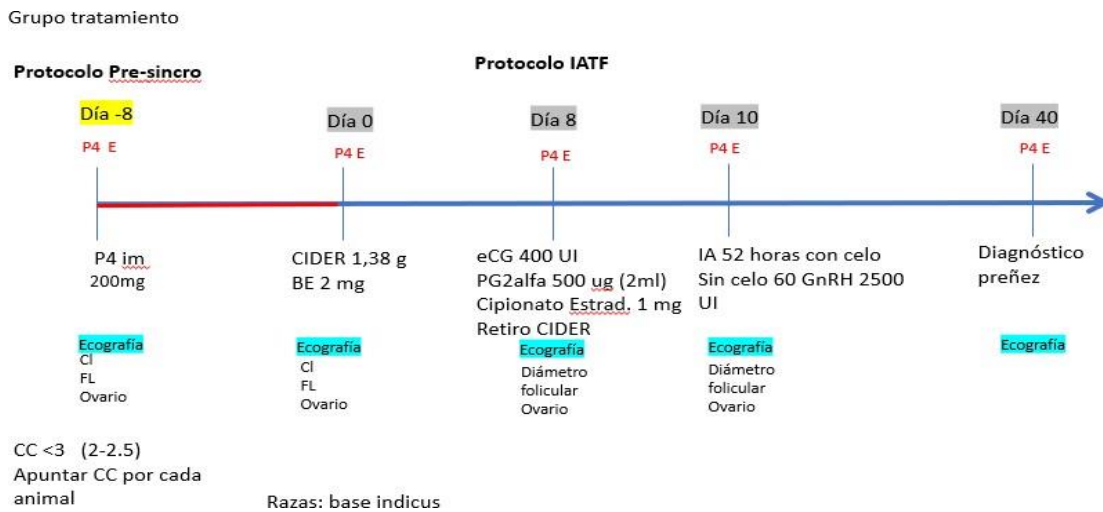


(*)= IA Inseminación artificial, vacas con RTM
RTM= reflejo de tolerancia a la monta

Fuente: Elaboración propia

5.4.2. Protocolo experimental (pre-synch)

Figura 8. *Protocolo experimental (Pre-synch)*



Fuente: Elaboración propia

Para el presente tratamiento se aplicó el mismo protocolo convencional, pero con una previa pre-sincronización (pre-synch), que consiste en la aplicación de 200 mg de progesterona inyectable de larga duración por vía IM 8 días previos al tratamiento convencional.

5.4.3. Evaluación de estructuras ováricas

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

5.4.4. Determinación de la gestación

Se determinó la gestación mediante ultrasonografía el día 40 post inseminación previa verificación de la presencia del o los embriones.

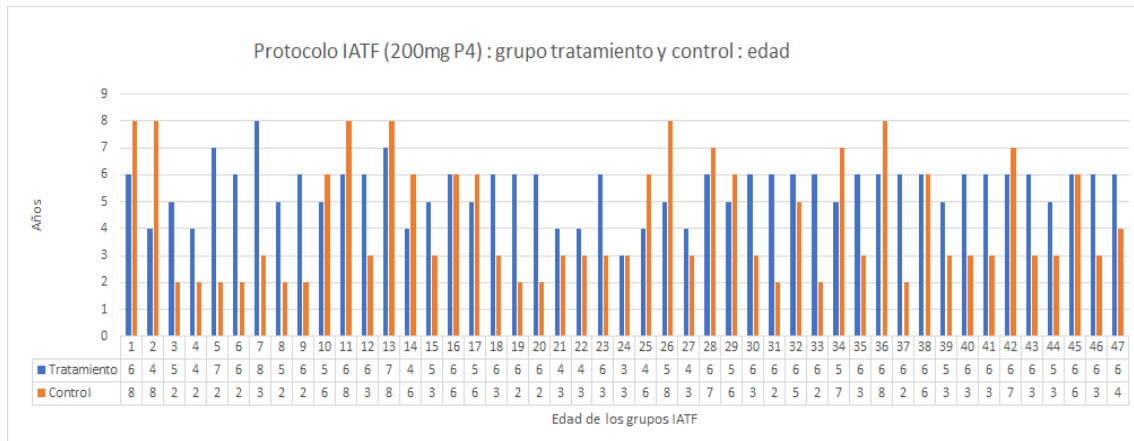
6. Resultados.

6.1. Resultados experimento 200 mg P4

En el presente trabajo se presenta los resultados del uso de progesterona P4 de acción prologada en dosis de 200 mg como método de pre-sincronización en un protocolo de IATF convencional en vacas (*bos indicus*). Se analizaron las siguientes variables la edad, condición corporal (C.C.), tamaño del folículo preovulatorio (mm) del ovario derecho e izquierdo y tasa de preñez.

A continuación, se presentan los resultados:

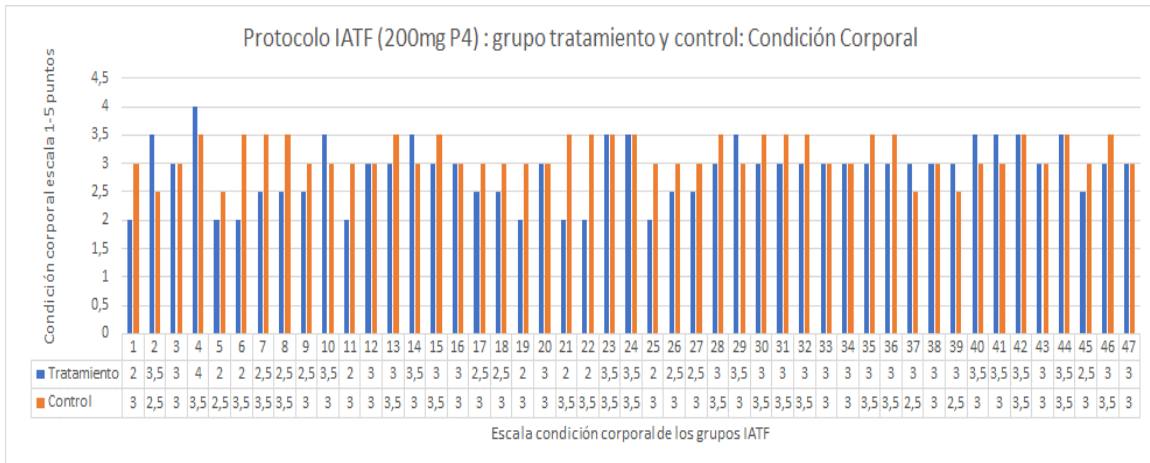
Figura 9. Edad de los animales para IATF (200mg P4): grupo tratamiento y control (día 9: celo)



Fuente: Elaboración propia

En el Gráfico 1 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 (200mg P4). Se observa que las edades de los animales sometidos a IATF fueron desde los 4 años hasta los 8 años para el grupo tratamiento y de 2 años a 8 años para el grupo control.

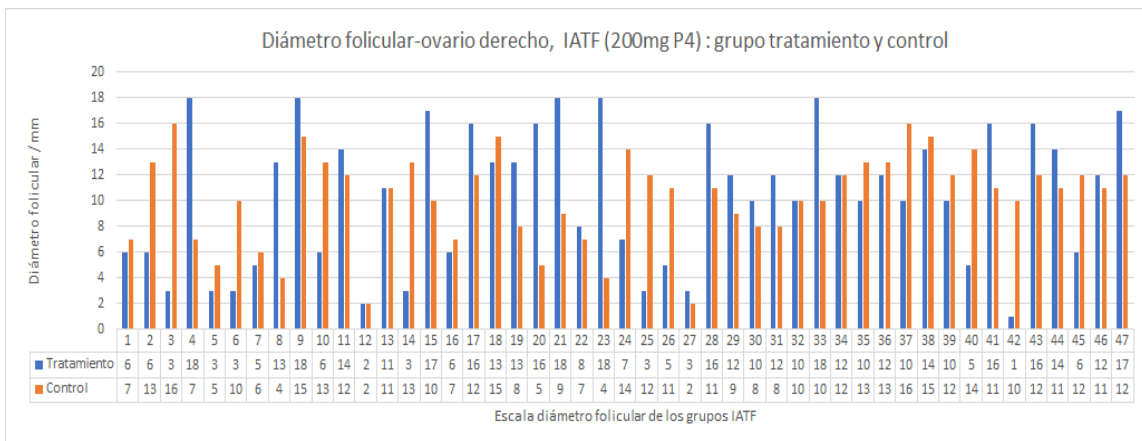
Figura 10. Condición corporal de los animales para IATF (200mg P4): grupo tratamiento y control (día 9: celo)



Fuente: Elaboración propia

En el Gráfico 2. 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 (200mg P4). Se observa que la condición corporal de los animales sometidos a IATF fueron desde los 2 puntos a 4 de la escala (1-5 de CC.) para el grupo tratamiento y de 2,5 puntos a 3,5 de escala de CC. para el grupo control.

Figura 11. Diámetro folicular OD. de los animales para IATF (100mg P4): grupo tratamiento y control (día 9: celo)

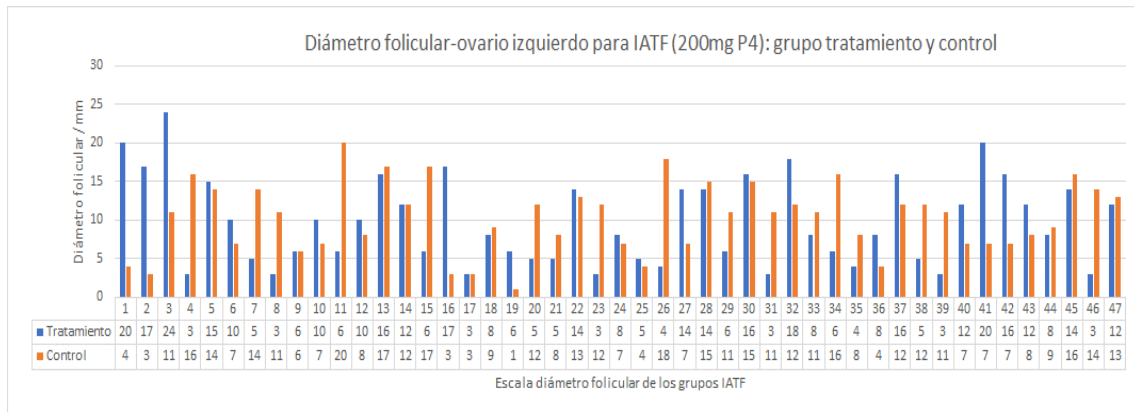


Fuente: Elaboración propia

En el Gráfico 3. 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 (200mg P4). Se

observa que el diámetro del folículo pre-ovulatorio de los animales sometidos a IATF fueron desde los 2mm. a 18mm. para el grupo tratamiento y de 2mm. a 16mm. para el grupo control.

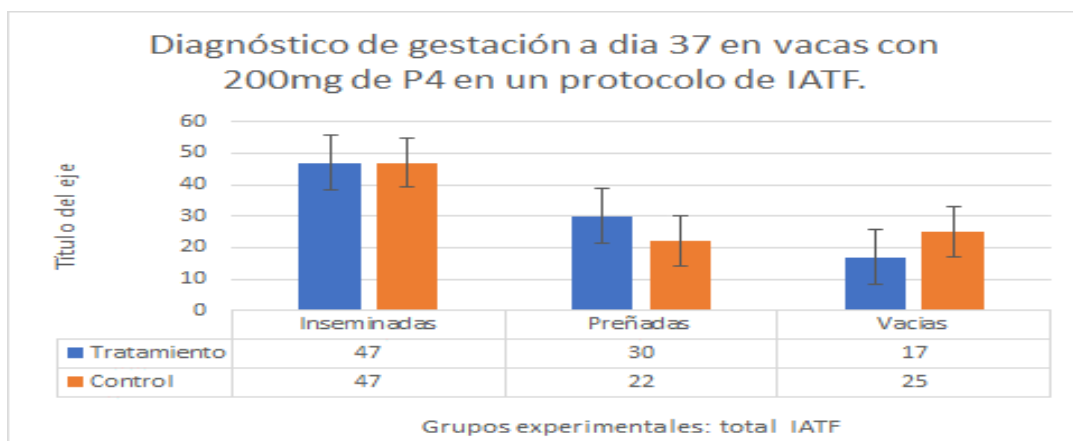
Figura 12. Diámetro folicular OI. de los animales para IATF (200mg P4): grupo tratamiento y control (día 9: celo)



Fuente: Elaboración propia

En el Gráfico 4. 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 (200mg P4). Se observa que el diámetro del folículo pre-ovulatorio de los animales sometidos a IATF fueron desde los 3mm. a 20mm. para el grupo tratamiento como para el grupo control.

Figura 13. Diagnóstico de gestación a día 37 en vacas con 200mg de P4 en un protocolo de IATF convencional.



Fuente: Elaboración propia

En el Gráfico 5. se presenta el diagnóstico de gestación de los grupos de tratamiento que fueron sometidos un protocolo de pre-sincronización del desarrollo folicular mediante la aplicación de progesterona de acción prolongada (200mg P4). Se observa que existe un mayor número de animales preñados en el grupo tratamiento (n=30) respecto al grupo control (n=22). Además, el número de vacas con diagnóstico de no preñadas (vacías) fue mayor en el grupo control (n= 25) respecto al grupo tratamiento (n=17).

Tabla 1. Análisis de las variables estudiadas durante la aplicación de progesterona de acción prolongada (200mg) 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	Brahman	5,51 ±0,91 ^a	3,28 ±2,69 ^a	10,36 ±2,85 ^a	8,77 ±3,24 ^a	0,64± 0,48 ^a
Control	Brahman	4,23 ±2,15 ^b	3,16 ±0,31 ^a	10,21 ±3,53 ^a	10,28 ±2,59 ^b	0,47± 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 condición corporal, diámetro folicular del OD entre los grupos de tratamiento y control. Sin embargo, se presenta diferencias significativas en el tamaño del folículo preovulatorio del OI, siendo mayor en el grupo control respecto al grupos tratamiento. Respecto 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 47% para el grupo control.

Tabla 2. Análisis de correlación entre las variables; condición corporal, diámetro foliculos OI, y preñez durante la aplicación de progesterona de acción prolongada (200mg) en un protocolo de IATF convencional.

	Edad	C.C	OD (mm)	OI (mm)	Preñez
Edad	1,00	0,84	0,19	0,75	0,32
C.C	0,02	1,00	0,35	0,02	0,35
OD (mm)	0,14	-10	1,00	5,00	0,25
OI (mm)	0,03	0,24	-29	1,00	0,46
Preñez	0,10	0,10	-12	-8	1,00

Fuente: elaboración Propia

Respecto a la Tabla 2, se presenta el análisis de correlación de Pearson 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 se presenta una asociación mayor entre las variables edad respecto a la condición corporal y diámetro folicular del OI; y una menor asociación de tamaño folicular del OI respecto a la variable preñez. Se puede observar que a medida que avanza la edad en las vacas *bos indicus* (brahman) mayor es la condición corporal y mayor el diámetro folicular del OI; además a mayor diámetro folicular del ovario izquierdo presenta mayor número de animales preñados.

7. Discusión.

Dentro de los factores asociados a los índices de preñez se encuentran los factores extrínsecos que son los relacionados con la ecología que rodea al animal como: los factores medio ambientales que ejerce influencias tanto positivas como negativas, entre los factores más relevantes está el estrés calórico. Por lo tanto, el porcentaje de preñez es un indicador de fertilidad que asocia el estatus reproductivo en un sistema productivo (Oyuela & Jiménez, 2010). Otro de los factores es el manejo, que involucra las instalaciones y la alimentación, en las explotaciones. Las instalaciones adecuadas evitan que los animales entren en cuadros de estrés mejorando la calidad del rebaño y aumentando la fertilidad en los mismos (Oyuela & Jiménez, 2010). Mientras que los factores intrínsecos definidos como los factores propios del animal se relacionan con su fisiología, como por ejemplo la condición corporal, ciclicidad ovárica, presencia o ausencia de cuerpos lúteos y folículos. Otros autores han asociado el diámetro del cuerpo lúteo con mayor funcionalidad y secreción de progesterona (Chaigneau, 2017).

7.1. Edad

De acuerdo con Brzáková et al. (2020), la rentabilidad de las empresas productoras de carne bovina se ve afectada por el desempeño productivo. La heredabilidad en lo que respecta a los rasgos de fertilidad frecuentemente es baja, es decir, existe una gran influencia de factores ambientales no genéticos como la edad (Martínez & Bohorquez, 2011). La edad al primer parto incrementa la tasa de productividad de los animales, particularmente en razas como la Brahman (Wang et al., 2022).

Además, la productividad permanente de una vaca se mide de acuerdo con el número de terneros destetados, este constituye el rasgo último de fertilidad que simboliza los efectos acumulados de la pubertad, preñez, parto, destete y nueva reproducción, siempre y cuando la vaca siga siendo productiva. Una vaca deberá producir descendencia suficiente a fin de compensar el costo del desarrollo de la novilla y el mantenimiento anual (Engle et al., 2021). En nuestro estudio la edad de los animales tratados fue en el rango de los 4 hasta los 8 años para el grupo tratamiento y de 2 años a 8 años para el grupo control. En el día 37 se observó un mayor número de animales preñados en el grupo tratamiento (n=30), que corresponde al 64% de preñez con respecto al grupo control (n=22), con una tasa de preñez del 47%. Estos resultados concuerdan con los resultados reportados por Hayati et al., 2021) en vacas *bos indicus*, las cuales fueron sincronizadas

utilizando PGF2 α y GnRH, seguido de una inseminación artificial de tiempo fijo. La edad podría estar asociada al desarrollo ovárico y folicular y a una mayor manifestación del estro, como enrojecimiento y aumento de tamaño vulvar y la secreción de moco.

Por otra parte, (Tavirimirwa & Washaya, 2022) describió los efectos de la edad sobre la tasa de preñez en vacas de carne manejadas de manera extensiva. De un total de 577 hembras con una condición corporal entre 2,5 y 3, de las razas Brahman (189), Nkone (18) y Mashona (370), fueron inseminadas (Ovsynch), en la cual se obtuvo una tasa de preñez para la raza Brahman de 53,2%. Este resultado es inferior al obtenido en nuestro estudio que fue la tasa de preñez del 64%.

La edad reproductiva de la vaca depende de algunos factores como la raza, edad y el manejo, sin embargo, se debe tener en cuenta que la producción de leche empieza a disminuir conforme pasa el tiempo, particularmente en vacas a partir del quinto parto. Es por esto que cada vez les resulta más difícil tener una preñez efectiva. Estas vacas pueden presentar alteraciones en los niveles hormonales hipotalámicos o hipofisarios. Por otra parte, los elevados niveles de progesterona y bajos niveles de estradiol durante el estro, al igual que un incremento tardío de la hormona luteinizante pueden resultar en el envejecimiento de los ovocitos y en una fertilización anormal, por el contrario, un lento incremento en los niveles de progesterona durante la fase luteal temprana se asocia con una baja tasa de preñez.

7.2. Diámetro folicular OI

Según Flores et al. (2020), el estudio del desarrollo folicular en bovinos durante etapas tempranas de la vaca puede aportar información importante con respecto a eventos que pueden inducir a cambios fisiológicos y morfológicos del ovario, los cuales intervienen en la diferenciación del desarrollo ovocitario y finalmente en el desempeño reproductivo de la hembra bovina, por lo que resulta frecuente su asociación con las tasas de preñez.

En nuestro estudio respecto al rango del diámetro del folículo en el día 9 (celo - preovulatorio), se observa diferencias significativas entre los grupos tratamiento y control, siendo mayor el diámetro folicular en el ovario izquierdo del grupo control. Nuestros resultados son similares a lo reportado por Yáñez et al. (2018), donde evidenciaron que el crecimiento folicular al momento del retiro del dispositivo con progesterona (T1: 9,53 \pm 0,11 mm; T2: 9,87 \pm 0,12 mm), la IATF (T1: 12,3 \pm 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 presentaron diferencias significativas entre los dos protocolos ($p \geq 0,05$).

Por otra parte, en su trabajo de investigación evaluó los efectos de diferentes tratamientos con dispositivos intravaginales de progesterona (DI) antes y durante protocolos de sincronización de la ovulación iniciados con acetato de busirelina (GnRH) o benzoato de estradiol (BE) sobre el crecimiento folicular. Los dispositivos se retiraron el día 7. La concentración promedio de progesterona plasmática entre el día -12 y 0 fue mayor en vacas pre-sincronizadas ($2,14 \pm 0,37$ ng/mL) que en el grupo control ($0,99 \pm 0,39$ ng/mL), sin embargo, no se modificó el tamaño del folículo dominante, el mismo que fue de entre 9 y 14 mm al día 12, tamaño inferior al observado en esta investigación.

Las fallas en lo que respecta a la emergencia sincrónica de una nueva onda folicular y el crecimiento del folículo dominante en presencia de bajas concentraciones de progesterona plasmática durante los protocolos de sincronización de la ovulación pueden reducir los niveles de fertilidad en vacas, por lo que los tratamientos a base de progesterona pueden resultar de mucha utilidad al momento de mejorar la concepción del ganado bovino.

7.3. Preñez

Las dos hormonas de mayor importancia durante la etapa de regulación de la secreción de gonadotropinas en la vaca son el estradiol y la progesterona. El primero constituye un regulador importante en la secreción de GnRH y también de la secreción de la hormona folículo estimulante (FSH) y LH. Por otra parte, la progesterona presenta un efecto opuesto, debido a que inhibe la expresión y la sensibilidad del hipotálamo a la acción de los estrógenos. La progesterona suministrada exógenamente inhibe el desarrollo de los folículos dominantes y subordinados, y al finalizar el tratamiento con progesterona, incrementa el número de folículos subordinados (Williams & Trujillo, 2022).

En el presente estudio se utilizó progesterona (P4) de acción prologada en dosis de 200 mg como método de pre-sincronización en un protocolo de IATF convencional en vacas (*Bos indicus*). Entre las variables estudiadas estuvieron el tamaño del folículo preovulatorio (mm) del ovario derecho e izquierdo y tasa de preñez. En lo que respecta al diámetro del folículo pre-ovulatorio al día 9 de celo, el diámetro de este fue desde los 2mm. a 18mm. para el grupo tratamiento y de 2mm. a 16mm. para el grupo control. Al

día 37 se pudo evidenciar un mayor número de animales preñados en el grupo tratamiento (n=30) respecto al grupo control (n=22). Por lo tanto, el diámetro folicular fue mayor en el ovario izquierdo en el grupo tratamiento respecto al ovario derecho y a los ovarios del grupo control. No hubo diferencias significativas entre el grupo control y tratamiento respecto a la tasa de preñez, sin embargo, se observó un mayor número de animales preñados en el grupo tratamiento en relación al grupo control. En otros estudios Scandolo (2021), evaluó los efectos de varios tratamientos con dispositivos intravaginales de progesterona (DI) antes y durante protocolos de sincronización de la ovulación iniciados con acetato de buserelina (GnRH) o benzoato de estradiol (BE) sobre el crecimiento folicular, la concentración de progesterona plasmática y la fertilidad en vacas lecheras con baja condición corporal. La concentración de progesterona plasmática y el tamaño del folículo dominante fueron similares usando un DI de 1,9 g o 3,0 g durante el tratamiento. El tratamiento con progesterona previo al Ovsynch mejoró la concepción a los 32 días de gestación en vacas sin cuerpo lúteo al inicio de la presincronización. Sin embargo, la tasa de concepción fue similar entre vacas pre-sincronizadas con progesterona y control con cuerpo lúteo al comienzo del tratamiento. Nuestros resultados difieren de estos estudios, siendo resultados positivos los obtenidos en el grupo tratamiento, Posiblemente la adición de P4 como método de pre.sincronización en los protocolos de IATF convencionales mejore la foliculogénesis y consecuentemente la competencia ovocitaria; esto podría mejorar las tasas de preñez en las vacas tratadas.

Está descrito que la progesterona favorece la preparación del útero para una posible gestación, además en lo que respecta a desarrollo folicular los bajos niveles de progesterona, podrían producir un óvulo de mala calidad y disminuir la fecundación y consecuentemente la preñez.

8. Conclusiones.

El uso de progesterona (P4) de acción prologada en dosis de 200 mg como método de pre-sincronización en un protocolo de IATF convencional en vacas (*Bos indicus*) aumento numéricamente la tasa de gestación. Además, las variables como la edad, condición corporal (C.C.), tamaño del folículo preovulatorio (mm) podrían generar un efecto positivo o negativo sobre tasa de preñez.

La progesterona (P4) de acción prolongada podría tener un efecto positivo sobre el diámetro del folículo pre-ovulatorio a día 9 del protocolo de IATF (celo), aumentando el diámetro folicular, secreción de estrógenos y mejorando la calidad o competencia del ovocito.

El mejor desarrollo folicular (diámetro del folículo pre-ovulatorio) presenta un mayor número de receptores de LH y podría mejorar las tasas de ovulación y el desarrollo de un cuerpo lúteo más funcional, y, por tanto, mayores niveles de progesterona endógena para un óptimo desarrollo embrionario preimplantatorio. No hubo diferencias estadísticas en la tasa de gestación entre el grupo control y tratamiento; sin embargo, el grupo tratamiento (P4 de larga duración) presento una mayor tasa de gestación (64%) respecto el grupo control (47%). Posiblemente este aumento en la tasa de gestación se deba al efecto positivo de la pre-sincronización (P4) sobre la foliculogénesis y calidad ovocitaria.

9. Recomendaciones.

Se recomienda realizar más estudios tanto en *Bos indicus* como en *Bos taurus* mediante el uso de progesterona de larga duración con el objetivo de incrementar la fertilidad en vacas. Además, es importantes considerar los efectos de manejo intrínsecos y extrínsecos que podrían incidir de manera directa sobre las tasas de gestación. Importante que los productores en general consideren aspectos como el tiempo de espera voluntario post parto, así como la salud reproductiva y condición corporal.

Generar e implementar estrategias, protocolos que permitan el control coordinado del ciclo estral, desarrollo folicular, sincronización de la ovulación para la obtención de una preñez exitosa.

10. Bibliografía.

- Adenuga, A., Jack, C., Oluseyi, K., & Ashfield, A. (2020). Economic viability of adoption of automated oestrus detection technologies on dairy farms: A review. In *Animals* (Vol. 10, Issue 7). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/ani10071241>
- Agencia Española de medicamentos y productos sanitarios. (2023). *PGF VEYX Forte 0,250 mg/ml Solución inyectable para bovino y porcino 2. composición cualitativa y cuantitativa*. <https://leidadam.com/wp-content/uploads/2021/02/Pgf-Veyx-Forte.pdf>
- Allcca, Y., Rodríguez, A., Pozo, A., Herrera, A., & Sulca, L. (2023). Respuesta ovárica y embrionaria de dos protocolos de superovulación en bovinos altoandinos Pardo Suizo. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 25(1), 49–55. <https://doi.org/10.18271/ria.2023.490>
- 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>
- 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>
- Bustamante, F., Méndez, M., Ortloff, A., Luz, P., Rivera, F., Figueroa, C., Molina, L., & Bátiz, L. (2021). The Impact of Estrogen and Estrogen-Like Molecules in Neurogenesis and Neurodegeneration: Beneficial or Harmful? In *Frontiers in Cellular Neuroscience* (Vol. 15, Issue 1, pp. 1–19). Frontiers Media S.A. <https://doi.org/10.3389/fncel.2021.636176>
- Cardoso, C., Wiltbank, M., & Sartori, R. (2021). Factors that optimize reproductive efficiency in dairy herds with an emphasis on timed artificial insemination programs. In *Animals* (Vol. 11, Issue 2, pp. 1–30). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/ani11020301>
- Carvajal, A., Martínez, M., Tapia, M., & Tamel, A. (2020). *El ciclo estral en la hembra bovina y su importancia productiva*. <https://biblioteca.inia.cl/handle/20.500.14001/4022>

- Chaigneau, Y. V. (2017). *Que Afectan La Reproduccion Bovina Con*.
- Colazo, M. (2014). Protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) en Bos Taurus. *Nuevas Biotecnicas Reproductivas Utilizadas En La Produccion Del Ganado Bovino*, 1–19. <https://n9.cl/qy17w6>
- Colin, D. (2021). The inadequate corpus luteum. *Reproduction and Fertility*, 2(1), C1–C7. <https://doi.org/10.1530/RAF-20-0044>
- Diaz, C., Ramírez, A., Torres, L., Cáceres, J., Ampuero, G., & Saucedo, J. A. (2023). Effect of Different Protocols of Fixed-Time Artificial Insemination on Mucus, Ovarian Size, and Pregnancy of Mixed-Breed Cows in the Humid Tropics of Peru. *Veterinary Medicine International*, 2023(1). <https://doi.org/10.1155/2023/9942021>
- 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>
- Espinoza, J. L., Palacios, A., Ortega, R., Guillén, A., & Manríquez, E. (2021). Inseminación artificial a tiempo fijo y reinseminación de vacas para carne tratadas con y sin gonadotropina coriónica equina. *Nova Scientia*, 13(27), 1–20. <https://doi.org/10.21640/ns.v13i27.2747>
- 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/>
- Freitas, R., & Berto, V. (2023). Efeito do escore de condição corporal (ecc) sobre parâmetros reprodutivos de vacas (Bos Indicus) submetidas à inseminação artificial em tempo fixo (IATF). *Revista Ibero- Americana de Humanidades, Ciências e Educação- REASE*, 9(10), 5489–5498. <https://doi.org/10.51891/rease.v9i10.12400>
- 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>

- 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>
- Li, L., Shi, X., Shi, Y., & Wang, Z. (2021). The Signaling Pathways Involved in Ovarian Follicle Development. In *Frontiers in Physiology* (Vol. 12, Issue 1, pp. 1–9). Frontiers Media S.A. <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.730196>
- Lonergan, P., & Sánchez, J. (2020). Symposium review: Progesterone effects on early embryo development in cattle. In *Journal of Dairy Science* (Vol. 103, Issue 9, pp. 8698–8707). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-18583>
- Marcondes, M., Zamparone, L., Miguez, S., Fonseca, A., & Morotti, F. (2021). Oogênese e Foliculogênese em Bovinos. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, 45(4), 323–328. <https://doi.org/10.21451/1809-3000.rbra2021.042>
- 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>
- Mayorga, D., Yáñez, I., & Díaz, R. (2020). Protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo con diferentes inductores de la ovulación en vacas criollas. *Revista Ecuatoriana de Ciencia Animal*, 4(3), 1–8. <https://revistaecuatorianadecienciaanimal.com/index.php/RECA/article/view/234/186>
- 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.

Padilla, J., Hernández, C., Calderón, R., Calderón, R., Santos, R., & Ríos, Á. (2023). Características de las ondas de desarrollo folicular en vaquillas prepúberes *Bos taurus indicus* de dos tallas diferentes. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 31(Suplemento), 45–50. <https://doi.org/10.53588/alpa.310509>

Palma, M., Carreño, M., & Carreño, N. (2023). Implementación de técnicas reproductivas para mejorar la eficiencia productiva en ganaderías del cantón Rocafuerte. *Revista Polo Del Conocimiento*, 8(8), 517–539. <https://doi.org/10.23857/pc.v8i8>

Perez, U., Luque, N., Condori, R., Manrique, Y., Escobedo, Á., Mamani, R., Urviola, J., & Pérez, M. (2023). B mode and Doppler ultrasonographic characteristics of the dominant follicle and corpus luteum in Criollo cows subjected to an oestrus synchronization protocol. *Journal of the Selva Andina Animal Science*, 10(1), 52–60. <https://doi.org/https://doi.org/10.36610/j.jsaas.2023.100100052>

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>

Pilla, M., Yáñez, D., Ortega, M., Aragadvay, R., & Marini, P. (2023). Evaluación del efecto de dos protocolos de sincronización sobre los niveles de estradiol y progesterona en vacas doble propósito en la Amazonia Ecuatoriana. *Revista Científica de La Facultad de Veterinaria FCV-LUZ*, 33(1), 1–7. <https://doi.org/10.52973/rcfcv-e33200>

Priya, K., Setty, M., Venkanna, U., Sreedhara, K., & Ranganath, K. (2021). Implications of environmental toxicants on ovarian follicles: how it can adversely affect the female fertility? *Environmental Science and Pollution Research*, 28(1), 67925–67939. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-16489-4>

- Pugliesi, G., Guimarães, A., Moreira, J., & Bruno, L. (2023). Review: Current status of corpus luteum assessment by Doppler ultrasonography to diagnose non-pregnancy and select embryo recipients in cattle. *Animal*, 17(1), 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2023.100752>
- Quintero, E., Grajales, J., Strappinni, A., & Matamala, F. (2023). Tecnología de precisión como herramienta para incrementar la eficiencia reproductiva de vacas lecheras en pastoreo. *Revista Investigaciones Agropecuarias*, 5(2), 28–44. https://uptv.up.ac.pa/index.php/investigaciones_agropecuarias/article/view/3896/3290
- Rechsteiner, D., Schrade, S., Zähler, M., Müller, M., Hollender, J., & Bucheli, T. (2020). Occurrence and Fate of Natural Estrogens in Swiss Cattle and Pig Slurry. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 68(20), 5545–5554. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.0c00858>
- Rippe, C. (2009). El ciclo estral. *Dairy Cattle Reproduction Conference*, 111–116. <https://n9.cl/qpw57o>
- Roldán, R., Mendoza, D., Marini, P., & Zambrano, J. (2022). Gonadotropinas sintéticas en la sincronización de celo para inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) en vacas mestizas en las condiciones del subtrópico. *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS*, 4(3), 108–116. <https://www.editorialalema.org/index.php/pentaciencias/article/view/146>
- Rosete, J., Álvarez, H., Urbán, D., Fragoso, A., Asprón, M., Ríos, Á., Pérez, S., & De la Torre, J. (2021). Reproductive biotechnologies in beef cattle: Five decades of research in Mexico. *Revista Mexicana De Ciencias Pecuarias*, 12(3), 39–78. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v12s3.5918>
- 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>

- 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>
- Seneda, M., Delchiaro, S., Zangirolamo, A., Alfieri, A., & Morotti, F. (2021). Folliculogenesis, Fertility and Biotechnology in Dairy Cattle. In *New Advances in the Dairy Industry* (Vol. 1, pp. 1–172). <https://doi.org/10.5772/intechopen.95196>
- Shaji, A., Elango, K., & Kumaresan, A. (2021). Prolonged oestrus as a cause of infertility in dairy cattle – A review. *Indian Journal of Dairy Science*, 74(5), 379–386. <https://doi.org/10.33785/ijds.2021.v74i05.001>
- 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>
- Sundström, I., Comasco, E., Sumner, R., & Luders, E. (2020). Progesterone – Friend or foe? In *Frontiers in Neuroendocrinology* (Vol. 59, Issue 1, pp. 1–15). Academic Press Inc. <https://doi.org/10.1016/j.yfrne.2020.100856>
- 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>
- Vaca, V., Maldonado, R., Nicolson, C., Bégica Vásquez & Del Sol, M. (2022). The Terms Rubrum, Luteum and Albicans in Terminologia Anatomica of the Ovary. *International Journal of Morphology*, 40(4), 1094–1099. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022022000401094>
- Wang, P., Paquet, É., & Robert, C. (2023). Comprehensive transcriptomic analysis of long non-coding RNAs in bovine ovarian follicles and early embryos. *PLoS ONE*, 18(9 September), 1–20. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0291761>
- 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.esпам.edu.ec/bitstream/42000/1883/1/TIC_MV09D.pdf

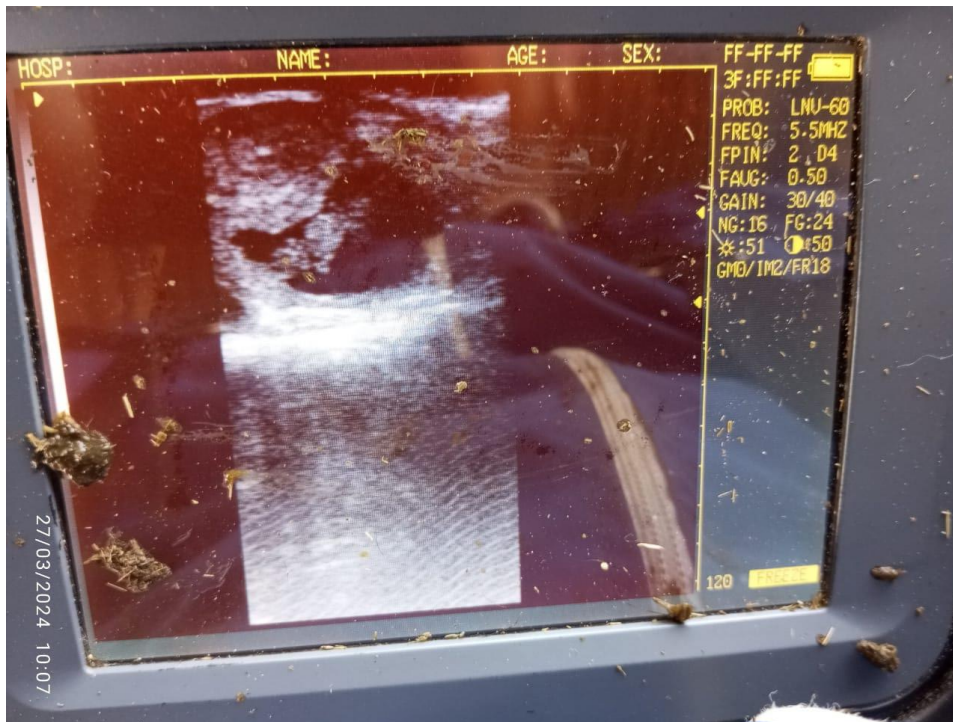
Yáñez, D., López, J. C., Moyano, J. C., Quinteros, R. O., & Marini, P. (2018).
Inseminación artificial a tiempo fijo en vacas con proestro prolongado de 60 y 72
horas. *Agronomía Mesoamericana*, 29(2), 363.
<https://doi.org/10.15517/ma.v29i2.29503>

11. Anexos.

Anexo 1. Registro de animales.

Hacienda															
Dosis															
Identificación	Raza	Edad	C.C	Ovario Derecho				Ovario Izquierdo				Observaciones			
				Tamaño	C.L	Folículos		Tamaño	C.L	Folículos					
				(mm)	Núm.	(mm)	Número	(mm)	Núm.	(mm)	Número				
				Tamaño	C.L	Folículos		Tamaño	C.L	Folículos					
				(mm)	Núm.	(mm)	Número	(mm)	Núm.	(mm)	Número				
				Tamaño	C.L	Folículos		Tamaño	C.L	Folículos					
				(mm)	Núm.	(mm)	Número	(mm)	Núm.	(mm)	Número				
				Tamaño	C.L	Folículos		Tamaño	C.L	Folículos					
				(mm)	Núm.	(mm)	Número	(mm)	Núm.	(mm)	Número				
				Tamaño	C.L	Folículos		Tamaño	C.L	Folículos					
				(mm)	Núm.	(mm)	Número	(mm)	Núm.	(mm)	Número				
				Tamaño	C.L	Folículos		Tamaño	C.L	Folículos					
				(mm)	Núm.	(mm)	Número	(mm)	Núm.	(mm)	Número				

Anexo 2. Imagen de gestación.



Anexo 3. Cuerpo Lúteo.



Anexo 4. Folículo preovulatorio.



Anexo 5. *Cuernos uterinos izquierdo y derecho.*



Anexo 6. *Inseminación artificial.*



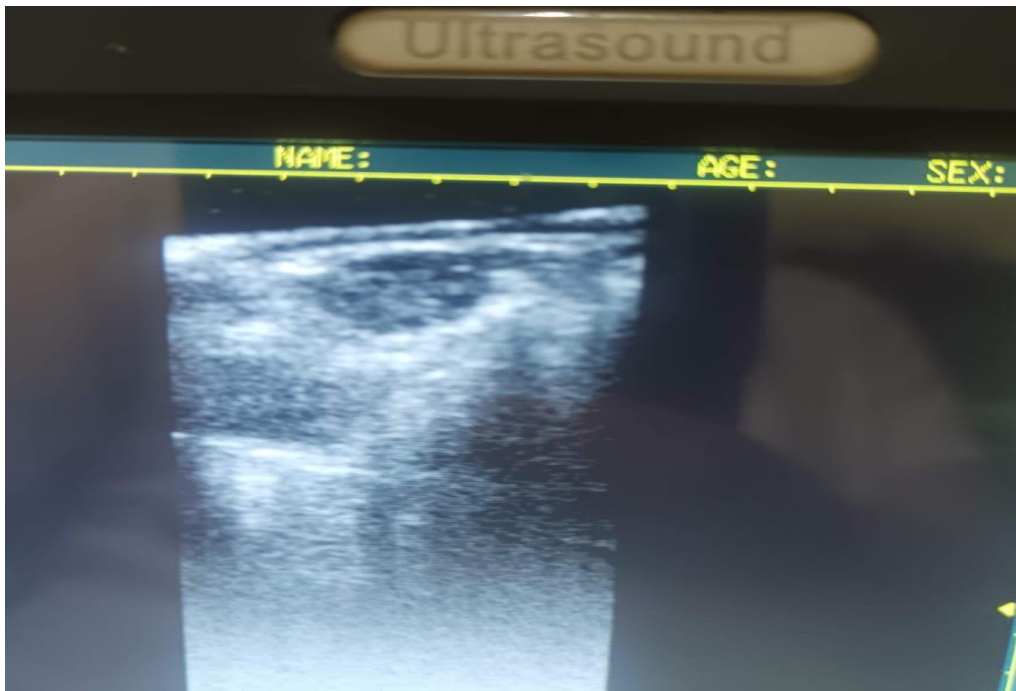
Anexo 7. Chequeo ginecológico de animales.



Anexo 8. Vacas en corral.



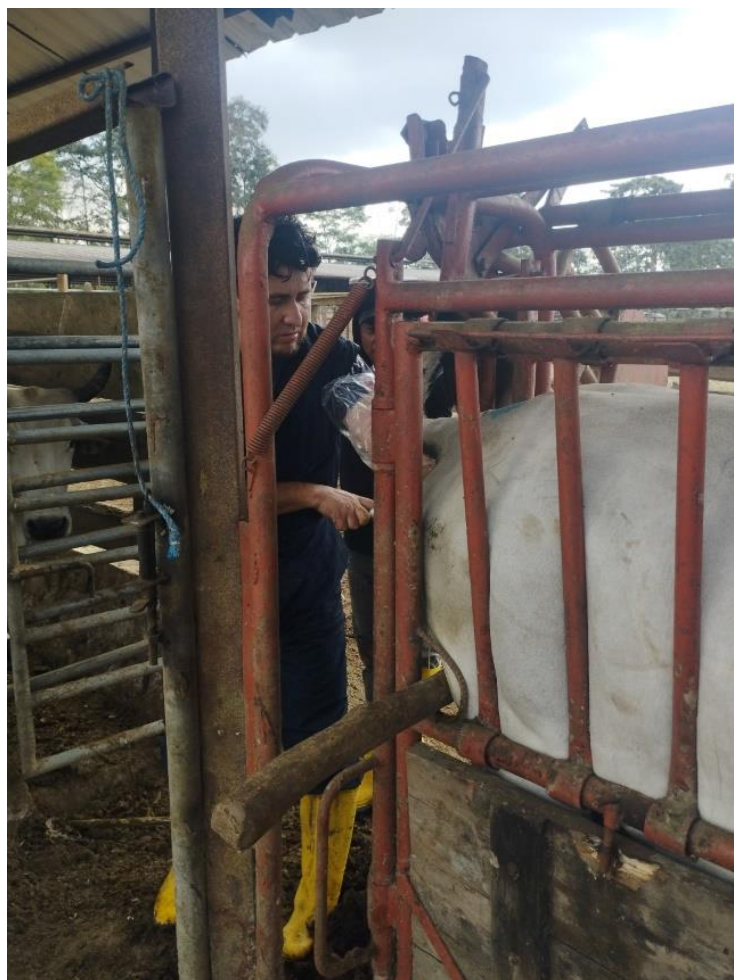
Anexo 9. *Ovarios con folículos atrésicos.*



Anexo 10. *Vaca con cérvix de doble entrada.*



Anexo 11. *Inseminación artificial en vacas*



Anexo 12. 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 "Protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo en vacas *Bos indicus*: efecto de la presincronización del celo presynch}utilizando altas dosis de progesterona" cuya autoría es del estudiante Jaime Osmani Armijos Román, con cédula de identidad N° 0704920206, es verdadero y a mi mejor saber y entender.

Atentamente.



Lic. Edgar Paúl León Picoita

C.C. 1104548472