

**EVALUACIÓN DE LA TASA DE PREÑEZ EN NOVILLAS *BOS TAURUS*
RECEPTORAS DE EMBRIONES *IN VITRO* SOMETIDAS A UN TRATAMIENTO
DE SINCRONIZACIÓN HORMONAL UTILIZANDO DIFERENTE
CONCENTRACIÓN DE PROGESTERONA EN EL MUNICIPIO DE TÚQUERRES
NARIÑO**

**GREYSI SORAYA BOTINA MARTÍNEZ
ANGIE DANIELA ENRÍQUEZ ERAZO**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
DEPARTAMENTO DE SALUD ANIMAL
PROGRAMA MEDICINA VETERINARIA
SAN JUAN DE PASTO
2022**

**EVALUACIÓN DE LA TASA DE PREÑEZ EN NOVILLAS *BOS TAURUS*
RECEPTORAS DE EMBRIONES IN VITRO SOMETIDAS A UN TRATAMIENTO
DE SINCRONIZACIÓN HORMONAL UTILIZANDO DIFERENTE
CONCENTRACIÓN DE PROGESTERONA EN EL MUNICIPIO DE TÚQUERRES
- NARIÑO**

**GREYSI SORAYA BOTINA MARTÍNEZ
ANGIE DANIELA ENRÍQUEZ ERAZO**

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de
médica veterinaria**

**Director
JAIME FERNANDO NARVÁEZ FLÓREZ
M.V, Esp.**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
DEPARTAMENTO DE SALUD ANIMAL
PROGRAMA MEDICINA VETERINARIA
SAN JUAN DE PASTO
2022**

NOTA DE RESPONSABILIDAD

“Las ideas y conclusiones aportadas en el trabajo de grado son responsabilidad exclusiva del autor”

Artículo 1° del acuerdo N° 324 de octubre 11 de 1966 emanado del honorable Consejo superior de la Universidad de Nariño.

NOTA DE ACEPTACIÓN

JAIME FERNANDO NARVÁEZ FLÓREZ
Director

BOLÍVAR LAGOS FIGUEROA
Jurado delegado

GUILLERMO ARTURO CÁRDENAS CAYCEDO
Jurado evaluador

San Juan de Pasto, septiembre del 2022

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradecemos a Dios por ser la fuerza que nos impulsó para culminar este proceso, en segundo lugar, a nuestro director de tesis de pregrado, el M.V. Esp. Jaime Fernando Narváez Flórez, por la dedicación, apoyo y orientación que nos brindó; sus consejos y aportes profesionales contribuyeron para terminar de forma satisfactoria éste trabajo. Gracias por la confianza ofrecida.

Agradecemos al Dr. William Eduardo Arciniegas, propietario de la Finca Guaramuez, quien nos brindó su apoyo y permitió realizar este estudio en sus instalaciones; sin su colaboración esto no hubiera sido posible. Muchas gracias.

Agradecemos a cada uno de los docentes que hicieron parte de nuestra formación académica, por su compromiso, entrega y perseverancia. A ustedes les debemos nuestros conocimientos, los cuales son y serán los pilares en nuestra vida profesional.

Gracias a nuestra familia, padres y hermanos, por ser ese motor que nos impulsó cada día para continuar y cumplir nuestro sueño de ser médicas veterinarias; por siempre estar a nuestro lado apoyándonos y guiándonos.

Gracias a nuestros amigos y compañeros por sus aportes a lo largo de la carrera, por su apoyo moral y constancia, al estar en los momentos más difíciles. Recordaremos con aprecio cada momento de estudio, risas y llantos, que nos ayudaron a ser mejores personas.

Gracias a todos aquellos que hicieron parte de este proceso.

DEDICATORIA

En primer lugar, a Dios, por ser mi fuerza, por guiarme en este proceso e iluminar mi camino durante toda mi formación académica.

A mis padres, Hernando Botina y Rosa Martínez quienes me han brindado la oportunidad de vivir y han sido mi apoyo, mi guía, mi fortaleza, mi inspiración y mi mayor motivación.

A mi hermana, que siempre creyó en mí y a diario me motivo para seguir hacia adelante, por ser mi pilar y estar siempre en los momentos más difíciles, por apoyarme y ayudarme.

A mis abuelos por ser una motivación y especialmente a mi abuelo Segundo Martínez quien fue la persona que cultivo en mí la pasión por el campo, por los animales y por los bovinos; ¡desde aquí hasta el cielo puedo decirte lo logré!!!

A mis docentes, amigos, compañeros y demás personas que me acompañaron durante toda esta formación.

GREYSI SORAYA BOTINA MARTÍNEZ

Dedico éste trabajo principalmente a Dios, pues ha sido él quien me ha dado la fortaleza para continuar en los momentos más difíciles.

De igual forma, a mis padres y hermano, quienes han creído en mí siempre, dándome ejemplo de humildad y sacrificio; enseñándome a valorar todo lo que tengo. Han fomentado en mí el deseo de superación y de triunfo. Espero contar siempre con su apoyo incondicional. Los quiero mucho.

A mis docentes, por transmitirme su conocimiento a lo largo de mi formación académica, en especial al médico veterinario Jaime Narváez, por haberme guiado con el desarrollo de ésta tesis y llegar a la culminación de la misma.

ANGIE DANIELA ENRÍQUEZ ERAZO

RESUMEN

La sincronización del ciclo estral es una forma de manejo actual donde se controla hormonalmente el ciclo reproductivo de las hembras bovinas, que en combinación con otras biotecnologías como lo es la transferencia de embriones, aumentan significativamente los parámetros productivos y la eficiencia reproductiva de la finca, mejorando genéticamente el hato. En este estudio se evaluó la tasa de preñez final en 38 novillas *Bos taurus* receptoras de embriones *in vitro*, sometidas a un protocolo hormonal de sincronización a tiempo fijo realizando un cambio en la concentración de progesterona (P4) de los dispositivos intravaginales. El estudio se llevó a cabo en la finca Guaramuez, del municipio de Túquerres departamento de Nariño. Se realizó una evaluación reproductiva completa mediante palpación y ultrasonografía transrectal para establecer la ciclicidad en las novillas; se clasificaron de acuerdo con la tabla de Anderson y teniendo en cuenta el cumplimiento de los siguientes criterios de inclusión; edad entre 22 y 26 meses, condición corporal (CC) entre 2,75 y 3 (en escala estándar de 5 puntos de CC) y altura > de 150 centímetros (cm). Estas novillas se designaron de forma aleatoria dentro de dos grupos de estudio que se conformaron así: Grupo 1 (T1): 20 novillas, Grupo 2 (T2): 18 novillas, en el primer grupo se emplearon dispositivos intravaginales de 0,750g de P4 y en el segundo grupo de 0,600g de P4. El protocolo de sincronización a tiempo fijo que se empleó en ambos grupos fue el siguiente; al día 0 se aplicó 2 mg de benzoato de estradiol (BE) vía intramuscular (IM) más la implantación del dispositivo intravaginal de P4; al día 5, 300 UI de gonadotropina coriónica equina (EcG) vía IM, al día 8, retiró de dispositivo intravaginal de P4, aplicación de 1 mg de cipionato de estradiol (CP) y 0.15 mg prostaglandina vía IM, al día 10 ovulación; al día 17 evaluación del cuerpo lúteo (CL) mediante ultrasonografía transrectal y clasificación del mismo en tres grados de la siguiente manera: grado 1, novillas con CL < 16 mm; grado 2, CL entre 16 y 18 mm y en el grado 3, CL > 18 mm, realizando la transferencia de embriones *in vitro* a tiempo fijo (TETF) en las novillas con CL \geq 16mm. Se confirmó preñez mediante ultrasonografía después de la transferencia a los 30 días (DX1) y reconfirmación a los 60 días (DX2). No se encontró diferencias significativa ($p>0,05$), entre los porcentajes de aprovechamiento para los métodos de sincronización, T1 85% y T2 83,3%. En cuanto al tamaño del CL, estadísticamente se demostró que no hay diferencias significativas ($p>0,05$) entre los grupos de estudio, observándose que el 50% de novillas para cada grupo generó CL grado 2. Al evaluar la tasa de preñez teniendo en cuenta el tamaño del CL para cada grupo de estudio se evidenció que existen diferencias estadísticas significativas ($p<0,05$) en las novillas que formaron un CL grado 2 T1 70% y T2 55,6%. En la tasa de

preñez final al DX1 después de la transferencia se observó diferencia estadística significativa ($p < 0,05$) entre cada grupo de estudio, T1 64.7% y T2 53.3%. Para la tasa de preñez al DX2 después de la transferencia no se evidenció diferencias ($p > 0,05$), T1 52.9% y T2 46.7%. Por último, las pérdidas embrionarias entre el DX1 y DX2 resultaron sin diferencias entre los grupos de estudio ($p > 0,05$). T1 18,2% y T2 12,5%. En este estudio se concluyó que al sincronizar hembras receptoras de embriones con dispositivos intravaginales de diferente concentración de P4, se logra aumentar significativamente la tasa de preñez final al DX1 pos transferencia, en aquellas hembras que reciben dispositivos intravaginales con una mayor concentración de P4.

ABSTRACT

The oestrous cycle synchronization is a manner of hormonal controlling over the reproductive cycle of bovine females. This synchronisation combines technology such as embryo transfer which greatly increases the reproductive efficiency of the farm while improving the herd of cattle genetically. This study evaluated the final pregnancy rate in 38 Bos Taurus in vitro embryos recipient heifers. These heifers were subjected to a hormonal protocol synchronization in a fixed period in which the progesterone (P4) intra-vaginal device concentration kept changing. The study was held in "Guaramuez", a farm located in "Tuquerres"- Nariño. A thoroughly reproductive evaluation was done by means of transrectal palpation and ultrasound to establish the heifers' cyclicity. They were classified according to Anderson's chart towards the compliance of the following inclusion criteria: age between 22 and 26 months, corporal condition (CC) between 2,75 and 3 (5 points CC standard scale) and height > 150 centimeters (cm). These heifers were assigned randomly within two study groups which were formed as follows: Group 1 (1T): 20 heifers, Group 2 (T2): 18 heifers. While 0,750g intra-vaginal devices of P4 were used within the first group, 0,600g intra-vaginal devices of P4 were used within the second group. The fixed period synchronization protocol used between both groups was as follows; 2 mg of intramuscular oestradiol benzoate (IM) (OEB) as well as the implantation of the P4 intra-vaginal device were applied during day 0. During day 5, 300 UI intramuscular chorionic equine gonadotropin (EgC) was used. The P4 intra-vaginal device was withdrawn on day 8 following the application of 1 mg estradiol cypionate (CP) and 0.15 mg prostaglandin IM, Day 10 was ovulation day; The corpus luteum (LC) evaluation was done by means of transrectal ultrasonography and a three-grade classification as follows: Grade 1, LC < 16 mm heifers; grade 2, 16-18 mm LC heifers; and grade 3, LC >18mm heifers performing fixed-time in vitro embryo transfer (FTET) in heifers with LC ≥ 16mm. Pregnancy was confirmed by ultrasonography after transfer at 30 days (DX1) and reconfirmed at 60 days (DX2). No significant differences ($p>0.05$) were found between the percentages of utilization for the synchronization methods, T1 85% and T2 83.3%. Regarding the size of the LC, statistically it was demonstrated that there are no significant differences ($p>0.05$) between the study groups observing that 50% of heifers for each group generated grade 2 LC. When evaluating the pregnancy rate considering the size of the LC for each study group, it was evidenced that there are significant statistical differences ($p<0.05$) in the heifers that formed a grade 2 T1 70% and T2 55.6% LC. For the final pregnancy rate at DX1 after transfer, a significant statistical difference ($p<0.05$) was observed between each study group, T1 64.7% and T2 53.3%. For the pregnancy rate at DX2 after transfer, there was

no difference ($p>0.05$), T1 52.9% and T2 46.7%. Finally, embryonic losses between DX1 and DX2 resulted without differences between the study groups ($p>0.05$). T1 18.2% and T2 12.5%. In this study it was concluded that synchronizing embryo recipient females with intravaginal devices of different P4 concentration significantly increases the final pregnancy rate at DX1 post-transfer in those females that receive intravaginal devices with a higher P4 concentration.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	19
1. DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	21
2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	24
3. OBJETIVOS	25
3.1. OBJETIVO GENERAL	25
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	25
4. MARCO TEÓRICO	26
4.1. ANATOMÍA Y FISIOLÓGÍA REPRODUCTIVA DE LA HEMBRA BOVINA	26
4.1.1. Anatomía reproductiva de la hembra bovina	26
4.1.1.1. Vulva	27
4.1.1.2. Vestíbulo vaginal	27
4.1.1.3. Vagina	27
4.1.1.4. Cérvix	28
4.1.1.5. Útero	29
4.1.1.6. Oviducto	29
4.1.1.7. Ovario	31
4.1.2. Fisiología reproductiva de la hembra bovina	33
4.1.2.1. Madurez sexual	33
4.2 CICLO ESTRAL	33
4.2. DINÁMICA FOLICULAR	34
4.3. FASES DEL CICLO ESTRAL	36
4.4. ROL DE LA PROGESTERONA EN EL CICLO ESTRAL	37
4.5. MÉTODOS DE SINCRONIZACIÓN DE OVULACIÓN	37
4.6. TRANSFERENCIA DE EMBRIONES <i>IN VITRO</i>	38
4.7. CLASIFICACIÓN DE EMBRIONES BOVINOS	38
4.8. FACTORES QUE AFECTAN LA PREÑEZ EN PROGRAMAS DE TRANSFERENCIA DE EMBRIONES	41
4.9. CRITERIOS DE SELECCIÓN PARA HEMBRAS BOVINAS RECEPTORAS DE EMBRIONES	41
4.10. PROTOCOLOS DE SINCRONIZACIÓN EN HEMBRAS BOVINAS RECEPTORAS DE EMBRIONES	43
4.11. SINCRONIZACIÓN CON DISPOSITIVOS INTRAVAGINALES DE PROGESTERONA	44
4.12. UTILIZACIÓN DE ECG EN PROTOCOLOS DE SINCRONIZACIÓN	45
4.13. ACCIÓN DE LOS AGENTES LUTEOLÍTICOS Y EL ESTRADIOL EN PROTOCOLOS DE SINCRONIZACIÓN	45
4.14. IMPORTANCIA DE LA SINCRONIZACIÓN EN HEMBRAS BOVINAS RECEPTORAS DE EMBRIONES	46
4.15. PÉRDIDAS EMBRIONARIAS EN LA TETF	47
5. DISEÑO METODOLÓGICO	48
5.1. LOCALIZACIÓN	48
5.2. TIPO DE MUESTREO	48

5.2.1. Criterios de inclusión	48
5.2.2. Criterios de exclusión	48
5.3. EVALUACIÓN REPRODUCTIVA Y SELECCIÓN DE NOVILLAS PARA ESTUDIO	49
5.4. TAMAÑO DE MUESTRA	50
5.5. SINCRONIZACIÓN DE OVULACIÓN	50
5.6. TRANSFERENCIA DE EMBRIONES	51
5.7. CRONOGRAMA DE TRABAJO	53
5.8. ESTADÍSTICA	54
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	55
6.1. TASA DE APROVECHAMIENTO	55
6.2. TAMAÑO DEL CUERPO LÚTEO	57
6.3. TAMAÑO DEL CUERPO LÚTEO, TASA DE PREÑEZ Y CONCENTRACIÓN DE PROGESTERONA	59
6.4. TASA DE PREÑEZ FINAL	62
6.5. PÉRDIDAS EMBRIONARIAS ENTRE EL DX1 Y EL DX2	64
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	67
7.1. CONCLUSIONES	67
7.2. RECOMENDACIONES	68
8. BIBLIOGRAFÍA	69
9. ANEXOS	87

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 , Clasificación de los embriones, según estado de desarrollo y calidad embrionaria.	41
Tabla 2 , Clasificación de madurez del tracto reproductivo.	50
Tabla 3 , Resumen de casos.	55

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 , Predios y producción de leche en el departamento de Nariño.....	23
Figura 2 , Protocolo de sincronización de la ovulación.	51
Figura 3 , Cronograma de trabajo.	53
Figura 4 , Tasa de aprovechamiento.....	57
Figura 5 , Tamaño del cuerpo lúteo.	58
Figura 6 , Tamaño del cuerpo lúteo y la tasa de preñez.	59
Figura 7 , Porcentaje (%) de Preñez al DX 1.	62
Figura 8 , Porcentaje (%) de Preñez al DX 2.	64
Figura 9 , Perdidas embrionarias.	65

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A , Novillas seleccionadas.	87
Anexo B , Novillas de T1 y clasificación de cuerpo lúteo.	89
Anexo C , Novillas de T2 y clasificación de cuerpo lúteo.	90
Anexo D , Novillas preñadas en T1.	91
Anexo E , Novillas preñadas en T2.	92
Anexo F , DX2 en T1.	93
Anexo G , DX2 en T2.	94

GLOSARIO

ANESTRO: estado de inactividad sexual en animales hembras durante el cual no presentan ciclo estrógeno.

ATRESIA: ausencia congénita de un orificio o estrechamiento de un conducto natural de un organismo.

BUSERELINA: análogo de la hormona liberadora de gonadotropinas.

CELO: período durante el cual las hembras de la clase mamíferos están receptivas sexualmente.

CICLO ESTRAL: período de 21 días comprendido entre dos fases de receptividad o como el intervalo entre dos ovulaciones. Período durante el cual el ovario de la vaca libera un folículo y el útero se prepara para una posible preñez, controlado básicamente por hormonas.

CUERPO LÚTEO: es una estructura ovárica que produce progesterona para mantener la gestación, inicia su crecimiento a partir del tercer día de iniciado el estro creciendo hasta el décimo octavo día.

DIESTRO: período de actividad del cuerpo lúteo maduro que comienza después de la ovulación y finaliza con la lúteolisis.

DISTOCIA: dificultad durante el parto.

EMBRIÓN: ovulo fecundado en las primeras etapas de su desarrollo.

ESPERMA: fluido espeso y de color blanquecino en el que se encuentran en suspensión los espermatozoides; se produce por las secreciones de distintas glándulas del aparato reproductor masculino, principalmente la próstata y los testículos, y se expulsa en el momento de la eyaculación.

ESPERMATOZOIDE: célula reproductora masculina de los animales, destinada a la fecundación del óvulo; mide de diez a sesenta micras de longitud y está compuesta de una cabeza que contiene el material cromosómico y de una cola o flagelo que actúa como propulsor.

ESTRADIOL: hormona esteroide sexual femenina.

ESTRO: etapa en la cual se presenta el celo.

FOLÍCULO: estructura anatómica que tiene una disposición glandular, secretora o excretora, y forma de saco pequeño, depresión o cavidad, especialmente la situada en la piel o en las mucosas.

HORMONA FOLÍCULO ESTIMULANTE (FSH): hormona glucoproteica secretada por la pituitaria anterior que estimula el crecimiento de los folículos en el ovario y la producción de estrógenos por el folículo en la hembra; en el macho estimula la producción de espermatozoides.

HORMONA LIBERADORA DE GONADOTROPINAS (GnRH): hormona peptídica secretada por el hipotálamo que estimula la liberación de la hormona folículo estimulante (FSH) y luteinizante (LH) desde la hipófisis anterior. La GnRH puede inyectarse en pequeñas cantidades para causar la ovulación de óvulos maduros.

HORMONA LUTEINIZANTE (LH): hormona Glucoproteica secretada por la glándula pituitaria anterior. En la hembra, la LH induce la ovulación, el desarrollo del cuerpo lúteo y la producción de progesterona. En el macho la LH estimula la producción de espermatozoides y de la hormona testosterona.

GONADOTROPINA: hormona que da la estimulación de las gónadas.

HORMONA: sustancia química que es transportada por la sangre para regular la actividad de los órganos.

IMPLANTACIÓN: adherencia del embrión a la pared uterina, proceso que comienza el día 18 de la preñez y se completa el día 45.

INTRAVAGINAL: dentro de la vagina (va desde el útero hasta la vulva).

INVOLUCIÓN UTERINA: proceso en el cual el útero recupera su tamaño normal después del parto.

METAESTRO: periodo de desarrollo inicial del cuerpo lúteo que comienza al final del estro. (Hormona relacionada: progesterona).

LUTEINIZACIÓN: formación del cuerpo lúteo.

LUTEOLISIS: degeneración del cuerpo lúteo.

ÓVULO: célula reproductora femenina que se forma en el ovario de las hembras de los mamíferos y que una vez fecundada por el espermatozoide da origen al embrión.

OVULACIÓN: la liberación de un óvulo (desde un folículo) en uno de los dos ovarios 10 a 14 horas luego del final del estro.

PROESTRO: periodo de crecimiento folicular que se inicia con la regresión del cuerpo lúteo y culmina con la aparición del estro. (Hormona relacionada: FSH).

PROGESTERONA: hormona sexual que segrega el ovario femenino y la placenta, y que tiene la función de preparar el útero para la recepción del huevo fecundado.

PALPACIÓN RECTAL: manipulación de varias partes de los órganos reproductivos con una mano insertada en el recto de la vaca, generalmente, para detectar la presencia de un feto en crecimiento o estructura (cuerpo lúteo) en la superficie del ovario.

PREÑADA: vaca que lleva un feto en desarrollo dentro del útero.

ULTRASONOGRAFÍA: procedimiento en el que se usan ondas de sonido de alta energía para observar los tejidos y órganos del cuerpo. Las ondas de sonido crean ecos que forman imágenes de los tejidos y órganos en una pantalla de computadora (ecograma).

INTRODUCCIÓN

Fedegan¹ menciona que la ganadería bovina es la actividad económica con mayor presencia en el campo colombiano distribuida en varias regiones y en diferentes escalas de producción: cría, levante, ceba, lechería especializada y doble propósito; la cual aporta el 1,4 % del PIB nacional, el 21,8% del PIB agropecuario y el 48,7% del PIB pecuario, generando 810 mil empleos directos que representan el 6% del empleo nacional y el 19% del empleo agropecuario. De acuerdo con la Universidad de Nariño, la Universidad de la Florida y Colacteos² la zona sur del departamento de Nariño es una parte importante de la cuenca lechera y basa su economía principalmente en la producción de leche bovina; de acuerdo con la secretaria de Agricultura y desarrollo rural de la gobernación de Nariño, “la producción de leche en Nariño, aporta aproximadamente el 27% del PIB del sector agropecuario, vinculando la actividad a 39.862 productores, lo que implica la vinculación de 159.448 personas de forma directa en la producción de leche”³. En esta región predomina el minifundio con bajos niveles de tecnificación, sin embargo, también se encuentran ganaderías especializadas, es por ello que se hace necesario implementar nuevas biotecnologías que mejoren los parámetros productivos y reproductivos de la especie, manteniendo y aumentando la eficiencia reproductiva de los hatos y contribuyendo notablemente a la rentabilidad de las fincas. Smidt y Niemann afirman que “los procedimientos biotecnológicos desarrollados hasta ahora se aplicarán para aumentar la eficiencia de la cría en animales, la preservación de los recursos genéticos, la mejora en la calidad del producto o para nuevas estrategias de producción y nuevos productos animales; estas nuevas biotecnologías como nos da a conocer”⁴, Ugalde, J. Ramón “son un

¹ FEDEGÁN. Ganadería colombiana, hoja de ruta 2018 – 2022. [En línea]. Bogotá D.C., Colombia. 2018. p. 19. [Citado el 08 de abril de 2021]. Disponible en: https://estadisticas.fedegan.org.co/DOC/download.jsp?pRealName=Hoja_de_ruta_Fedegan.pdf&ildFiles=682

² UNIVERSIDAD DE NARIÑO, UNIVERSIDAD DE LA FLORIDA (ESTADOS UNIDOS), COOPERATIVA DE PRODUCTOS LÁCTEOS DE NARIÑO COLACTEOS. Investigación selección mediante modelos genómicos y poligénicos para el mejoramiento genético de los bovinos de leche en el trópico alto de Nariño. [En línea]. San Juan de Pasto. 2013. p. 25. [Citado el 10 de abril de 2021]. Disponible en: https://contratacion.udenar.edu.co/wp-content/uploads/2014/01/Proyecto_Geno%C2%A6%C3%BCmica_junio_10_FINAL2.pdf

³ GOBERNACIÓN DE NARIÑO. Plan departamental de extensión Agropecuaria del departamento de Nariño PDEA. [En línea]. San Juan de Pasto. 2019, p. 35. [Citado el 7 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://www.minagricultura.gov.co/ministerio/direcciones/Documents/PDEA%27s%20Aprobados/PDEA%20Nari%C3%B1o.pdf>

⁴ SMIDT, D, y NIEMANN, H. Biotechnology in genetics and reproduction. En: Livestock Production Science. 1999. Vol. 59. p. 207- 221. Citado por BEDASA, Shibiru; KEDEBE Abriham; y ABRAHA Ashebr. Review On Reproductive Biotechnology and Its Role in Dairy Cattle Production and Health. [En línea]. En: Report and Opinion. 2017. Vol. 9. N° 3. p. 60. [Citado el 10 de enero de 2022]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/324587837_Review_On_Reproductive_Biotechnology_And_Its_Role_In_Dairy_Cattle_Production_And_Health

conjunto de técnicas que van desde la inseminación artificial hasta la clonación; donde, la producción de embriones *in vivo* dio paso a la producción de embriones *in vitro*, y en su aplicación se incluyeron como herramientas la inseminación artificial y la transferencia de embriones, todas ellas encaminadas a aumentar la eficiencia reproductiva de los animales”⁵. Actualmente la transferencia de embriones bovinos ha tomado una mayor importancia, según Oyuela y Jiménez⁶ en Colombia se ha intensificado el uso de la transferencia de embriones (TE) en los últimos 18 años, con cifras que duplican la cantidad de transferencias realizadas en la década de los años 90, utilizándose esta herramienta de mejoramiento durante los últimos 20 años con embriones producidos por superovulación (convencional) y desde hace 10 años con embriones producidos por técnicas de producción *in-vitro* (PIV). Con esta técnica se aprovecha el potencial genético de las hembras élite, logrando una tasa de preñez significativa, ya que, de acuerdo con Matute y Eveline de cada 100 vacas transferidas en fresco, los porcentajes de preñez oscilan normalmente entre el 50% y 60%, y cuando son embriones congelados, entre 40% a 50%”⁷. Sin embargo, Díaz y Hurtado⁸ en su estudio reportan que las pérdidas embrionarias para embriones transferidos *in vivo* alcanzan un porcentaje del 9% y para los de *in vitro* un 10.5%. Sauv , refiere que “la transferencia de embriones es un proceso mediante el cual se recolecta un embrión de una hembra donante de alta genética para ser transferido a una hembra receptora donde pueda completar su desarrollo”⁹. Para realizar estos procesos es importante controlar el ciclo estral de las hembras. Odde, indica que “se requiere de la manipulación del ciclo estral o la inducción del celo para que un gran porcentaje de hembras entren en celo en un tiempo corto y

⁵ UGALDE, Ramon. Biotecnologías reproductivas para el siglo XXI. [En línea]. En: Revista Cubana de Ciencia Agrícola. Tomo 48. N  1. 2014. p. 33. [Citado el 02 de marzo de 2022]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193030122009>

⁶ OYUELA, L; y JIMÉNEZ, C. Factores que afectan la tasa de preñez en programa de transferencia de embriones producidos *in vitro*, en razas cebuinas. [En línea]. En: Revista de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 2010. Vol. 57. p. 192. [Citado el 10 de abril de 2021]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rfmvz/v57n3/v57n3a04.pdf>

⁷ MATUTE, Mardo y EVELINE, Norman. Porcentaje de preñez en vaquillas receptoras de embriones sincronizadas con dos diferentes dispositivos a base de progestágenos. [En línea]. Trabajo de grado para optar al título de Ingenieros Agrónomos en el Grado Académico de Licenciatura. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras. 2014. p. 8. [Citado el 15 de mayo de 2022]. Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/3493/1/CPA-2014-052.pdf>

⁸ DIAZ, Camilo, y HURTADO, Felipe. Evaluación de la viabilidad y el desarrollo de embriones bovinos obtenidos por fertilización *in vitro* incubados en oviductos ovinos. [En línea] Trabajo de grado para optar al título de Médico Veterinario. Bogotá: Universidad de la Salle. 2010. p. 15. [Citado el 15 de mayo del 2022]. Disponible en: https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1222&context=medicina_veterinaria

⁹ SAUVÉ, R. Embryo Transfer. 2002. Citado por BEDASA, Shibiru; KEDEBE Abriham; y ABRAHA Ashebr. Review On Reproductive Biotechnology and Its Role in Dairy Cattle Production and Health. [En línea]. En: Report and Opinion. 2017. Vol. 9. N  3. p. 62 [Citado el 10 de enero de 2022] Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/324587837_Review_On_Reproductive_Biotechnology_And_Its_Role_In_Dairy_Cattle_Production_And_Health

predeterminado”¹⁰; lo cual es importante para la transferencia ya que como método, Rodríguez, Båge, Gustafsson y Larsson, aluden que “se requiere de la sincronización de la hembra donante y la receptora para que los embriones sean recuperados y transferidos en sincronía, garantizando el sostenimiento del embrión y su reconocimiento por parte de la hembra receptora”¹¹. Para la sincronización del ciclo estral en ganado bovino; se utilizan diferentes tipos de tratamientos y como lo señala Rathbone, et al,¹² uno de los métodos utilizados es la aplicación de tecnología de liberación controlada en primer lugar, porque las hormonas del ciclo reproductivo bovino no exhiben una absorción limitada por la membrana; en segundo lugar, estos principios activos son clínicamente eficaces a concentraciones mínimas bajas; y en tercer lugar, los progestágenos, tienen vidas medias biológicas cortas y se eliminan rápidamente del cuerpo; lo que permite controlar fácilmente el ciclo estral de los bovinos. Sin embargo, debido a la diversidad de dispositivos intravaginales con concentraciones variadas de P4 que se utilizan para la sincronización de las hembras receptoras de embriones, se hace importante realizar estudios en los que se evalúe la eficacia de los tratamientos con el fin de generar buenas tazas de preñez que se traduzcan en el incremento de la rentabilidad de las fincas. Es por esto que el presente estudio tuvo como objetivo general evaluar la tasa de preñez en novillas Bos Taurus receptoras de embriones in vitro sometidas a un tratamiento de sincronización hormonal a tiempo fijo utilizando dispositivos intravaginales de P4 con concentraciones de 0,600g y 0,750mg en el municipio de Túquerres Nariño y como objetivos específicos medir la tasa de aprovechamiento lograda con cada dispositivo intravaginal, establecer el tamaño del cuerpo lúteo mediante ecografía transrectal, evaluar la tasa de preñez teniendo en cuenta el diámetro del cuerpo lúteo y determinar los porcentajes de pérdidas embrionarias entre los diagnósticos ecográficos del DX1 y DX2.

1. DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

¹⁰ ODDE, K. oocyte recovery and in vitro embryo production from bovine donors aspirated at different. En: Journal of Animal Science. 1990. Vol. 68. pp. 817 - 830. Citado por BEDASA, Shibiru; KEDEBE Abriham; y ABRAHA Ashebr. Review On Reproductive Biotechnology and Its Role in Dairy Cattle Production and Health. [En línea]. En: Report and Opinion. 2017. Vol. 9. N° 3. p. 62. [Citado el 10 de enero de 2022] Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/324587837_Review_On_Reproductive_Biotechnology_And_Its_Role_In_Dairy_Cattle_Production_And_Health

¹¹ RODRIGUEZ, M; BÅGE, R; GUSTAFSSON; H; Y LARSSON, B. The role of the female in the success of artificial insemination. 1999. Citado por BEDASA, Shibiru; KEDEBE Abriham; y ABRAHA Ashebr. Review On Reproductive Biotechnology and Its Role in Dairy Cattle Production and Health. [En línea]. En: Report and Opinion. 2017. Vol. 9. N° 3. p. 62. [Citado el 10 de enero de 2022] Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/324587837_Review_On_Reproductive_Biotechnology_And_Its_Role_In_Dairy_Cattle_Production_And_Health

¹² RATHBONE, Michael, et al. Fertility regulation in cattle. [En línea] En: Journal of Controlled Release. 1998. Vol. 54. pp. 117-148. [Citado el 12 de abril de 2022]. Disponible en: [https://scihub.se/https://doi.org/10.1016/S0168-3659\(98\)00003-0](https://scihub.se/https://doi.org/10.1016/S0168-3659(98)00003-0)

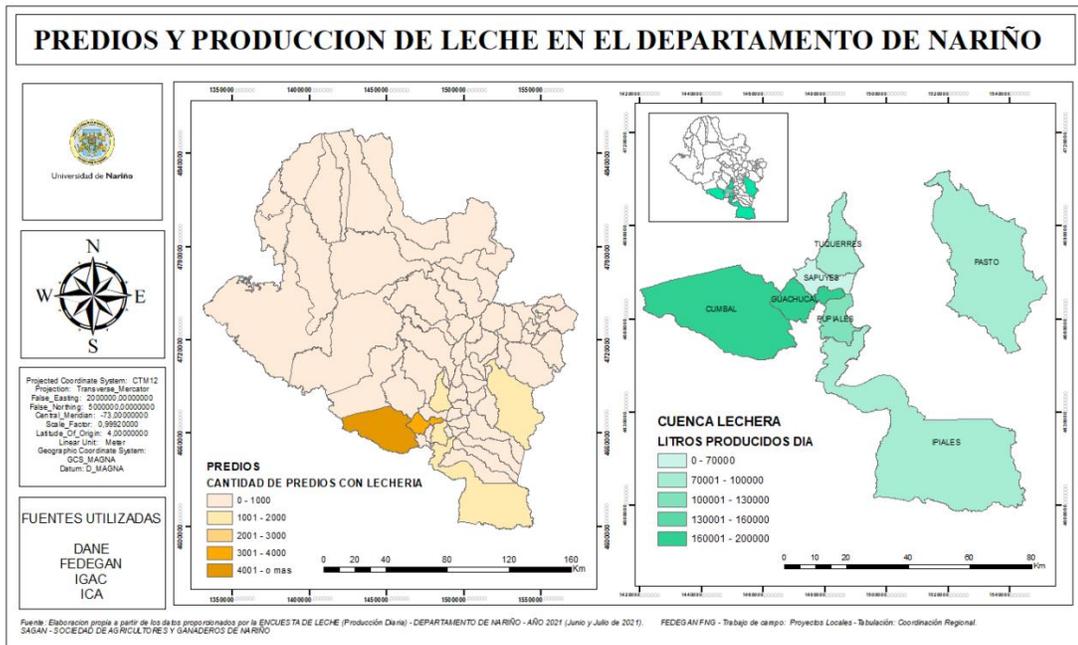
En el departamento de Nariño la producción se encuentra ubicada en el altiplano de la zona andina, con tres tipos de productores: minifundistas, medianos y grandes, con sistemas de producción sin tecnificar y especializados. Según las encuestas realizadas por SAGAN¹³, actualmente el departamento de Nariño produce un volumen consolidado estimado en 1.169.543 litros de leche diarios y un promedio de 9.8 litros/vaca/día. Teniendo en cuenta que el departamento tiene un crecimiento exponencial en la producción láctea y la rentabilidad de las empresas ganaderas se ve afectada por el comportamiento reproductivo del hato y su eficiencia a la hora de aprovechar el material genético, se requiere de la implementación de las nuevas biotecnologías como la transferencia de embriones ya que ésta potencializa las características genéticas tanto de las hembras como de los machos, aumentando la eficiencia reproductiva, la productividad y rentabilidad de las fincas; esta biotecnología tiene diversas aplicaciones entre las cuales Romo¹⁴, menciona las siguientes: el aumento del número de crías de hembras con alto valor genético, la propagación de donadoras que físicamente no pueden reproducirse, la optimización del uso de semen de gran valor y el control de la transmisión de enfermedades.

El mantenimiento de las hembras receptoras no preñadas en un hato lechero y la baja tasa de utilización de las nuevas biotecnologías en el departamento de Nariño, elevan su costo. Al existir una relación directa entre el buen manejo del hato y la eficiencia reproductiva de las hembras, los programas de transferencia de embriones requieren de un manejo óptimo de las receptoras, por lo que se debe implementar protocolos de sincronización que mejoren la tasa de preñez final de manera significativa, aumentando la productividad y justificando así su uso.

¹³ SAGAN. Encuesta de leche (producción diaria) - Departamento de Nariño - año 2021. [En línea]. 2021. [Citado el 07 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://drive.google.com/drive/folders/1QJZtrVgOdbcElplipV-tbJHw6-fEPIVR?usp=sharing>

¹⁴ ROMO, Salvador. Biotecnología reproductiva: Avances en ganado bovino. [En línea]. En: Veto Mex. 1993. Vol. 24. N° 3. pp. 177 – 184. [Citado el 19 de julio de 2022]. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/vetmex/vm-1993/vm933a.pdf>

Figura 1, Predios y producción de leche en el departamento de Nariño.



2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Teniendo en cuenta la variedad de protocolos existentes para la sincronización de novillas receptoras de embriones in vitro y evaluando la tasa de aprovechamiento de estos; nace la pregunta, ¿Cuál es la tasa de preñez final en novillas Bos Taurus receptoras de embriones al utilizar dispositivos intravaginales de progesterona con diferente concentración?

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la tasa de preñez en novillas *Bos Taurus* receptoras de embriones in vitro sometidas a un tratamiento de sincronización hormonal a tiempo fijo utilizando dispositivos intravaginales de progesterona con concentraciones de 0,750g y 0,600g en el municipio de Túquerres Nariño

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la tasa de aprovechamiento de un protocolo de sincronización aplicado a novillas *Bos Taurus* receptoras de embriones al utilizar diferentes concentraciones de progesterona en los dispositivos intravaginales.
- Determinar el tamaño del cuerpo lúteo mediante ultrasonografía transrectal en novillas *Bos Taurus* receptoras de embriones sometidas a un protocolo de sincronización con diferente concentración de progesterona.
- Correlacionar el tamaño del cuerpo lúteo al momento de la transferencia y la tasa de preñez al diagnóstico ecográfico del día 30 (Dx1) en novillas *Bos Taurus* receptoras de embriones al implementar un protocolo de sincronización con diferente concentración de progesterona en los dispositivos intravaginales.
- Evaluar la correlación existente entre las dos concentraciones de progesterona implementadas en un protocolo de sincronización y la tasa de preñez final al diagnóstico ecográfico transrectal del día 30 (Dx1) y del día 60 (Dx2).
- Evaluar el porcentaje de pérdidas embrionarias entre el diagnóstico ecográfico transrectal del día 30 (Dx1) y el día 60 (Dx2) en novillas *Bos taurus* receptoras de embriones.

4. MARCO TEÓRICO

4.1. ANATOMÍA Y FISIOLÓGÍA REPRODUCTIVA DE LA HEMBRA BOVINA

De acuerdo con Ángel, “el conocimiento y reconocimiento de la anatomía y la fisiología del sistema reproductivo de la hembra bovina es indispensable para la aplicación de las nuevas biotecnologías”¹⁵, incluida en éstas, la técnica de transferencia de embriones (TE). Dyce, Sack y Wensing¹⁶ refuerzan el concepto de que la anatomía de los órganos reproductores cambia considerablemente con la edad y la actividad fisiológica. Rivera afirma que “el aparato reproductor de la vaca es una estructura tubular, con algunas modificaciones anatómicas que fisiológicamente tiene un propósito específico durante el ciclo estral, gestación y el parto”¹⁷.

4.1.1. Anatomía reproductiva de la hembra bovina. En trabajos realizados por Cárdenas, Buitrago, y Galvis¹⁸ se describe que el aparato reproductor de la hembra está situado en el interior de la cavidad abdominal, entre el recto y la vejiga. Según Camargo¹⁹ éste se encuentra constituido por los órganos externos, representados por la vulva y el vestíbulo vaginal; y los órganos internos, que incluyen el ovario y el sistema de conductos formados por el oviducto, útero, cérvix y vagina.

¹⁵ ÁNGEL, Juan. Anatomía y Fisiología de la hembra bovina. [En línea]. Universidad de Antioquía, 2013. p. 1. [Citado el 04 de abril de 2022]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/deme219/anatomia-y-fisiologa-reproductiva-de-la-hembra-bovina>

¹⁶ DYCE; SACK y WENSING. Anatomía Veterinaria. [En línea]. 3ra Edición. México: Manual moderno. 2007. p. 15. [Citado el 12 de marzo de 2022]. Disponible en: <https://docer.com.ar/doc/8nes51>

¹⁷ RIVERA, Humberto. Revisión Anatómica del aparato reproductor de las vacas. Dairy Cattle Reproduction Conference. Minneapolis. 2009. p. 103. [Citado el 12 de abril de 2022]. Disponible en: <https://www.yumpu.com/es/document/read/34473275/revision-anatomica-del-aparato-reproductor-de-las-vacas>.

¹⁸ CÁRDENAS, L; BUITRAGO, J; y GALVIS, M. Estudio de las alteraciones morfológicas de cérvix en novillas, en los hatos libiney y la consulta del departamento del meta, para relacionar su grado de heredabilidad. Trabajo de grado para optar el título de médico veterinario. Bucaramanga, Santander: Universidad Cooperativa de Colombia. Facultad de Medicina Veterinaria Zootecnia. 2009, p. 1-81. Citado por RUIZ, Jorge. Alteraciones morfológicas del tracto reproductivo de hembra bovina, caprina y ovina. [En línea]. Bucaramanga: Universidad Cooperativa de Colombia. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 2014. p. 15. [Citado el 15 de noviembre de 2021]. Disponible en: <https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/544/1/ALTERACIONES%20MORFOLOGICAS%20DEL%20TRACTO%20REPRODUCTIVO%20DE%20HEMBRA%20BOVINA%2C%20CAPRINA%20Y%20OVINA.pdf>

¹⁹ CAMARGO, Alexander. Anatomía de la hembra bovina, práctica sobre paso de sonda Foley, lavados uterinos y aspiración folicular en T.E. [En línea]. Grupo tecnólogos reproducción bovina. (SENA). 2010. [Citado el 12 de abril de 2022]. Disponible en: <http://reproduccion-bovina2010.blogspot.com/2011/02/anatomia-de-la-hembra-bovinapractica.html>

4.1.1.1. Vulva. Sisson y Grossman mencionan que “la vulva es la primera barrera que impide la entrada de patógenos a los órganos reproductivos, tiene dos labios gruesos los cuales miden de 10 a 12 centímetros (cm) de largo; ambas comisuras son agudas, la ventral es puntiaguda y provista de bastantes pelos largo; asienta a unos pocos centímetros caudal y a la misma distancia ventral del nivel del arco isquiático”²⁰. Rivera²¹, manifiesta que durante el celo se ve influenciada por los efectos del estradiol incrementando la irrigación, humedad y edema, comparte el tracto urinario y reproductivo. En el caso de la técnica de TE, Ángel puntualiza que “la vulva se encontrará seca y arrugada”²². En los escritos de Liebich y König se expone que “la vulva tiene como funciones dejar pasar la orina, abrirse para permitir la cópula y sirve como parte del canal de parto”²³.

4.1.1.2. Vestíbulo vaginal. Según Rivera, es “la primera estructura que se encuentra craneal a la vulva. La abertura externa de la uretra está localizada en el piso del vestíbulo, caudal a esta estructura se encuentra un saco ciego (divertículo suburetral)”²⁴; Ángel refiere que “estas dos estructuras son de gran importancia en la técnica de TE ya que se constituyen en el primer obstáculo al paso de la pistola de transferencia”²⁵.

4.1.1.3. Vagina. Dejarnette y Nebel²⁶, describen que se extiende 25 a 30 cm desde la apertura uretral hasta el cérvix, allí es depositado el semen durante la monta natura y al igual que la vulva sirve como canal de parto. Ángel explica que “la vagina puede convertirse en uno de los obstáculos para llegar al lugar de la colocación del embrión por dos motivos; el primero, por los pliegues de la vagina y segundo el fórnix, que rodea la entrada del cérvix”²⁷, que como menciona Rivera es “el resultado de la gruesa musculatura del cérvix que se proyecta en la vagina y su diámetro reducido comparado con la vagina”²⁸.

²⁰ SISSON, Septimus. y GROSSMAN, James. Anatomía de los animales domésticos. [En línea]. 5 ed. Barcelona: Elsevier Masson. 2008. p. 254. [Citado el 10 de enero de 2022]. Disponible en: https://www.academia.edu/34186563/Sisson_y_Grossman_Anatomia_De_loa_animales_dom%C3%A9sticos_TOMO_1

²¹ RIVERA, Humberto. Op. Cit., p. 5.

²² ANGEL, Juan. Op. Cit., p. 2.

²³ LIEBICH, Hans y KÖNIG, Horts. Anatomía de los animales domésticos: Tomo 2. [En línea]. 2da edición. Austria: medica panamericana. 2008. 135 p. ISBN 9788498354713

²⁴ RIVERA, Humberto. Op. Cit., p. 105.

²⁵ ÁNGEL, Juan. Op. Cit., p. 2.

²⁶ DEJARNETTE, M. y NEBEL, R. Anatomía y fisiología de la reproducción bovina. [En línea]. En: Select Reproductive Solutions. 2011. p.1. [Citado el 15 de abril de 2022]. Disponible en: https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/97-fisiologia.pdf

²⁷ ÁNGEL, Juan. Op. Cit., p. 2.

²⁸ RIVERA, Humberto. Op. Cit., p. 106.

4.1.1.4. Cérvix. Camacho y Mantilla describen que “el cérvix se encuentra situado en la línea media de la caja pelviana sobre los huesos pubianos”²⁹, mide de 8 a 10 cm de largo. Bepin, Rivero y Morgado indican que éste “forma parte del útero; y es una estructura de tipo cilíndrica con bordes transversales o espirales alternados, llamados anillos que generalmente son 3 o 4”³⁰. Rivera, indica que “hay algunas ramificaciones de estos anillos que ayudan al transporte y sirven de reservorios del semen; a su vez este gran número de anillos ayudan al cérvix a expandirse durante el parto”³¹; y agrega que, durante la gestación, éste crea un tapón para proteger al feto. Grossman y Sisson refieren que “el cérvix impide la entrada de agentes patógenos”³². Ángel afirma que “durante el celo y por acción de los estrógenos el cérvix permanece abierto, contrario a lo que sucede durante el diestro, metaestro y la gestación, en los que permanece cerrado actuando como barrera de protección y dificultando el paso de la pistola de TE; así mismo señala que es importante identificar el cérvix mediante palpación rectal por ser el punto de partida para un adecuado procedimiento de TE”³³.

²⁹ CAMACHO, J. y MANTILLA, A. Clasificación de alteraciones morfológicas en cérvix de hembras cebú dedicadas a la cría en hatos del sur del cesar y sur de bolívar. Tesis para optar por el título de médico veterinario y zootecnista. Bucaramanga: Universidad Cooperativa de Colombia. Facultad de medicina veterinaria y zootecnia. 2008. Citado por RUIZ, Jorge. Alteraciones morfológicas del tracto reproductivo de hembra bovina, caprina y ovina. [En línea]. Bucaramanga: Universidad Cooperativa de Colombia. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 2014. p.26. [Citado el 15 de noviembre de 2021]. Disponible en: <https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/544/1/ALTERACIONES%20MORFOLOGICAS%20DEL%20TRACTO%20REPRODUCTIVO%20DE%20HEMBRA%20BOVINA%2C%20CAPRINA%20Y%20OVINA.pdf>

³⁰ BESPIN, A; RIVERO, I; y MORGADO, A. Historia y uso de la inseminación artificial en la Agropecuaria “La Fundación”, estado Guárico. [En línea]. En: I Simposio: Tecnologías apropiadas para la ganadería de los llanos de Venezuela. Capítulo II. 2007. p. 151. [Citado el 02 de abril de 2021]. Disponible en: <https://silo.tips/download/historia-y-uso-de-la-inseminacion-artificial-en-la-agropecuaria-la-fundacion-est#>

³¹ RIVERA, Humberto. Op. Cit., p. 106.

³² SISSON, Septimus. y GROSSMAN, James. Op. Cit., p. 255.

³³ ÁNGEL Juan. Op. Cit., p. 3.

4.1.1.5. Útero. Rivera³⁴ menciona que se encuentra craneal al cérvix y está envuelto en el ligamento ancho, el cual le confiere gran movilidad dentro de la cavidad pélvica. Durante las primeras etapas de gestación el tejido secretor que posee, produce "leche uterina" que sirve de nutriente para el embrión. En el útero se pueden encontrar alrededor de 100 a 120 carúnculas que sirven de conexión para la placenta durante la preñez; éstas se unen a los cotiledones para formar los placentomas, los cuales tienen como función: servir de unión de la placenta, nutrir al feto y recoger los desechos del mismo mediante intercambio sanguíneo. El mismo autor reporta que el útero tiene una fuerte masa muscular que ayuda en la expulsión del feto al momento del parto y las membranas fetales después del parto.

Desde el punto de vista anatómico Senger describe que:

el útero es bicornes, caracterizándose por tener un cuerpo y dos cuernos uterinos. El cuerpo uterino es la primera parte del útero en dirección caudo-craneal y tiene una medida de 2 pulgadas de largo antes de la iniciación de la bifurcación interna; se continúa con los cuernos uterinos (derecho e izquierdo) los cuales miden cerca de 8-12 pulgadas de longitud y cerca de 2 pulgadas de diámetro, continuando de forma craneal los cuernos se doblan en posición ventro-caudal y después se vuelven a doblar en forma dorsal para juntarse al oviducto³⁵.

Ángel precisa que "para la técnica de TE se debe detectar la bifurcación uterina y la pistola de TE deberá ser guiada hasta la curvatura mayor del cuerno ipsilateral al cuerpo lúteo"³⁶.

4.1.1.6. Oviducto. Rivera menciona que "con un tamaño de 7 pulgadas de largo y 1/4 de pulgada de ancho cada oviducto (derecho e izquierdo) se convierte en la estructura que une los cuernos uterinos con el ovario, además de ser el sitio donde se lleva a cabo la fertilización"³⁷. Desde el punto de vista fisiológico Ángel describe que:

el oviducto está dividido en tres partes; el infundíbulo, que es una estructura en forma de embudo la cual a través de las fimbrias abraza el ovario y atrapa el ovulo después de la ovulación; el ampulla, que es la porción media del oviducto y constituye el lugar donde se da la fecundación; si la fertilización ocurre el ovulo fertilizado (embrión) viaja en dirección caudal a través del istmo y la unión útero tubal para llegar al cuerno

³⁴ RIVERA, Humberto. Op. Cit., p. 106 - 107.

³⁵ SENGER. P. Pathways to pregnancy and parturition. [En línea]. 2ed. Estados Unidos: current conceptions, 2003. p. 128. [Citado el 22 de febrero de 2021]. Disponible en: <https://vetbooks.ir/pathways-to-pregnancy-and-parturition-3rd-edition/>

³⁶ ÁNGEL Juan. Op. Cit., p. 4.

³⁷ RIVERA, Humberto. Op. Cit., p. 107.

uterino 3 0 4 días después, esta parte del oviducto también funciona como reservorio de semen³⁸.

³⁸ ÁNGEL Juan. Op. Cit., p 4.

4.1.1.7. Ovario. Rivera, considera que “los ovarios son las estructuras más complejas del tracto reproductor de las vacas, debido a que interactúa con otras glándulas y estructuras nerviosas, mediante el complejo ovario-hipotálamo-hipófisis, el cuál al ejercer dominancia sobre las funciones ováricas y uterinas determina los diferentes eventos del ciclo estral”³⁹. López menciona que “el ovario es un órgano con dos funciones principales; exocrina al producir óvulos; y endocrina al producir hormonas sexuales”⁴⁰. De acuerdo con Frandson, Wilke, y Dee “los ovarios se encuentran en la región lumbar de la cavidad abdominal muy cerca de los riñones”⁴¹ y según reporta Liebich y König, “en la vaca migran hasta alcanzar la pared abdominal ventral, en posición craneal con respecto al pecten del hueso pubis y cerca de la abertura craneal de la pelvis (entrada pélvica)”⁴²; además describe que, los medios de fijación del ovario son el mesovario, y el ligamento propio del ovario siendo éste es el que comunica el ovario con los cuernos uterinos. Zemjanis⁴³ describe que a la palpación los ovarios presentan una consistencia firme y nodular, encontrándolos a una distancia de 10 a 12 cm a los lados de la línea media y de dos 2 a 5 cm por delante de la espina iliaca. Leyva, Barreras y Varizanga refieren que “el ovario es de forma oval; con tamaño variable, dependiendo de la edad (en vaquillas son mucho más pequeños) y de la existencia o no de estructuras temporales (folículos y cuerpos lúteos) que dependerán del estado hormonal y del ciclo estral en que se encuentra la hembra”⁴⁴. Zemjanis⁴⁵ indica que los folículos se reconocen a la palpación

³⁹ RIVERA, Humberto. Op. Cit., p. 107.

⁴⁰ LÓPEZ, Carlos. Aparato reproductor de la Hembra. [En línea]. Departamento de Producción Animal y Pasturas. Grupo Disciplinario Fisiología y Reproducción. Estación Experimental Bernard Rosengurtt. Facultad de Agronomía. 2010. p. 8. [Citado el 14 de marzo de 2022]. Disponible en: <http://prodanimal.fagro.edu.uy/cursos/AFA/TEORICOS/14%20-%20Aparato%20reproductor%20hembra.pdf>

⁴¹ FRANDSON, Rowen; WILKE, Lee; y DEE, Anna. Anatomy of the female reproductive system. Capítulo 26. En: FRANDSON, Rowen; WILKE, Lee; y DEE, Anna. Anatomy and Physiology of Farm Animals. [En línea]. 7 ed. Colorado: Wiley-blackwell, 2009. p. 421 [Citado el 15 de mayo de 2022]. Disponible en: <https://salehsalmanblog.files.wordpress.com/2016/01/01-anatomy-and-physiology-of-farm-animals-7th-edition1.pdf>

⁴² LIEBICH, Hans y KÖNIG, Horts. Op. Cit., p. 140.

⁴³ ZEMJANIS, R. Reproducción animal: diagnóstico y técnicas terapéuticas. 1966. Citado por RUIZ, Jorge. Alteraciones morfológicas del tracto reproductivo de hembra bovina, caprina y ovina. [En línea]. Bucaramanga: Universidad Cooperativa de Colombia. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 2014. p. 16. [Citado el 15 de noviembre de 2021]. Disponible en: <https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/544/1/ALTERACIONES%20MORFOLOGICAS%20DEL%20TRACTO%20REPRODUCTIVO%20DE%20HEMBRA%20BOVINA%2C%20CAPRINA%20Y%20OVINA.pdf>

⁴⁴ LEYVA, Carlos; BARRERAS, Alberto; y VARIZANGA, Modesto. Breve reseña sobre la anatomía y fisiología del aparato reproductor de la hembra bovina. En: Transferencia no quirúrgica de embriones en el ganado bovino [En línea]. México: Universidad Autónoma de Baja California, 1999. p. 28. [Citado el 12 de abril de 2022]. Disponible en: https://books.google.com.co/books?id=Ej0-5ZP9NSUC&pg=PA23&dq=anatomia+y+fisiologia+de+la+hembra+bovina&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwiRprqAsp_xAhVzQTABHdcVCfwQ6AEwAXoECAQQAg#v=onepage&q=anatomia%20y%20fisiologia%20de%20la%20hembra%20bovina&f=false

transrectal por tener una forma suave y redondeada con medidas de 1cm de diámetro a la mitad del ciclo y de 2 a 2,5 cm en su desarrollo máximo. Liebich y Koning plantean que “en cada ovario se pueden encontrar varios folículos en diverso tamaño y con diferente grado de maduración”⁴⁶, los cuales según Ángel “compiten por llegar a un estadio de desenvolvimiento final (folículo de Graff), el cual establecerá dominancia sobre los otros folículos y ovulará, dando origen al cuerpo hemorrágico y posteriormente al cuerpo lúteo”⁴⁷. Rodríguez refiere que “luego de la formación del cuerpo hemorrágico las células epiteliales que tapizan la cavidad folicular comienzan a multiplicarse bajo el fluido de la LH (hormona luteinizante) del lóbulo anterior de la hipófisis, esa multiplicación conlleva posteriormente a la formación de un cuerpo lúteo (cuerpo amarillo)”⁴⁸.

Así mismo Duica, señala que:

El cuerpo lúteo funciona a manera de una glándula endocrina transitoria, altamente irrigada, cuya principal acción es la producción de la hormona progesterona, la que favorece la formación de un adecuado medio ambiente uterino, permitiendo que ocurran las primeras etapas del desarrollo embrionario y después desencadenar el reconocimiento materno de la gestación; al no producirse ésta interacción entre la madre y el embrión, se da paso a un nuevo ciclo estral debido a la activación de los mecanismos luteolíticos, que generan la involución tanto estructural como funcional del cuerpo lúteo, permitiendo una nueva etapa de dominancia folicular así como la siguiente ovulación⁴⁹.

⁴⁵ ZEMJANIS, R. Op. Cit., p. 21.

⁴⁶ LIEBICH, Hans y KÖNIG, Horts. Op. Cit., p. 142.

⁴⁷ ÁNGEL Juan. Op. Cit., p. 5.

⁴⁸ RODRÍGUEZ, Sergio. Influencia del tamaño del cuerpo lúteo, sobre la tasa de preñez, en vacas de la raza brahman, sincronizadas a tiempo fijo, para transferencias de embriones producidos In vitro. [En línea]. Tesis para obtener el título de médico Veterinario zootecnista. Toluca: Universidad Autónoma del Estado De México. Facultad De Medicina Veterinaria Y Zootecnia. Mayo de 2017. p. 8. [Citado el 18 de abril de 2021]. Disponible en: <https://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/94382/TESIS-SRR-0517.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

⁴⁹ DUICA, Alberto. Efecto del diámetro del folículo ovulatorio, tamaño del cuerpo lúteo y perfiles de progesterona sobre la tasa de preñez en la hembra receptora de embriones bovinos. [En línea]. Trabajo de grado para optar el título de Maestro en Ciencia. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia. 2010. p. 63. [Citado el 14 de enero de 2022]. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/7399/780174.2010.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

4.1.2. Fisiología reproductiva de la hembra bovina. La actividad reproductiva de la hembra cualquiera que sea su estado fisiológico, básicamente depende de los cambios en el balance estrógenos–progesterona que determinan la presentación de la pubertad, su actividad cíclica y la presentación del parto.

4.1.2.1. Madurez sexual. De acuerdo con Ángel “la pubertad se define como el momento en el cual se da el primer estro asociado con una ovulación fértil y que desencadena una fase luteal de duración normal; las novillas prepuberales presentan como mínimo una ovulación sin presencia de celo antes de la presentación del primer ciclo estral normal”⁵⁰. Rivera afirma que “el inicio de la pubertad depende de la habilidad de las neuronas hipotalámicas para producir en cantidades adecuadas la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) para que inicie y mantenga la gametogénesis. Las neuronas hipotalámicas deben desarrollar la habilidad de responder a los estímulos positivos del estradiol antes que pudieran producir suficientes cantidades de GnRH que induzcan la ovulación”⁵¹.

Pérez⁵² describe que algunos factores que influyen la llegada de la pubertad son la edad y peso, la genética, la nutrición y manejo. Según este autor “la presentación de la pubertad tiene lugar cuando se alcanza aproximadamente el 30-40% del peso del animal adulto en ganado de leche”⁵³. Para Rivera, “la edad es un indicador variable, en condiciones adecuadas de explotación, la pubertad se presenta entre 7 o 9 meses de edad”⁵⁴, Rivera⁵⁵ añade además que las novillas deben superar unas “metas metabólicas” para lograr inducir la pubertad; aunque los requerimientos de energía para el desarrollo folicular, ovulación y transporte del embrión son relativamente bajos, los costos metabólicos de la preñez y la lactación a temprana edad si son muy elevados porque las novillas continúan en crecimiento.

4.2 CICLO ESTRAL

Bó, et al menciona que “es de suma importancia conocer los cambios que transcurren durante el ciclo estral y en las primeras fases del desarrollo embrionario, para así poder determinar claramente los factores que van a incidir de una manera directa sobre la eficiencia en un programa de transferencia de

⁵⁰ ÁNGEL Juan. Op. Cit., p 6.

⁵¹ RIVERA, Humberto. Op. Cit., p. 108.

⁵² PÉREZ, Héctor. Fisiología animal II. [En línea]. Managua. Nicaragua: Universidad Nacional Agraria. Facultad de Ciencia Animal. 2013. p. 143. [Citado el 12 de abril de 2022]. Disponible en: <https://cenida.una.edu.ni/textos/nl50p438f.pdf>

⁵³ Ibid., p. 144

⁵⁴ RIVERA, Humberto. Op. Cit., p. 108.

⁵⁵ Ibid., p.108.

embriones”⁵⁶. De acuerdo con Guáqueta, “En las vacas el ciclo estral es el lapso comprendido entre dos periodos de estro o calores consecutivos y tiene una duración normal de 18 a 24 días, con un promedio de 21”⁵⁷. Según Guáqueta⁵⁸, cada ciclo consta de dos fases, una fase lútea (días 1-17) y una fase folicular (días 18-21), durante las cuales suceden una serie de cambios en las estructuras ováricas y concentraciones de hormonas que interactúan para que la vaca pueda estar ciclando. Según Stevenson, “Está regulado por las hormonas del hipotálamo (hormona liberadora de gonadotropina, GnRH), la pituitaria anterior (hormona foliculo estimulante, FSH y hormona luteinizante, LH), los ovarios (progesterona, P4; estradiol, E2 e inhibinas) y el útero (prostaglandina F2 α , PGF). Estas hormonas actúan a través de un sistema de retroalimentación positiva y negativa para gobernar el ciclo estral del bovino”⁵⁹.

4.2. DINÁMICA FOLICULAR

Para Ginther, Knopf y Kastelic⁶⁰ en la dinámica folicular ovárica pueden ocurrir de una a cuatro ondas de crecimiento folicular. Fernández define “una onda folicular como el desarrollo armónico y simultáneo de varios folículos antrales pequeños, funcionando a través de estadios integrados de reclutación, selección y dominancia folicular”⁶¹. Palma y Brem⁶² afirman que, en el reclutamiento bajo un aporte adecuado de gonadotropinas, especialmente por un aumento en la

⁵⁶ BÓ, G; et al. Transferencia de embriones a tiempo fijo; tratamientos y factores que afectan los índices de preñez. 2003. Citado por DUICA, Arturo; TOVÍO, Néstor; y GRAJALES, Henry. Factores que afectan la eficiencia reproductiva de la hembra receptora en un programa de transplante de embriones bovinos. [En línea]. En: Revista de Medicina Veterinaria. 2007. Vol. 1. N.º 14. p. 116. [Citado el 10 de abril de 2021]. Disponible en: <https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1108&context=mv>

⁵⁷ GUÁQUETA, H. Ciclo estral: Fisiología básica y estrategias para mejorar la detección de celos. [En línea]. En: Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia. 2009. Vol. 3. N.º 56. p. 163. [Citado el 10 de abril de 2021]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=407639221003>

⁵⁸ *Ibid.*, p. 164.

⁵⁹ STEVENSON, J. Clinical Reproductive Physiology of the Cow. Cap. 35. [En línea]. En: YOUNGQUIST, Robert y THRELFALL, Walter. Current Therapy in Large Animal Theriogenology. 2º ed. EEUU: Saunders Elsevier. 2007. pp. 258 - 270. [Citado el 10 de abril de 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-7216-9323-1.X5001-6>

⁶⁰ GINTHER, O; KNOPF, L; y KASTELIC, J. Temporal associations among ovarian events in cattle during oestrous cycles with two and three follicular waves. [En línea]. En: Journals of Reproduction and Fertility. 1989. Vol. 87. p. 223 - 230. [Citado el 20 de febrero de 2022]. Disponible en: https://rep.bioscientifica.com/view/journals/rep/87/1/jrf_87_1_030.xml

⁶¹ FERNÁNDEZ, Álvaro. Dinámica folicular: funcionamiento y regulación. En línea]. En: Sitio Argentino de Producción Animal. Departamento de Reproducción Animal. Facultad de Veterinaria, Montevideo. Uruguay. 2003. p. 1. [Citado el 10 de abril de 2021]. Disponible en: https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/23-ondas_foliculares.pdf

⁶² PALMA, Gustavo y BREM, Gottfried. Biotecnología de la reproducción. [En línea]. p. 5. [Citado el 17 de enero de 2022]. Disponible en: http://www.reprobiotec.com/libro_azul/cap_01.pdf.

concentración de FSH un grupo de 3 a 6 folículos (de 2 a 5 mm) comienzan a desarrollarse a partir de una cohorte de folículos antrales pequeños, los cuales maduran y progresan a la ovulación. Montaña y Ruiz han reportado que “entre los folículos reclutados en cada onda folicular se establece una competencia por la dominancia, por lo cual solamente un folículo de la cohorte adquiere un desarrollo funcional y estructural, lo que le permite seguir su crecimiento en un ambiente bajo en concentraciones de gonadotropinas, al tiempo que los otros folículos en desarrollo sufren atresia”⁶³. En la selección, Ávila, Madeira, Aquino y Nair mencionan que “durante los días 2, 3 y 4 del ciclo estral, por medio de ultrasonografía se detectan uno o varios folículos (provenientes de la etapa de reclutamiento) con un tamaño promedio de 6 a 9 mm, con lo cual comienza a ejercerse la fase de selección”⁶⁴; para Recabarren, et al⁶⁵, la selección se relaciona con la interferencia del folículo más grande sobre la capacidad de los folículos más pequeños de recibir un adecuado soporte gonadotrópico, por lo que podría ser llevado a cabo mediante dos vías: la vía pasiva, por la cual el folículo mayor inhibe indirectamente el crecimiento de los folículos menos maduros reduciendo las concentraciones de FSH por debajo del umbral necesario para mantener a los otros folículos, y la vía activa, en la que el folículo mayor secreta inhibinas impidiendo de esta manera, directamente, el crecimiento de los demás folículos. Montaña y Ruiz⁶⁶ refiere que la fase de dominancia es el proceso por el cual el folículo seleccionado ejerce un efecto inhibitorio sobre el reclutamiento de una nueva cohorte de folículos, además menciona que para el establecimiento de esta dominancia se requiere que se presente divergencia o desviación, que corresponde al tiempo en el cual el folículo dominante y el(los) subordinado(s) más desarrollado(s) crecen a una tasa diferente, antes de que el subordinado manifieste atresia. Para Braw-Tal y Roth⁶⁷ la fase de atresia consiste en la desaparición de los folículos que no son seleccionados como dominantes, o del folículo dominante, el cual no llega a ser ovulatorio (cuando la lisis del cuerpo lúteo

⁶³ MONTAÑO, Erika; y RUIZ, Zulma. ¿Por qué no ovulan los primeros folículos dominantes de las vacas cebú posparto en el trópico colombiano? [En línea]. En: Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. Universidad de Antioquia. 2005. Vol. 18. N° 2. p.128. [Citado el 12 de diciembre de 2021]. Disponible en internet: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=295022959004>

⁶⁴ ÁVILA, Mirella; MADEIRA, Carolina; AQUINO, María; y NAIR, Sonia. Morphometric and ultrastructural characterization of *Bos indicus* preantral follicles. [En línea]. En: Animal Reproduction Science. 2005. Vol. 87. p. 45-57. [Citado el 12 de diciembre de 2021]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378432004002118>

⁶⁵ RECABARREN, S. et al. Pulsatile follicle stimulating hormone (FSH) secretion in prepubertal female sheep with and without food restriction. [En línea]. En: Archivos de Medicina Veterinaria. 2003. Vol. 35. N° 2. [Citado el 05 de febrero de 2022]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/288777958_Pulsatile_follicle_stimulating_hormone_FSH_secretion_in_prepubertal_female_sheep_with_and_without_food_restriction

⁶⁶ MONTAÑO, Erika; y RUIZ, Zulma. Op. Cit., p. 128.

⁶⁷ BRAW-TAL, R; y ROTH, Z. Gene expression for LH receptor, 17 alpha-hydroxylase and StAR in the theca interna of preantral and early antral follicles in the bovine ovary. [En línea]. En: Society for Reproduction and Fertility. 2005. Vol. 129. N° 4. p. 453 – 461. [Citado el 12 de abril de 2022]. Disponible en: <https://rep.bioscientifica.com/view/journals/rep/129/4/1290453.xml>

no coincide con la dominancia folicular); Ranferi, Cejudo, y Hernández, aclaran que la “atresia se presenta en cualquier estadio del desarrollo folicular, aunque es más frecuente en folículos antrales, y su incidencia está directamente relacionada con el tamaño de los folículos; los más grandes presentan un índice proliferativo mayor, que hace a sus células más susceptibles a la muerte por apoptosis y, por tanto, a la atresia”⁶⁸.

4.3. FASES DEL CICLO ESTRAL

De acuerdo con Frandson, Lee y Dee durante “la fase folicular existe un entorno hormonal de P4 basal debido a la regresión del cuerpo lúteo (CL). El aumento de las concentraciones de E2, derivado de la rápida proliferación del folículo dominante preovulatorio (FD), junto con las bajas concentraciones circulantes de P4, inducen un aumento repentino de la GnRH y permite la visualización del estro conductual”⁶⁹. En un estudio realizado por Sunderland, et al, “se determinó que el pico preovulatorio de GnRH induce un pico coincidente de LH y FSH”⁷⁰. Como menciona Hernández, “La secreción LH provoca la ovulación e inicia los cambios para que el folículo se transforme en un cuerpo lúteo, proceso conocido como luteinización”⁷¹. Además Hernández menciona que, “la progesterona es el principal producto de secreción del cuerpo lúteo, esta hormona actúa básicamente sobre los órganos genitales de la hembra, siendo responsable de la preparación del útero para el establecimiento y mantenimiento de la gestación”⁷², Rasby y Vinton afirman que la progesterona producida por el cuerpo lúteo ayuda a mantener la preñez “al suprimir las contracciones uterinas y promover el desarrollo del revestimiento uterino, así como también a prevenir la ciclicidad actuando sobre la pituitaria anterior en forma de retroalimentación negativa al disminuir la liberación

⁶⁸ RANFERI, Gaona; CEJUDO, Eliana; y HERNÁNDEZ, Laura. Síndrome de hiperestimulación ovárica. [En línea]. En: Revista Mexicana de Medicina de la Reproducción. 2010. Vol. 2. N° 3. pp. 67-73. [Citado el 15 de marzo de 2021]. Disponible en: <https://www.reproduccion.org.mx/articulo/h5strongsiacutendrome-de-hiperestimulacioacuten-ovaacutericastrongh5-h6strongovarian-hyperstimulation-syndromestrongh6-2>

⁶⁹ FRANDSON, Rowen; WILKE, Lee; y DEE, Anna. The Ovary and Estrous Cycles. Capítulo 27. En: FRANDSON, Rowen; WILKE, Lee; y DEE, Anna. Anatomy and Physiology of Farm Animals. [En línea]. 7 ed. Colorado: Wiley-blackwell, 2009. pp. 429 - 436 [Citado el 15 de mayo de 2022]. Disponible en: <https://salehsalmanblog.files.wordpress.com/2016/01/01-anatomy-and-physiology-of-farm-animals-7th-edition1.pdf>

⁷⁰ SUNDERLAND, S, et al. Selection, dominance and atresia of follicles during the oestrous cycle of heifers. [En línea]. En: Journal of Reproduction and Fertility. 1994. Vol. 3. N° 101. pp. 547-555. [Citado el 10 de abril de 2021]. Disponible en: https://rep.bioscientifica.com/view/journals/rep/101/3/jrf_101_3_006.xml

⁷¹ HERNÁNDEZ, Joel. Fisiología clínica de la reproducción de bovinos lecheros. [En línea]. México: Universidad Nacional Autónoma de México. 2016, p. 25. [Citado el 10 de abril de 2021]. Disponible en: https://fmvz.unam.mx/fmvz/departamentos/reproduccion/publicaciones/Fisiologia_Clinica.pdf

⁷² *Ibid.*, p. 27.

de FSH y LH”⁷³.

4.4. ROL DE LA PROGESTERONA EN EL CICLO ESTRAL

Según Bó, “la exposición a niveles elevados de P4 seguida de su declinación (priming de P4) parecen ser prerrequisitos para una diferenciación normal de las células de la granulosa, una expresión normal del celo y el desarrollo post ovulatorio del cuerpo lúteo con una fase lútea normal”⁷⁴. Sintex, menciona que la presencia de una fuente exógena de progesterona permite imitar la acción inhibitoria de los niveles luteales de esta hormona sobre la secreción pulsátil de LH, con la supresión del crecimiento del folículo dominante y el consiguiente desarrollo sincrónico de una nueva onda de desarrollo folicular; al retirar esta fuente exógena de progesterona se genera un aumento de la frecuencia y amplitud de los pulsos de LH y el crecimiento de un folículo dominante que ovulará entre 48 y 72 horas después”⁷⁵.

4.5. MÉTODOS DE SINCRONIZACIÓN DE OVULACIÓN

Ferguson y Galligan mencionan que “Hay tres métodos base para la sincronización de ovulación, a partir de los cuales se han desarrollado una serie de protocolos que implican la combinación de estos métodos, PGF-2a con un intervalo de 2 semanas”⁷⁶. Thatcher y Hansen “GnRH y PGF-2a 7 días más tarde”⁷⁷, Macmillam y Thatcher “implantes de liberación lenta de progestágenos

⁷³ RASBY, Rick y VINTON, Rosemary. Estrous Cycle Learning Module. [En línea]. Institute of Agriculture and Natural Resources. [Citado el 10 de abril de 2021]. Disponible en: <https://beef.unl.edu/learning/estrous.shtml>

⁷⁴ BÓ, G. Actualización del ciclo estral bovino. IV Jornadas Nacionales CABIA y I del Mercosur.1998. Citado por SINTEX. Manejo Farmacológico del ciclo estral del bovino. Laboratorio de especialidades veterinarias. [En línea]. 2005. p. 1 - 5. [Citado el 10 de abril de 2021]. Disponible en: https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/72-manejo_farmacologico_ciclo_estral_bovino.pdf

⁷⁵ SINTEX. Manejo Farmacológico del ciclo estral del bovino. Laboratorio de especialidades veterinarias. [En línea]. 2005. p. 1 - 5. [Citado el 10 de abril de 2021]. Disponible en: https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/72-manejo_farmacologico_ciclo_estral_bovino.pdf

⁷⁶ FERGUSON, S. y GALLIGAN, D. Reproductive programs in dairy herís. 1993. Citado por HERNÁNDEZ, Santiago. Actualización de protocolos de transferencia de embriones a tiempo fijo. [En línea]. Revisión de literatura. Universidad Cooperativa de Colombia. sede Ibagué: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 2019. p. 12 [Citado el 18 de abril de 2021]. Disponible en: https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/11301/1/2019_actualizacion_protocolos_transferencia.pdf

⁷⁷ THATCHER, W. y HANSEN, P. Systems to alter embryo survival. 1992. Citado por HERNÁNDEZ, Santiago. Actualización de protocolos de transferencia de embriones a tiempo fijo. [En línea]. Revisión de literatura. Universidad Cooperativa de Colombia. sede Ibagué: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 2019. p. 12 [Citado el 18 de abril de 2021]. Disponible en: https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/11301/1/2019_actualizacion_protocolos_transferencia.pdf

durante 7 0 9 días”⁷⁸.

4.6. TRANSFERENCIA DE EMBRIONES *IN VITRO*

Según Priestley ⁷⁹ La transferencia de embriones *in vitro* es una técnica mediante la cual, los óvulos se extraen del ovario de la hembra donante antes de que sean liberados naturalmente y a partir de estos se crean embriones mediante la fertilización *in vitro*, aprovechando de esta manera el potencial genético tanto de la hembra como del macho; los embriones son transferidos al cuerno uterino de la hembra receptora para completar su gestación, esta última no trasmite ninguna característica genética a la cría y solo sirve para mantenerla hasta el parto y durante la lactancia.

De acuerdo con Peres, Pincinato, Cutaia y Bó⁸⁰., uno de los principales inconvenientes que posee la técnica de TE es la detección de celos en las receptoras. Con el fin de evitar la detección de celos Irouléguy, indica que “se han desarrollaron métodos de sincronización de la ovulación para facilitar la TE en forma sistemática, o también llamada transferencia de embriones a tiempo fijo (TETF) en donde se mejora no solo el manejo del rodeo debido a la omisión de la detección de celo, sino que también se obtiene un mayor aprovechamiento de las receptoras que inician el programa de sincronización”⁸¹

4.7. CLASIFICACIÓN DE EMBRIONES BOVINOS

⁷⁸ MACMILLAN, K. y THATCHER, W. Effects of an agonist of gonadotrophin releasing hormone on ovarian follicles in cattle. 1991. Citado por HERNÁNDEZ, Santiago. Actualización de protocolos de transferencia de embriones a tiempo fijo. [En línea]. Revisión de literatura. Universidad Cooperativa de Colombia. sede Ibagué: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 2019. p. 12 [Citado el 18 de abril de 2021]. Disponible en: https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/11301/1/2019_actualizacion_protocolos_transferencia.pdf

⁷⁹ PRIESTLEY, Miguel. Step-by-step guide to carrying out IVF on cows - Farmers Weekly. Farmers Weekly. [En línea]. 2016. [Citado el 30 de marzo de 2022]. Disponible en: <https://www.fwi.co.uk/livestock/livestock-breeding/step-step-guide-carrying-ivf-cows#:~:text=A%20growing%20number%20of%20cattle,semen%20in%20a%20petri%20dish>

⁸⁰ PERES, L; PINCINATO, D; CUTAIA, L; y BÓ, G. Simplificación de los programas de Transferencia de Embriones a Tiempo Fijo en Rodeos Comerciales. Jornadas de Actualización en Biotecnologías de la Reproducción en Bovinos-IRAC. 2006. Citado por HERNÁNDEZ, Santiago. Actualización de protocolos de transferencia de embriones a tiempo fijo. [En línea]. Revisión de literatura. Universidad Cooperativa de Colombia. sede Ibagué: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 2019. p. 5 [Citado el 18 de abril de 2021]. Disponible en: https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/11301/1/2019_actualizacion_protocolos_transferencia.pdf

⁸¹ IROULEGUY, Javier. Transferencia de embriones frescos a tiempo fijo: Algunas variables que afectan la tasa de preñez. [En línea]. Engormix. 2011. p. 2. [Citado el 30 de marzo de 2022]. Disponible en: <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/tasa-de-prenez-en-vacas-t28708.htm>

Para Bó y Mapletoft⁸² los embriones recuperados se clasifican morfológicamente según su etapa de desarrollo en mórula, mórula compacta, blastocisto temprano, blastocisto, blastocisto expandido y blastocisto eclosionado.

Según Bó y Mapletoft:

Mórula (código de etapa 3): Los blastómeros individuales son difíciles de distinguir unos de otros. La masa celular del embrión ocupa la mayor parte del espacio perivitelino.

Mórula compacta (código de etapa 4): Los blastómeros individuales se han fusionado, formando una masa compacta. La masa embrionaria ocupa del 60 al 70 % del espacio perivitelino.

Blastocisto temprano (código de etapa 5): Se ve un pequeño espacio transparente (claro) que contiene líquido. Esta área es el comienzo del blastocele (cavidad). El embrión ocupa el 70-80% del espacio perivitelino.

Blastocisto (código de etapa 6): se evidencia una marcada diferenciación de la capa externa del trofoblasto y de la masa celular interna más oscura y compacta. El blastocele es muy prominente y el embrión ocupa la mayor parte del espacio perivitelino. La diferenciación visual entre el trofoblasto y la masa celular interna es posible en esta etapa de desarrollo

Blastocisto expandido (código de etapa 7): el diámetro total del embrión aumenta drásticamente, con un adelgazamiento simultáneo de la zona pelúcida a aproximadamente un tercio de su grosor original.

Blastocisto eclosionado (código de etapa 8): los embriones recuperados en esta etapa de desarrollo pueden estar pasando por el proceso de eclosión o pueden haberse desprendido por completo de la zona pelúcida. Los blastocistos eclosionados pueden ser esféricos con un blastocele bien definido o pueden colapsarse. La identificación de blastocistos eclosionados puede ser difícil a menos que se vuelvan a expandir cuando la apariencia del anillo de sello sea nuevamente obvia⁸³.

Por otra parte, los embriones se clasifican según su calidad, para Ciornei⁸⁴, los embriones de calidad excelente/ buena, regular y mala se consideran transferibles

⁸² BÓ, G; y MAPLETOFT, R. Evaluation and classification of bovine embryos. [En línea]. En: Animal Reproduction. 2013. Vol. 10. N°. 3. p. 344. [Citado el 10 de julio de 2022]. Disponible en: animal-reproduction.org/article/5b5a604cf7783717068b46a2/pdf/animreprod-10-3-344.pdf

⁸³ Ibid., p. 345.

⁸⁴ CIORNEI, S. Embryo Transfer. [En línea] En: BOZKUR, T; y BUCAK, M. Animal Reproduction. Editorial Intechopen. Londres. 2021. [Citado el 10 de julio de 2022]. Disponible en: <https://www.intechopen.com/chapters/78116>

a las receptoras; y los embriones de excelente o buena calidad son congelables.

Retomando con los autores Bó y Mapletoft

La calidad embrionaria se traduce en códigos numéricos y se basan en la integridad morfológica de los embriones, y los cuáles van del "1" al "4" de la siguiente manera:

Código 1, Excelente o Bueno: Los embriones tienen una masa simétrica y esférica con blastómeros individuales que son uniformes en tamaño, color y densidad. Este embrión es consistente con su etapa esperada de desarrollo. Las irregularidades deben ser relativamente menores y al menos el 85% del material celular debe ser una masa embrionaria intacta y viable. Este juicio debe basarse en el porcentaje de células embrionarias representadas por el material extruido en el espacio perivitelino. La zona pelúcida debe ser lisa y no tener superficies cóncavas o planas que puedan causar que el embrión se adhiera a una placa de petri o una pajilla.

Código 2: Estos embriones tienen irregularidades moderadas en la forma general de la masa embrionaria o en el tamaño, color y densidad de las células individuales. Al menos el 50% de la masa embrionaria debe estar intacta. La supervivencia de estos embriones al procedimiento de congelación/descongelación es menor que con los embriones de Grado 1, pero las tasas de preñez son adecuadas si los embriones se transfieren frescos a recipientes adecuados. Por lo tanto, estos embriones a menudo se denominan "transferibles" pero no "congelables".

Código 3: Estos embriones tienen grandes irregularidades en la forma de la masa embrionaria o en el tamaño, color y densidad de las células individuales. Al menos el 25% de la masa embrionaria debe estar intacta. Estos embriones no sobreviven al procedimiento de congelación/descongelación y las tasas de preñez son más bajas que las que se obtienen con embriones de buena calidad si se transfieren frescos a recipientes adecuados.

Código 4: Muerto o degenerado. Estos pueden ser embriones, ovocitos o embriones de 1 célula. No son viables y deben desecharse⁸⁵.

⁸⁵ BÓ, G; y MAPLETOFT, R. Op. Cit., p. 345.

Tabla 1, Clasificación de los embriones, según estado de desarrollo y calidad embrionaria.

Estado de desarrollo	Código
Ovocito no fertilizado - UFO	1
Mórula compacta	4
Blastocisto temprano	5
Blastocisto	6
Blastocisto expandido	7
Blastocisto eclosionado	8
Calidad embrionaria	Código
Excelente	1
Bueno	2
Regular	3
Degenerado	4

Fuente: MURGA, Nilton. et al. Efecto del estado de desarrollo en la tasa de preñez después de transferir embriones bovinos producidos in vivo. En: Spermova. 2015. Vol. 5. N° 1. p. 56.

4.8. FACTORES QUE AFECTAN LA PREÑEZ EN PROGRAMAS DE TRANSFERENCIA DE EMBRIONES

Como menciona Hasler, “Las tasas de concepción bajas o altas se ven afectadas por varios factores, como la etapa de desarrollo y la calidad del embrión, el lugar de depósito del embrión en el útero, el nivel de dificultad de la transferencia, el uso de embriones congelados o frescos, la experiencia del operador, la calidad del cuerpo lúteo, la edad del animal (novilla o vaca), el fin zootécnico (vaca de carne o leche) y la época de transferencia”⁸⁶.

4.9. CRITERIOS DE SELECCIÓN PARA HEMBRAS BOVINAS RECEPTORAS DE EMBRIONES

Para Duica, Tovío y Grajales⁸⁷, dentro de los programas de transferencia de embriones, la selección de las hembras receptoras es sin duda uno de los factores más importantes en la obtención de resultados positivos, representados en

⁸⁶ HASLER, John. Factors affecting frozen and fresh embryo transfer pregnancy rates in cattle. [En línea]. En: Theriogenology. 2001. Vol. 56. N° 9. [Citado el 15 de abril de 2022]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0093691X01006434>

⁸⁷ DUICA, Arturo; TOVÍO, Néstor; y GRAJALES, Henry. Factores que afectan la eficiencia reproductiva de la hembra receptora en un programa de transplante de embriones bovinos. [En línea]. En: Revista de Medicina Veterinaria. 2007. Vol. 1. N.º 14. p. 116. [Citado el 10 de abril de 2021]. Disponible en: <https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1108&context=mv>

preñeces y nacimientos, pues estas hembras que reciben el embrión en su útero deben brindarles unas condiciones adecuadas que permitan su supervivencia, implantación y desarrollo. Según Moreno, “La edad tiene un efecto marcado sobre la respuesta que pueden mostrar las vacas receptoras a los programas de transferencia de embriones usando vaquillonas como receptoras se pueden obtener una mayor tasa de preñez, en comparación con las vacas adultas”⁸⁸, además, como nos dice Irouléguy, “las vaquillonas son seleccionadas principalmente como receptoras por razones económicas, logísticas y técnicas, entre ellas podemos mencionar que es menos probable que se encuentren bajo estrés nutricional o que tengan una historia con problemas sanitarios, además el útero virgen es más apropiado para recibir un embrión transferido”⁸⁹. Según Hernández⁹⁰, la condición corporal es otro de los factores importantes; pues, una hembra bovina con una condición de 2.5 a 3 generalmente se la considera óptima y apta para la reproducción, ya que las vacas que están por encima de estos valores; es decir, muy gordas, acumulan grasa subcutánea alrededor de los ovarios, lo que disminuye la eficiencia de los medicamentos hormonales utilizados. Para Duica, Tovío y Grajales⁹¹ el éxito de la transferencia de embriones incluye la selección de hembras saludables y reproductivamente sanas, cíclicas, con buena condición corporal y sin anomalías en su tracto reproductivo (órganos sexuales juveniles, hermafroditismo, ninfomanía, endometritis, entre otros). Además de acuerdo con Alfonso⁹² de presentar un chequeo serológico negativo a las enfermedades infectocontagiosas (brucelosis, leptospirosis, diarrea viral bovina (DVB), rinotraqueitis infecciosa bovina o vulvovaginitis pustular infecciosa bovina (IBR), neosporosis y tripanosomiasis) que afecten las características y desempeño reproductivas de estos animales.

⁸⁸ MORENO, J. Transferencia de embriones en bovinos. 2004. Citado por: HERNÁNDEZ, Santiago. Actualización de protocolos de transferencia de embriones a tiempo fijo. [En línea]. Revisión de literatura. Universidad Cooperativa de Colombia. sede Ibagué: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 2019, p. 10 [Citado el 10 de abril de 2021]. Disponible en: https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/11301/1/2019_actualizacion_protocolos_transferencia.pdf

⁸⁹ IROULEGUY, Javier. Op. cit., p. 8.

⁹⁰ HERNÁNDEZ, Santiago. Actualización de protocolos de transferencia de embriones a tiempo fijo. [En línea]. Revisión de literatura. Universidad Cooperativa de Colombia. sede Ibagué: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 2019, p. 10 [Citado el 10 de abril de 2021]. Disponible en: https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/11301/1/2019_actualizacion_protocolos_transferencia.pdf

⁹¹ DUICA, Arturo; TOVÍO, Néstor; y GRAJALES, Henry. Op. cit., p. 116.

⁹² ALFONSO, Héctor. Enfermedades de la reproducción bovina endémicas de Colombia. [En línea]. Seminario de Profundización. Villavicencio, Meta: Universidad Cooperativa de Colombia. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 2018. [Citado el 10 de abril de 2021]. Disponible en: https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/12389/1/2018_enfermedades_reproduccion_bovina_.pdf

4.10. PROTOCOLOS DE SINCRONIZACIÓN EN HEMBRAS BOVINAS RECEPTORAS DE EMBRIONES

Mapletoft afirma que “La tecnología de TE en bovinos requiere de la selección y el manejo, físico y farmacológico, de las donadoras y las receptoras, también de la recolección y transferencia de los embriones dentro de un periodo corto y específico después del estro”⁹³, por lo cual Maatje, Loeffler y Enmgel afirman que “La sincronización consiste en acortar o prolongar el ciclo estral a través de la utilización de hormonas exógenas que induzcan la luteolisis o prolonguen la vida del cuerpo lúteo, de manera que un grupo de vacas entre en estro y ovulen durante un corto periodo de tiempo o en un mismo día”⁹⁴. En los programas de TE es importante realizar una buena sincronización de las hembras receptoras de los embriones, ya que esto permitirá mejorar notablemente la tasa de preñez final.

De acuerdo con Bó, et al⁹⁵ la incorporación de técnicas diseñadas para controlar la dinámica de las ondas foliculares y la ovulación reducen la necesidad de detección del estro y brindan oportunidades para la aplicación de programas de mejoramiento genético a gran escala utilizando tecnología de transferencia de embriones. Estos protocolos suelen denominarse transferencia de embriones a tiempo fijo (TETF).

Según Maldonado y Bolívar⁹⁶, en la actualidad existen numerosos estudios sobre tratamientos farmacológicos que sincroniza la ovulación para facilitar la TE; sin embargo, se encuentran pocos estudios con datos como porcentajes de embriones implantados y tasa de gestación que llegaron a término; datos que soportan la calidad de los estudios y que nos proporcionan una luz sobre qué posibles tratamientos esté dando mejores resultados.

⁹³ MAPLETOFT, R. Transferencia de embriones en bovinos. [En línea] En: Reviews in Veterinary medicine. Ithaca: 2006. [Citado el 18 de abril de 2021]. Disponible en: <https://www.ivis.org/library/reviews-veterinary-medicine/transferencia-de-embryones-en-bovinos>

⁹⁴ MAATJE, K; LOEFFLER, S; y ENMGEL, B. Predicting optimal time of insemination in cows that show visual signs of estrus by estimating the onset of estrus by podometers. 1997. Citado por HERNÁNDEZ, Santiago. Actualización de protocolos de transferencia de embriones a tiempo fijo. [En línea]. Revisión de literatura. Universidad Cooperativa de Colombia. sede Ibagué: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 2019, p. 11 [Citado el 18 de abril de 2021]. Disponible en: https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/11301/1/2019_actualizacion_protocolos_transferencia.pdf

⁹⁵ BÓ, G. et al. Treatments for the synchronisation of bovine recipients for fixed-time embryo transfer and improvement of pregnancy rates. [En línea]. En: Reproduction, Fertility and Development. 2011. Vol. 24. N° 1. pp. 272 - 277 [Citado el 10 de julio de 2022]. Disponible en: <https://www.publish.csiro.au/rd/rd11918>

⁹⁶ MALDONADO, Juan y BOLÍVAR, Paula. Rational of superovulation and synchronization protocols for bovine embryo transfer ¿Evidence-based therapeutics or lack of ethics? [En línea] En: Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. Medellín: Universidad de Antioquia. 2008, Vol. 21. N. 3, p. 447 [Citado el 18 de abril de 2021]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/2950/295023540013.pdf> ISSN: 0120-0690.

Bó y Cedeño⁹⁷ referencian en su artículo que estos tratamientos generalmente se dividen en aquellos que son a base de GnRH y los que son a base de estradiol. En cualquier caso, los protocolos de las receptoras incluyen la inserción de un dispositivo liberador de P4 durante 7 u 8 días.

Para Baruselli et al⁹⁸, los tratamientos basados en estradiol y P4 (estradiol/P4) son los protocolos más utilizados para sincronizar la aparición de ondas foliculares y la ovulación de las receptoras en América del Sur. En general, del 75 al 85 % de las receptoras tratadas con este protocolo reciben un embrión.

4.11. SINCRONIZACIÓN CON DISPOSITIVOS INTRAVAGINALES DE PROGESTERONA

Linneo menciona que “La sincronización con implantes de liberación lenta de progestágenos, inhiben la liberación de FSH y LH frenando la ovulación hasta un momento determinado, cuando se retira de la vagina la concentración de progesterona cae rápidamente con lo cual el animal puede entrar en celo”⁹⁹. Torres menciona que “el uso de estrógenos en conjunto con dispositivos de progestágenos, acorta la vida útil del CL terminando con una onda folicular existente e induciendo la emergencia de una nueva onda folicular”¹⁰⁰.

De acuerdo con Roche, et al, “cuando las concentraciones de P4 están elevadas en la circulación, el estradiol proporciona un medio muy eficaz para sincronizar el

⁹⁷ BÓ, G; y CEDEÑO, A. Expression of estrus as a relevant factor in fixed-time embryo transfer programs using estradiol/progesterone-based protocols in cattle. [En línea]. En: Animal Reproduction. 2018. Vol. 15. N° 3. pp. 224 – 230. [Citado el 10 de julio de 2022]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8202458/pdf/1984-3143-ar-15-3-224.pdf>

⁹⁸ BARUSELLI, Prieto. et al. Bovine embryo transfer recipient synchronization and management in tropical environments. [En línea]. En: Reproduction Fertility and Development. 2010. Vol. 22. N° 1. pp. 67 – 74. [Citado el 10 de julio de 2022]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/40681707_Bovine_embryo_transfer_recipient_synchronization_and_management_in_tropical_environments_Reproduction

⁹⁹ LINNEO, F. Evaluación de diferentes dosis de eCG en un protocolo simplificado de sincronización de celo en vaquillas mestizas receptoras de embriones. 2007. Citado por HERNÁNDEZ, Santiago. Actualización de protocolos de transferencia de embriones a tiempo fijo. [En línea]. Revisión de literatura. Universidad Cooperativa de Colombia. sede Ibagué: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 2019, p. 20 [Citado el 18 de abril de 2021]. Disponible en: https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/11301/1/2019_actualizacion_protocolos_transferencia.pdf

¹⁰⁰ TORRES, Facundo. Determinación de la concentración de progesterona sérica en vaquillas tratadas con implantes de Progesterona para la sincronización de celo. 2004. Citado por: PEÑARANDA, Juan y VALLEJO, Dolores. Efecto de la Progesterona aplicada siete días postinseminación en la preñez de vacas Holstein en la hacienda El Cortijo del Cantón Biblián. [En línea]. Trabajo de grado para optar el título de Médico Veterinario y Zootecnista. Cuenca, Ecuador. Universidad Politécnica Salesiana. 2012. p. 35. [Citado el 18 de abril de 2021]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/2127/15/UPS-CT002394.pdf>

nuevo desarrollo en comparación con otras hormonas exógenas”¹⁰¹. Bogacz¹⁰², indica que la eficacia del benzoato de estradiol (EB) para inducir la atresia depende de la dosis hasta que se alcanza una dosis umbral; ya que una dosis de 2mg/500kg IM logran la atresia del FD.

4.12. UTILIZACIÓN DE ECG EN PROTOCOLOS DE SINCRONIZACIÓN

Sagbay indica que “al administrar de eCG algunas horas previas a la ovulación estimula el crecimiento folicular a través de su acción FSH y LH, aumenta el tamaño del folículo preovulatorio, incrementa las concentraciones plasmáticas de progesterona luego de la ovulación, mejorando así el desarrollo embrionario y el mantenimiento de la preñez”¹⁰³. Así también, Bó, Baruselli y Mapletoft, indican que “la administración de eCG en un protocolo de sincronización basado en estradiol / progestina para FTET resultó en un aumento de la proporción de receptoras preñadas, especialmente en receptoras manejadas con pasturas o cuando las condiciones son subóptimas”¹⁰⁴.

4.13. ACCIÓN DE LOS AGENTES LUTEOLÍTICOS Y EL ESTRADIOL EN PROTOCOLOS DE SINCRONIZACIÓN

Seco, Medina, Teruel y Callejas, mencionan que:

La aplicación del agente luteolítico el día de extracción del dispositivo, genera la lisis del CL, con el consiguiente descenso de los niveles de progesterona plasmática. Así mismo al administrar estradiol al retiro del dispositivo intravaginal de P4 induce una retroalimentación positiva sobre el hipotálamo produciendo a su vez la liberación de GnRH, la cual es capaz de aumentar los pulsos y la frecuencia de la hormona luteinizante (LH), logrando con ello que se unifique y se reduzca el tiempo en que se

¹⁰¹ ROCHE, J. et al. Regulation of follicle waves to maximize fertility in cattle. [En línea]. En: Journal of Reproduction and Fertility. 1999; Vol. 54. pp.61–71. [Citado el 20 de abril de 2021]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10692845/>

¹⁰² BOGACZ, V. et al. Identification of the optimal dose of estradiol benzoate in combination with a progestin to program follicular turnover in cyclic cattle. En: Journal Animal Science.1999. Vol. 77, p. 124. Citado por BURKE, C. et al. Estradiol benzoate delays new follicular wave emergence in a dose-dependent manner after ablation of the dominant ovarian follicle in cattle. [En línea]. En: Theriogenology. 2003. Vol. 60. N° 4. pp. 647 - 658. [Citado el 20 de abril de 2021]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12832014/>

¹⁰³ SAGBAY, Cristhian. Efecto de la gonadotropina coriónica equina (EcG) aplicada al momento de retirar el dispositivo de progesterona (P4) sobre el porcentaje de preñez en vacas holstein post-parto. [En línea]. Tesis de grado para la optar el título de médico veterinario zootecnista. Cuenca. Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana. 2012. [Citado el 18 de abril de 2021]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/2419/15/UPS-CT002426.pdf>

¹⁰⁴ BÓ, G; BARUSELLI, P; y MAPLETOFT, R. Increasing pregnancies following synchronization of bovine recipients. [En línea]. En: Animal Reproduction, 2012. Vol. 9. N° 3. p. 313. [Citado el 18 de abril de 2021]. Disponible en: <http://host-article-assets.s3.amazonaws.com/animreprod/5b5a6058f7783717068b46eb/fulltext.pdf>

presenta la ovulación¹⁰⁵.

4.14. IMPORTANCIA DE LA SINCRONIZACIÓN EN HEMBRAS BOVINAS RECEPTORAS DE EMBRIONES

Llevar a cabo un tratamiento de sincronización adecuado en las hembras bovinas receptoras de embriones es fundamental ya que como menciona Uribe:

Resulta ser fundamental la estructura folicular preovulatoria en la hembra receptora; ya que se ha podido determinar que el folículo preovulatorio afecta de manera directa el subsecuente tamaño del cuerpo lúteo, al haber una mayor producción de progesterona P4 plasmática se esperaría generar una condición uterina más favorable para el desarrollo embrionario temprano. La progesterona es indispensable para el establecimiento y el mantenimiento de la preñez, y es fundamental considerar la calidad del cuerpo lúteo a partir de su tamaño y consistencia¹⁰⁶.

En resumen, como menciona Meza:

Los protocolos de sincronización estral, brindan una serie de ventajas como: programación del estro en un tiempo determinado, proporcionando innovación en prácticas reproductivas como IA y transferencia de embriones, mejora las tasas de concepción, programación de partos en épocas con gran oferta forrajera y permite obtener un progreso genético en las ganaderías, siendo este representado en mejores indicadores reproductivos y productivos, que conllevan a la sostenibilidad de la empresa ganadera¹⁰⁷.

¹⁰⁵ SECO, F; MEDINA, L; TERUEL, M; y CALLEJAS, S. Efecto del cipionato de estradiol administrado al retiro de un dispositivo intravaginal con progesterona sobre la preñez a la IATF en vaquillonas lecheras. [En línea]. Tesis de grado para optar el título de médico de Veterinario. Tandil. UNCPBA. Facultad de Ciencias Veterinarias. 2018. p. 2 [Citado el 18 de abril de 2021]. Disponible en:

<https://www.ridaa.unicen.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/123456789/1861/SECO%20SANTOS%2C%20FERNANDO%20EZEQUIEL.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

¹⁰⁶ URIBE, Camilo. Evaluación del porcentaje de preñez por transferencia de embriones para los predios Centenario y Fundadores durante el periodo 2015 a 2017. [En línea]. Trabajo de grado para optar el título de Médico Veterinario. Caldas, Antioquia. Corporación universitaria Lasallista. 2018. p. 35-37. [Citado el 18 de abril de 2021]. Disponible en: http://repository.unilasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/2191/1/Evaluacion_porcentaje_prenez_transferencia_embryones.pdf

¹⁰⁷ MEZA, Gilberto. Protocolos de sincronización del estro y ovulación en bovinos en Colombia. [En línea]. Monografía. Universidad Nacional Abierta y a Distancia "UNAD". Escuela de ciencias agrícolas, pecuarias y del medio ambiente. Programa: zootecnia. 2017. p. 12. [Citado el 18 de abril de 2021]. Disponible en: <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/23128/gmezac.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

4.15. PÉRDIDAS EMBRIONARIAS EN LA TETF

Sartori¹⁰⁸ considera que las pérdidas embrionarias son las principales causas de las fallas reproductivas, las cuales conllevan a grandes pérdidas económicas. Diskin y Morris¹⁰⁹ definen a la pérdida embrionaria como el fracaso de una gestación durante los primeros 42 días los cuales corresponden al periodo embrionario, estas pérdidas son consideradas como una de las alteraciones reproductivas de mayor complejidad diagnóstica y terapéutica en la reproducción bovina. En cuanto a los embriones producidos in vitro, Ealy, et al¹¹⁰ reportan que, durante los últimos 25 años, solo el 27% del ganado que recibe embriones producidos in vitro producirá un ternero vivo, aproximadamente el 60% de estas preñeces fracasan durante las primeras 6 semanas de gestación. En el mismo estudio se plantea que después de la transferencia, los embriones producidos in vitro tienen menos probabilidades de sufrir elongación del concepto, tienen un diámetro del disco embrionario reducido y tienen un desarrollo del saco vitelino comprometido. También se han documentado el desarrollo de células binucleadas marginales, el desarrollo de cotiledones y la vascularización placentaria, y estas anomalías se asocian con trayectorias de crecimiento fetal alteradas, además, las condiciones de cultivo in vitro aumentan el riesgo de síndrome de descendencia grande, constituyéndose las anteriores en las causas de pérdida embrionaria en embriones producidos in vitro.

¹⁰⁸ SARTORI, R. Mortalidad embrionaria en bovinos lecheros. [En línea]. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnología. Brasil. 2016. p. 1. [Citado el 12 de julio de 2022]. Disponible en: <https://ganaderiasos.com/wp-content/uploads/2016/10/mortalidad-embrionaria-en-bovinos-lecheros.pdf>

¹⁰⁹ DISKIN, M; y MORRIS, D. Embryonic and early foetal losses in cattle and other ruminants. [En línea]. En: *Reproduction in Domestic Animals*. 2008. Vol. 43. N° 2. pp. 260 – 267. [Citado el 12 de julio de 2022]. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1439-0531.2008.01171.x>

¹¹⁰ EALY, Alan; WOOLDRIDGE, Lydia; y MCCOSKI, Sarah. BOARD INVITED REVIEW: Post-transfer consequences of in vitro-produced embryos in cattle. [En línea]. En: *Journal of Animal Science*. 2019. Vol. 97. N° 6. pp. 2555 – 2568. [Citado el 12 de julio de 2022]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6541818/pdf/skz116.pdf>

5. DISEÑO METODOLÓGICO

5.1. LOCALIZACIÓN

El estudio se realizó en la finca Guaramuez a 20 minutos del municipio de Túquerres-Nariño, “localizada a una Latitud: 1.083, Longitud: -77.617 1° 4' 59" Norte, 77° 37' 1" Oeste con una temperatura promedio de 11°C°, precipitaciones: 30%. Humedad: 87%. Viento: a 8 km/h3”¹¹¹.

5.2. TIPO DE MUESTREO

Se utilizó un muestreo no probabilístico por conveniencia en hembras bovinas *Bos Taurus* destinadas como receptoras en la transferencia de embriones in vitro a tiempo fijo.

5.2.1. Criterios de inclusión. Los animales utilizados para esta evaluación se seleccionaron según los siguientes parámetros:

- Novillas clínicamente sanas y cíclicas.
- Novillas vacunadas contra enfermedades reproductivas (Fiebre aftosa, Brucelosis bovina, DVB), rinotraqueitis infecciosa bovina o vulvovaginitis pustular infecciosa bovina (IBR), neosporosis y tripanosomiasis).
- Novillas con una edad entre 22 y 26 meses.
- Novillas con condición corporal entre 2.75 y 3 (En escala de 5 puntos).
- Novillas con una alzada mayor a 150 cm
- Novillas que se presenten en todos los encierros.

5.2.2. Criterios de exclusión. Los bovinos que se rechazaron o se sacaron del estudio fue por que presentaron las siguientes características:

- Novillas enfermas o con alguna patología reproductiva.
- Novillas sexualmente inmaduras
- Novillas con una condición corporal menor 2,75 y mayor a 3 (En escala de 5 puntos).
- Novillas con una alzada menor a 150 cm .
- Preñes
- Vacas.

¹¹¹ MUNICIPIOS DE COLOMBIA. Municipio de Túquerres. [En línea]. [Citado el 18 de abril de 2021]. Disponible en: <https://www.municipio.com.co/municipio-tuquerres.html>

5.3. EVALUACIÓN REPRODUCTIVA Y SELECCIÓN DE NOVILLAS PARA ESTUDIO

Se tomó un lote de novillas conformado por 41 animales y se empezó a realizar el examen reproductivo mediante la técnica de palpación rectal apoyados con ultrasonografía transrectal (ecógrafo Welld 3000 sonda transrectal 6.5 MHz), se empezó a realizar la clasificación de las novillas aptas para entrar en el programa determinando y clasificando la madures del tracto reproductivo, los criterios que se evaluaron fueron los siguientes: El tamaño y tono de los cuernos uterinos y el tamaño de los ovarios y estructuras ováricas, la clasificación se realizó teniendo en cuenta la tabla de Anderson, et al¹¹², con unas escala que va de 1 a 5; donde 1 son aquellas novillas sexualmente inmaduras con cuernos uterinos < 20mm y sin tono uterino; además, de no presentar ninguna estructura ovárica palpable y 5 son aquellas novillas con cuernos uterinos mayores a 30mm , un útero turgente, ovarios de gran tamaño con presencia de folículos > 10 mm y cuerpo lúteo; además, de realizar esta evaluación reproductiva se evaluó criterios como:

- Condición corporal (escala 1-5) donde 1 son aquellas novillas en estado caquéxico con condición corporal baja y 5 un estado de sobrepeso.
- Estado de vacunación: hato certificado como libre de enfermedades reproductivas (paratuberculosis, Diarrea viral bovina (BVD), anaplasmosis y leptospira) además de cumplir con la vacunación contra enfermedades obligatorias (Fiebre aftosa, Brucelosis bovina).
- Edad.
- Sanidad: hato desparasitado y en condiciones alimentarias adecuadas.

¹¹² ANDERSON, K. et al. Genetic aspects of reproductive tract scores, condition scores, and performance traits in beef heifers. Proceedings of the Western Section American Society of Animal Science. 1988. Vol. 39. p. 265. Citado por RIVERA, J; y QUINTAL, J. Selección y Manejo Reproductivo de la hembra bovina productora de carne y de doble propósito en pastoreo. [En línea]. Manual de capacitación. Instituto nacional de investigaciones forestales, agrícolas y pecuarias. Cuajimalpa. 2011. p. 40. [Citado el 12 de julio de 2022]. Disponible en: https://redgatro.fmvz.unam.mx/assets/manual_manejoreproductivo.pdf

Tabla 2, Clasificación de madurez del tracto reproductivo.

Escala de CMTR	Cuernos uterinos (mm de diámetro)	Medidas aproximadas de los ovarios (mm)			Estructuras ováricas
		Largo	Alto	Ancho	
1	<20, sin tono uterino	15	10	8	Los folículos no son palpables
2	20 a 25, leve tono uterino	18	12	10	Folículos de 8 mm
3	25 a 30, buen tono uterino	22	15	10	Folículos de 8 a 10 mm
4	30, buen tono uterino	30	16	12	Folículos >10 mm y posible presencia de un cuerpo lúteo
5	>30, útero turgente	>32	20	15	Folículo >10mm y presencia de un cuerpo lúteo

Fuente: ANDERSON, K. et al. Genetic aspects of reproductive tract scores, condition scores, and performance traits in beef heifers. Proceedings of the Western Section American Society of Animal Science. 1988. Vol. 39. p. 112. Citado por RIVERA, J; y QUINTAL, J. Selección y Manejo Reproductivo de la hembra bovina productora de carne y de doble propósito en pastoreo. [En línea]. Manual de capacitación. Instituto nacional de investigaciones forestales, agrícolas y pecuarias. Cuajimalpa. 2011. p. 40. [Citado el 12 de julio de 2022]. Disponible en: https://redgatro.fmvz.unam.mx/assets/manual_manejoreproductivo.pdf

5.4. TAMAÑO DE MUESTRA

Para determinar el tamaño de la muestra se seleccionaron las novillas *Bos Taurus* que estuvieran en la finca bajo las mismas condiciones ambientales, de manejo y nutrición y además que al terminar de realizar el examen reproductivo cumplieran con los criterios de inclusión; por lo tanto, de las 41 novillas evaluadas 3 presentes en el encierro fueron descartados por el no cumplimiento de los criterios y por lo tanto no entraron al estudio; el tamaño final de la muestra fue de 38 animales.

5.5. SINCRONIZACIÓN DE OVULACIÓN

Después de haber realizado la revisión reproductiva y la selección de las novillas aptas para el estudio, se procedió a separarlas de forma aleatoria distribuyéndolas en 2 en dos grupos de estudio de la siguiente manera:

- Grupo 1 (T1): 20 Novillas
- Grupo 2 (T2): 18 Novillas

La sincronización de la ovulación se realizó de la siguiente manera:

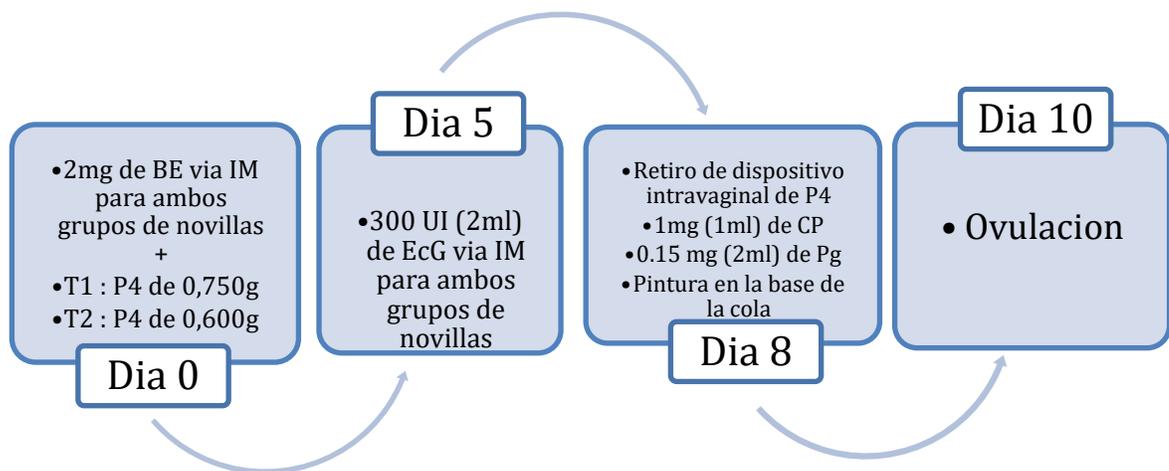
Día cero (0): aplicación de 2mg (2ml) de benzoato de estradiol (BE) vía intramuscular (IM) a los dos grupos de novillas más la implementación del dispositivo intravaginal de P4 de la siguiente manera:

- T1: Dispositivo intravaginal de 0,750g
- T2: Dispositivos intravaginales de 0,600g

Día cinco (5): aplicación de 300 UI (2 ml) de gonadotropina coriónica equina (EcG) vía IM a los dos grupos de novillas

Día ocho (8): retiro del dispositivo intravaginal de P4 en ambos grupos de novillas más la aplicación de 1 mg (1ml) de cipionato de estradiol (CP) y 0.15 mg (2ml) de prostaglandina (Pg) vía IM, pintura en la base de la cola para todas las novillas. Se espera la ovulación en el día diez (10).

Figura 2, Protocolo de sincronización de la ovulación.



5.6. TRANSFERENCIA DE EMBRIONES

Al día 17 se realizó una evaluación del tratamiento de sincronización implementado en ambos grupos con el fin de determinar la tasa de aprovechamiento; cada novilla receptora fue ingresada para un chequeo ovárico

donde se evaluó el lado de la ovulación, la presencia y tamaño del cuerpo lúteo (CL) mediante ultrasonografía transrectal.

El CL Se clasificó de la siguiente manera:

- Grado 1: < 16mm.
- Grado 2: entre 16 – 18 mm.
- Grado 3: >18mm.
- No respuesta: Cuerpo lúteo inexistente.

Se tomaron como óptimas aquellas novillas que presentaban CL > 16mm pues como mencionan Murga¹¹³, Brenes¹¹⁴ y Colazo y Mapletoft¹¹⁵ a partir de este diámetro se consideran a las receptoras aptas para recibir el embrión¹¹⁶.

Una vez evaluado el tamaño del cuerpo lúteo en ambos grupos de novillas se procedió a realizar la transferencia de los embriones solo a aquellas novillas que presentaron cuerpo lúteo grado 2 y 3 (ANEXO B) de la siguiente manera:

Cada receptora seleccionada fue ingresada al apretadero y se realizó anestesia epidural aplicando 3 ml de lidocaína al 2% entre la última vértebra sacra y la primera vertebra coxígea, facilitando de esta manera el manejo de las novillas; posteriormente, se limpió toda la zona perineal (vulva y entrada de la vagina) quitando el exceso de heces que se encontraban alrededor con el fin de evitar cualquier tipo de contaminación. Una vez realizada esta limpieza se procedió a cargar el embrión en el catéter para empezar la transferencia; cabe resaltar que cada implemento utilizado se encontraba limpio y estéril, todo con el fin de evitar contaminaciones. Se comenzó abriendo los pliegues externos de la vulva para introducir el catéter de transferencia dentro de la vagina, se pasó cada uno de los anillos de cérvix hasta llegar al cuerpo de útero y se guió el catéter hasta el cuerno uterino ipsilateral a la ovulación, lo más cerca del ovario, específicamente en la curvatura mayor, donde se depositó el embrión.

¹¹³ MURGA, Nilton. et al. Op. Cit., p. 56.

¹¹⁴ BRENES, Cinthya. Biotecnologías reproductivas en bovinos, sincronización y transferencia de embriones in vivo realizada en el Instituto de Reproducción Animal Córdoba, Argentina. [En línea]. Trabajo de grado para optar el título de licenciatura en Medicina Veterinaria. Universidad Nacional. Facultad de ciencia de salud. 2014. [Citado el 12 de julio de 2022]. Disponible en: <https://repositorio.una.ac.cr/bitstream/handle/11056/12990/Cinthya-Pamela-Brenes-Jim%C3%A9nez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

¹¹⁵ COLAZO, M; y MAPLETOFT, R. Estado actual y aplicaciones de la transferencia de embriones en bovinos. [En línea]. En: Ciencia veterinaria. 2007. Vol. 9. N° 1. pp. 20 – 37. [Citado el 12 de julio de 2022]. Disponible en: https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/transplante_embriionario/31-aplicaciones_20-37.pdf

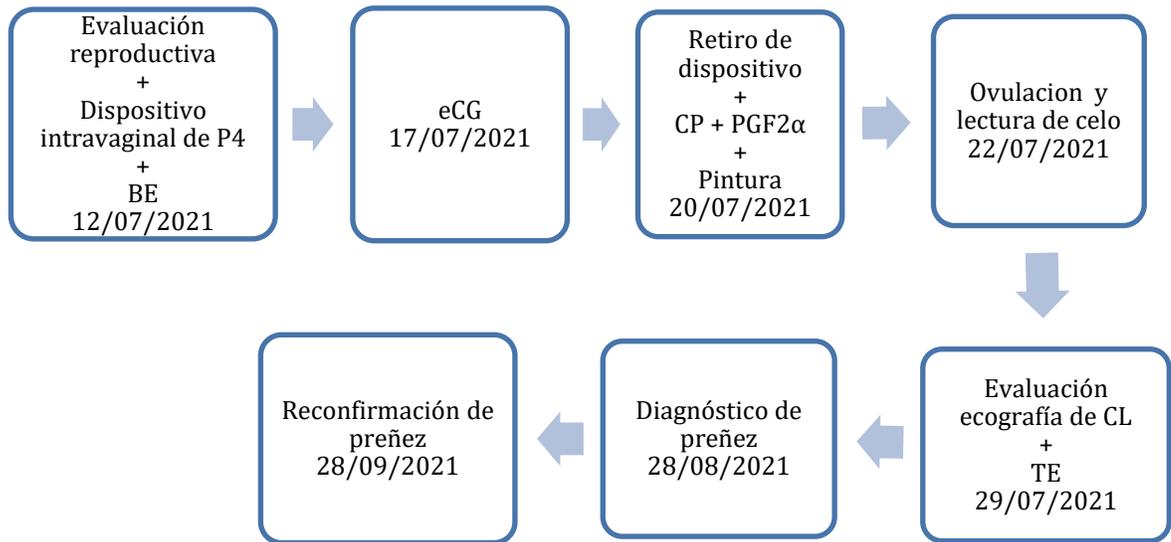
¹¹⁶ MURGA, Nilton. et al. Op. Cit., p. 56.

El diagnóstico de preñez se realizó por medio de Ultrasonografía transrectal (ecógrafo Welld 3000 sonda transrectal 6.5 MHz) al día 30 después de la transferencia de embriones. Se diagnosticó como preñadas aquellas novillas que presentaban a la ecografía uterina un punto blanco (ecogénico) encapsulado dentro de una membrana amniótica, y a su alrededor gran cantidad de líquido intrauterino observado como una zona negra (anecogénica).

5.7. CRONOGRAMA DE TRABAJO

Se empezó el Día lunes 12 de julio del 2021 con la evaluación y selección de las novillas; este mismo día se realizó la aplicación de BE y se implantaron los dispositivos intravaginales correspondientes a cada grupo de estudio, al día 5 se aplicó eCG, al día 8 se retiraron los dispositivos, se aplicó PGF2 α y se pintó en la base de la cola; el día 10 se esperó la ovulación y se realizó la lectura de celo por medio de la evaluación de la pintura, donde aquellas novillas despintadas se clasificaron como celo positivo y 7 días después de está, se realizó el examen reproductivo evaluando el lugar de la ovulación, la presencia y el tamaño de cuerpo lúteo todo con el fin de continuar la transferencia de los embriones en aquellas novillas con CL>16mm; el día 28 de Agosto, 30 días después de la transferencia se realizó la confirmación de preñez mediante ultrasonografía transrectal y 30 días después de esta confirmación se realizó una reconfirmación de preñes llevada a cabo el día 28 de septiembre de 2021 finalizando en su totalidad con el estudio.

Figura 3, Cronograma de trabajo.



5.8. ESTADÍSTICA

El análisis de las variables de respuesta se efectuó mediante la estadística descriptiva utilizando el programa SPSS versión 20 con un nivel de significancia exigido de ($p < 0.05$) y las variables porcentuales de se analizaron con la prueba de chí-cuadrado. Adicionalmente se realizó la tabulación de los datos en el programa de Excel con el fin de organizar mejor los resultados.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Después de realizar la revisión del hato y teniendo en cuenta los criterios de inclusión y exclusión se seleccionaron las novillas aptas para el estudio contando con un total de 38 novillas (Tabla 1). Toda la información fue organizada en tablas de Excel para facilitar la descripción e interpretación de los datos (ANEXO A).

Tabla 3, Resumen de casos.

Resumen de procesamiento de casos						
	Casos					
	Valido		Perdido		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
TRAT * Transferidas	38	100,0%	0	0,0%	38	100,0%

6.1. TASA DE APROVECHAMIENTO

Graaff y Grimard mencionan que “la implementación de un tratamiento hormonal a base de progestágenos tiene como objetivo elevar rápidamente las concentraciones de progesterona en plasma y mantener esta concentración por encima de 2 ng/mL hasta su eliminación”¹¹⁷, con el fin de controlar el desarrollo folicular; es por eso, que existen diferentes estudios que evalúan como la concentración de progesterona influye en la sincronización de las hembras bovinas. Al analizar los resultados obtenidos en el presente estudio, donde se evaluó la tasa de aprovechamiento lograda en novillas receptoras cíclicas que se sincronizaron con un tratamiento hormonal a base de progestágenos realizando un cambio en la concentración de progesterona del dispositivo intravaginal, se encontró que, estadísticamente no hay diferencias significativas entre los porcentajes de aprovechamiento para los métodos de sincronización ($p>0,05$); ya que, para el T1 (0,750g) se obtuvo un 85% de aprovechamiento y para el T2 (0,600g) se obtuvo un 83,3%. Estos resultados concuerdan con lo mencionado por Bó¹¹⁸ ya que refiere que este tipo de protocolo tiene como resultado una tasa de

¹¹⁷ GRAAFF, W; y GRIMARD, D. Progesterone-releasing devices for cattle estrus induction and synchronization: Device optimization to anticipate shorter treatment durations and new device developments. [En línea]. En: Theriogenology. 2017. Vol. 112. p. 36. [Citado el 15 de abril de 2022]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0093691X17304569#:~:text=Three%20comonly%20used%20devices%20are,14%5D%2C%20%5B15%5D>.

¹¹⁸ BÓ, Gabriel. Programas de sincronización de receptoras de embriones bovinos. [En línea] X simposio internacional de reproducción animal, IRAC. 2013. p. 272. [Citado el 15 de abril de 2022].

aprovechamiento del 85%. Así mismo, es similar a los encontrados por Solórzano, et al¹¹⁹ en su estudio al reutilizar dispositivos de progesterona para la sincronización de las hembras en un programa de transferencia de embriones, donde el porcentaje de receptoras con CL al día 7 postestro sincronizado no fue diferente entre los tratamientos de sincronización empleados ($P>0.05$) y se alcanzó un 90% de receptoras con cuerpo lúteo apto para recibir el embrión. La tasa de aprovechamiento está medida por la capacidad del tratamiento hormonal para lograr una buena sincronización de las novillas y de esta manera poder transferirlas. Cerri, Rutigliano, Bruno y Santos¹²⁰ en su estudio sobre la concentración de progesterona, desarrollo folicular e inducción de ciclicidad en vacas lecheras que recibieron dispositivos intravaginales de progesterona nuevos y de segundo uso concluyó que ambos dispositivos intravaginales lograron concentraciones plasmáticas de progesterona similares a lo largo del tratamiento. Así mismo en una revisión por Rathbone y Burke¹²¹ se concluyó que hay poca diferencia entre los insertos existentes para bovinos que liberan progesterona, ya que estos insertos brindan niveles sanguíneos muy similares, lo que resulta en la misma eficacia. Lo anterior explicaría el hecho del porqué en el presente estudio a pesar de tener dispositivos intravaginales con diferente concentración de progesterona no se obtuvo diferencias significativas en la tasa de aprovechamiento; pues, probablemente generaron niveles plasmáticos de progesterona similares que logro una respuesta eficaz para ambos grupos. En la figura 2 podemos observar la distribución entre las novillas que respondieron y aquellas que no respondieron al tratamiento, encontrando valores que superan el 80% de respuesta positiva a los métodos de sincronización y valores que oscilan entre el 15 al 16% de aquellas que no respondieron, es decir que no formaron un cuerpo lúteo apto para la transferencia del embrión.

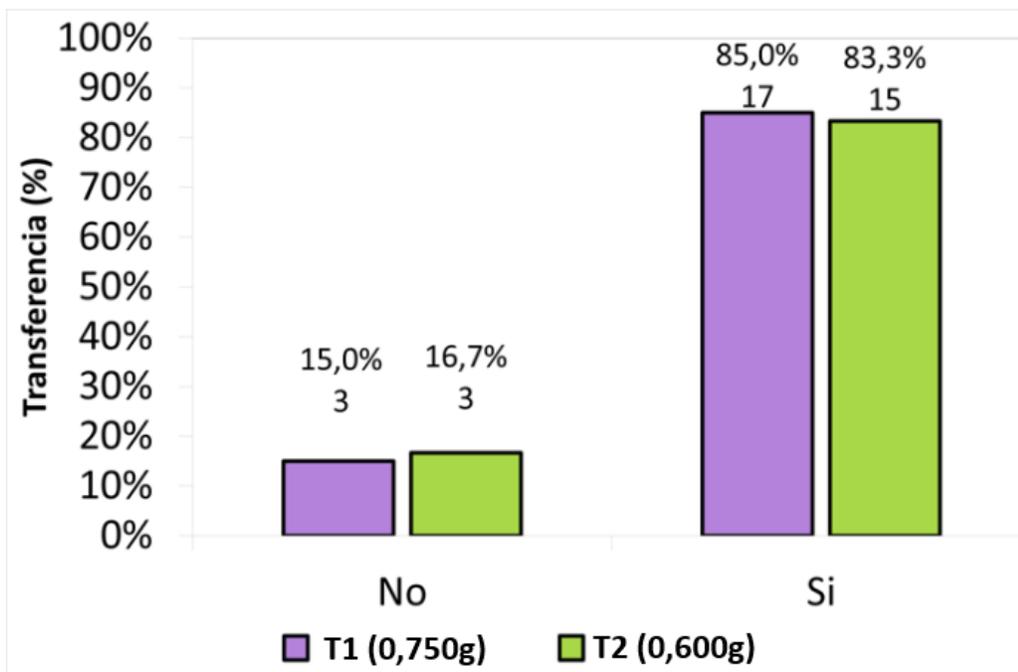
Disponible en internet: <https://iracbiogen.com/wp-content/uploads/2021/06/RESUMEN-10-Simposio-Internacional-de-Reproduccion-Animal-2013.pdf>

¹¹⁹ SOLÓRZANO, César. et al. Reutilización de un dispositivo liberador de progesterona (CIDR-B) para sincronizar el estro en un programa de transferencia de embriones bovinos. [En línea]. En: Técnica Pecuaria en México. 2008. Vol. 46. N° 2. p. 119 - 135. [Citado el 22 de abril de 2022]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/613/61346202.pdf>

¹²⁰ CERRI, R; RUTIGLIANO, H; BRUNO, R; Y SANTOS, J. Progesterone concentration, follicular development and induction of cyclicity in dairy cows receiving intravaginal progesterone inserts. [En línea]. En: Animal Reproduction Science. 2009. Vol. 100. pp. 56 - 70. [Citado el 14 de marzo de 2022]. Disponible en: <https://sci-hub.se/https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18243597/>

¹²¹ RATHBONE, M; y BURKE, C. Controlled release intravaginal veterinary drug delivery. [En línea] En: RATHBONE, M; y MCDOWELL, A. Long-acting animal health drug products: fundamentals and applications. New York. Springer. 2012. p. 247 – 270. [Citado el 21 de marzo de 2022]. Disponible en: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4614-4439-8>

Figura 4, Tasa de aprovechamiento.



6.2. TAMAÑO DEL CUERPO LÚTEO

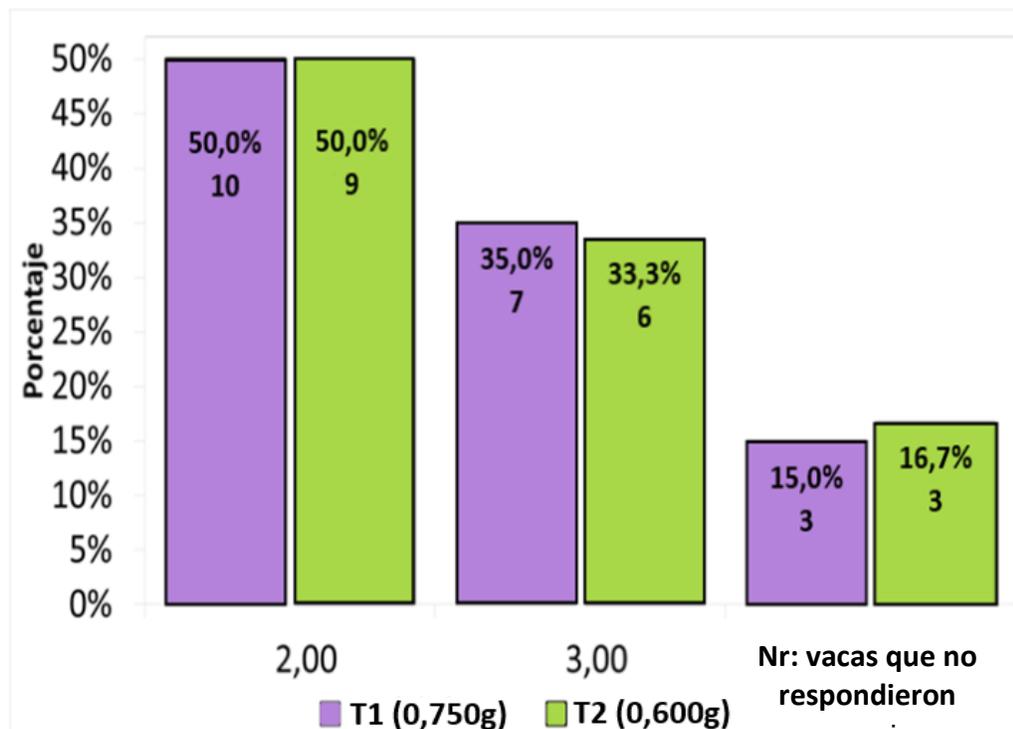
Los resultados estadísticos demostraron que no hay diferencias significativas entre los grupos de estudio ($p > 0,05$), teniendo como resultados que el 50% de las novillas sincronizadas en cada grupo generó un cuerpo lúteo grado 2 y aunque los porcentajes para el grado 3 varían entre cada grupo, la diferencia es mínima. Binelli, Machado Bergamaschi y Bertan¹²² y Busch, et al¹²³, refieren que un folículo ovulatorio de tamaño adecuado puede generar un CL funcional que va a secretar más P4 favoreciendo positivamente el establecimiento de la gestación. En el presente estudio no se encontró diferencia significativa en el tamaño del cuerpo lúteo al emplear diferentes concentraciones de progesterona en los dispositivos

¹²² BINELLI M; MACHADO, R; BERGAMASCHI, M; y BERTAN, C. Manipulation of ovarian and uterine function to increase conception rates in cattle. [En línea]. En: Animal Reproduction. 2009; Vol. 6. N° 1: p. 125–134. [Citado el 15 de abril de 2022]. Disponible en: animal-reproduction.org/article/5b5a606df7783717068b4762/pdf/animreprod-6-1-125.pdf

¹²³ BUSCH, D. et al. Effect of ovulatory follicle size and expression of estrus on progesterone secretion in beef cows. [En línea]. En: Journal of Animal Science. 2008. Vol. 86. N° 3. pp. 553 – 563. [Citado el 15 de abril de 2022]. Disponible en: <https://academic.oup.com/jas/article-abstract/86/3/553/4789053>

intravaginales; debido a que la P4 no influye directamente en el diámetro folicular, como lo confirma Silva, et al¹²⁴, en su estudio sobre el perfil de liberación de progesterona y desarrollo folicular en vacas Holstein que recibieron dispositivos de progesterona intravaginal, donde no se observaron efectos en el diámetro del folículo dominante ni en la tasa de crecimiento folicular después de la inserción del dispositivo de P4, y lo que concuerda con el estudio realizado por Melo, et al¹²⁵, en el que se concluyó que los implantes de P4 con diferentes patrones de liberación no produjeron diferencias detectables en la dinámica folicular. En la figura 4 se observa la distribución de los tamaños de cuerpo lúteo según el dispositivo y vacas sin respuesta. (ANEXO A) (ANEXO B).

Figura 5, Tamaño del cuerpo lúteo.



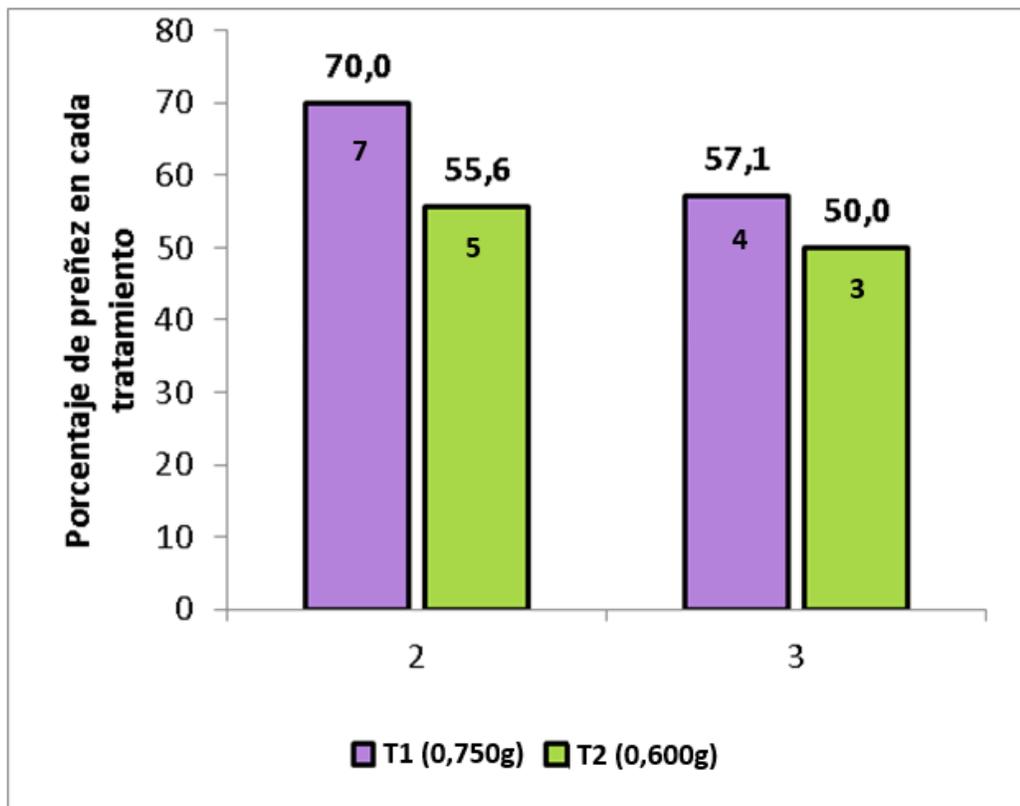
¹²⁴ SILVA, Lucas. et al. Progesterone release profile and follicular development in Holstein cows receiving intravaginal progesterone devices. [En línea] En: Theriogenology. 2021. Vol. 172. pp. 207 - 215. [Citado el 25 de abril de 2022]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0093691X21002247>

¹²⁵ MELO, et al. Follicular dynamics, circulating progesterone, and fertility in Holstein cows synchronized with reused intravaginal progesterone implants that were sanitized by autoclave or chemical disinfection. [En línea]. En: Journal of Dairy Science. 2018. Vol. 101. N° 4. pp. 3554 - 3567. [Citado el 25 de abril de 2022]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030218300924>

6.3. TAMAÑO DEL CUERPO LÚTEO, TASA DE PREÑEZ Y CONCENTRACIÓN DE PROGESTERONA

Los resultados indican que existen diferencias estadísticas significativas en las novillas que formaron un cuerpo lúteo grado 2 evidenciando una mayor tasa de preñez para aquellas novillas sincronizadas en T1 ($p < 0,05$), mientras que la tasa de preñez para aquellas novillas que formaron cuerpo lúteo grado 3 fue similar entre los grupos de estudio ($p > 0,05$).

Figura 6, Tamaño del cuerpo lúteo y la tasa de preñez.



Duica indica que “el procedimiento general para selección de receptoras, es determinar la presencia de un cuerpo lúteo funcional (de acuerdo a su diámetro) y posteriormente realizar una transferencia embrionaria, en el cuerno ipsilateral”¹²⁶;

¹²⁶ DUICA, A. Efecto del diámetro del folículo ovulatorio, tamaño del cuerpo lúteo y perfiles de progesterona sobre la tasa de preñez en la hembra receptora de embriones bovinos. Trabajo de grado para optar el título de Maestría en salud animal. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia. 2010. Citado por RODRÍGUEZ, Sergio. Influencia del tamaño del cuerpo lúteo, sobre la tasa de preñez, en vacas de la raza brahman, sincronizadas a tiempo fijo, para transferencias de embriones producidos In vitro. [En línea]. Trabajo de grado para optar el título de Médico Veterinario. Zootecnista. Toluca: Universidad Autónoma del Estado

para Vancocelos “el cuerpo lúteo presente al momento de la implantación del embrión juega un papel importante en los resultados de la transferencia de embriones ya que se espera que secreta suficiente cantidad de progesterona para el mantenimiento de la preñez del embrión transferido”¹²⁷. En este estudio se implementó dispositivos intravaginales de concentraciones de 0,750g y 0,600g de progesterona para la sincronización de novillas *Bos Taurus* receptoras de embriones, en el cual se evidencio que no hubo diferencia estadística significativa en el porcentaje de preñez de aquellas vacas que tenían cuerpo lúteo grado 3 (>18mm); pues, para el T1 se obtuvo un porcentaje de preñez de 57,1% y para el T2 de 50%. Estos resultados concuerdan con los obtenidos en diferentes estudios, por ejemplo, en el de Duran¹²⁸ en el que se obtuvieron tasa de preñez del 52,4% y en el de Baruselli, et al¹²⁹ con un 58,4% para cuerpos lúteos clasificados en el mayor tamaño. Por otra parte, el cuerpo lúteo en grado 2 (16 - 18mm) mostró diferencias estadísticas entre los grupos de estudio ($p < 0,05$), evidenciando una mayor tasa para el T1, con un 70% de preñez; mientras, que para las tratadas en T2 se alcanzaron tasas de preñez del 55,6%. Fisiológicamente no es posible explicar el porqué del aumento en la tasa de preñez en novillas que generaron cuerpo lúteo grado 2 y se sincronizaron en T1 es decir con un dispositivo con mayor concentración de progesterona. Existen estudios en inseminación artificial

de México. 2017. p. 4. [Citado el 25 de abril de 2022]. Disponible en: <https://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/94382/TESIS-SRR0517.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

¹²⁷ VASCONCELOS, J. et al. Reduction in size of the ovulatory follicle reduces subsequent luteal size and pregnancy rate. En: Theriogenology. 2001. Vol. 56. N° 2. p. 307. Citado por OYUELA, Lino. Factores que afectan la tasa de preñez en programas de transferencia de embriones producidos in-vitro, en razas cebuinas. [En línea]. Trabajo de grado para optar el título de magister en salud animal. Bogotá. Universidad Nacional. 2009. pp. 14 - 15. [Citado el 27 de abril de 2022]. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/70398/linoandresoyuela.2009.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

¹²⁸ DURAN, C. Efecto del tamaño del cuerpo lúteo en la tasa de preñez en receptoras de embriones bovinos. 2010. Tesis de licenciatura. Santa cruz: Universidad Autónoma Gabriel René Moreno. Citado por RODRÍGUEZ, Sergio. Influencia del tamaño del cuerpo lúteo, sobre la tasa de preñez, en vacas de la raza brahman, sincronizadas a tiempo fijo, para transferencias de embriones producidos In vitro. [En línea]. Trabajo de grado para optar el título de Médico Veterinario. Zootecnista. Toluca: Universidad Autónoma del Estado de México. 2017. p. 3. [Citado el 25 de abril de 2022]. Disponible en: <https://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/94382/TESIS-SRR0517.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

¹²⁹ BARUSELLI, P. Increased pregnancy rates in embryo recipients treated with CIDR-B devices and eCG. En: Theriogenology. 2001. pp 55:157. Citado por RODRÍGUEZ, Sergio. Influencia del tamaño del cuerpo lúteo, sobre la tasa de preñez, en vacas de la raza brahman, sincronizadas a tiempo fijo, para transferencias de embriones producidos In vitro. [En línea]. Trabajo de grado para optar el título de Médico Veterinario. Zootecnista. Toluca: Universidad Autónoma del Estado de México. 2017. p. 3. [Citado el 25 de abril de 2022]. Disponible en: <https://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/94382/TESIS-SRR0517.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

como el de Wiltbank, et al¹³⁰ en los que se concluye que el aumento de P4 durante el crecimiento de la onda folicular preovulatoria aumenta la fertilidad en más del 10% en hembras bovinas, por lo que se podría inferir que las novillas tratadas con dispositivos de mayor concentración de progesterona logran mantener mayores niveles de P4 circulante y por ende generan tasas de preñez más altas, lo anterior se comprobó en el estudio de Van Werven, et al¹³¹, en el que se comparó dos dispositivos intravaginales de progesterona con diferente concentración mediante la evaluación del perfil de progesterona en sangre y la fertilidad en campo, obteniéndose mayores niveles de P4 circulante con el dispositivo de mayor concentración de P4 (PRID- Delta: 1,55 g) en comparación con el de menor concentración (CIDR: 1,38g), en este estudio basado en las investigaciones de Cerri, et al¹³², se explica que aunque el P4 circulante durante el período de sincronización no se midió, podría ser posible que PRID-Delta mantuviera un mayor porcentaje de vacas con niveles de P4 justo por encima del umbral en el P4 circulante, reduciendo la proporción de ciclos cortos, traduciéndose esto en una mayor tasa de preñez (46 %). Se sugiere entonces el planteamiento de estudios más completos con evaluaciones precisas de P4 circulante durante el período de sincronización o el uso de ecografía doppler que evalué la funcionalidad del cuerpo lúteo, ya que de acuerdo con lo reportado por Luttgenu y Bolwein¹³³, los estudios ultrasonográficos Doppler color del ciclo estral bovino han demostrado que la concentración de progesterona plasmática (P4) se puede predecir de manera más confiable por el LBF (flujo sanguíneo lúteo) que por el tamaño luteal, especialmente durante la regresión CL. Además, Gutiérrez, et al¹³⁴, reportan que los cuerpos lúteos observados ecográficamente no son concordantes con niveles de progesterona en sangre ya que algunos cuerpos lúteos detectados en la palpación y ecografía no son funcionales e infiere que un cuerpo lúteo se diagnostica como funcional si la concentración de progesterona en plasma es

¹³⁰ WILTBANK, M. et al. Physiological and practical effects of progesterone on reproduction in dairy cattle. [En línea]. En: Animal. 2014. Vol. 8. N° 1. pp. 70-81. [Citado el 26 de abril de 2022]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1751731114000585>

¹³¹ WERVEN, T. et al. Comparison of two intravaginal progesterone releasing devices (PRID-Delta vs CIDR) in dairy cows: Blood progesterone profile and field fertility. [En línea]. En: Animal Reproduction Science. 2013. Vol.138. N° 3–4. pp. 143 – 149. [Citado el 28 de abril de 2022]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378432013000511>.

¹³² CERRI, R. et al. Concentration of progesterone during the development of the ovulatory follicle: II. Ovarian and uterine responses. [En línea] En: Journal of Dairy Science. 2011. Vol. 94. pp. 3352-3365. [Citado el 28 de abril de 2022]. Disponible en: [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(11\)00329-8/pdf](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(11)00329-8/pdf)

¹³³ LÜTTGENAU, J; y BOLLWEIN, H. Evaluation of bovine luteal blood flow by using color Doppler ultrasonography. [En línea] En: Reproductive Biology. 2014. Vol. 14. N° 2. pp. 103 - 109. [Citado el 28 de abril de 2022]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1642431X14000230?via%2Fihp>.

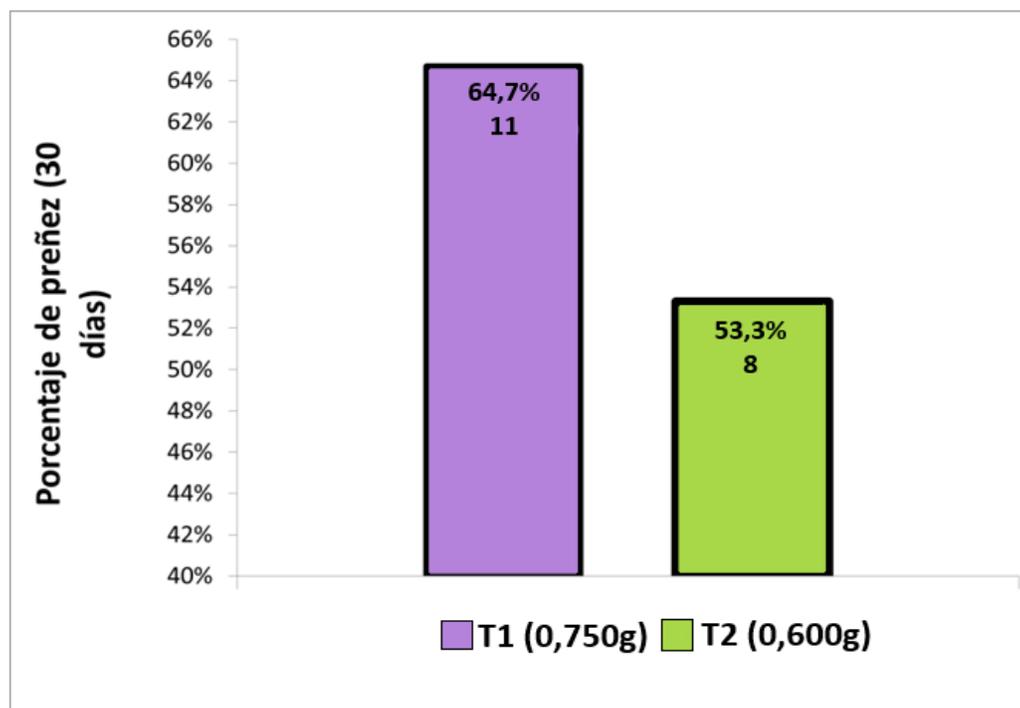
¹³⁴ GUTIERREZ, A. et al. Predictive value of palpation per rectum for detection of the cl in zebu cattle as evaluated by progesterone concentrations and ultrasonography. [En línea]. En: Theriogenology. 1996. Vol. 46. N° 3. pp. 471-479. [Citado el 28 de abril de 2022]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0093691X96001690>

mayor de 1ng/ml. Tanto en novillas con cuerpos lúteos grado 2 como grado 3 se obtuvieron tasas de preñez ideales, con la única diferencia que en el grado 2 las novillas sincronizadas con dispositivo intravaginal de mayor concentración de progesterona lograron una tasa de preñez mayor. La importancia de este resultado obtenido en el presente estudio radica en que a pesar de que lo ideal es transferir hembras con cuerpo lúteo grado 3, por obtenerse tasa de preñez más altas, el estudio demostró que aquellas novillas que formaron un cuerpo lúteo grado 2 logran una buena tasa de preñez, aprovechando al máximo las hembras receptoras, optimizándose así los parámetros reproductivos de la finca por conseguir un mayor número de hembras preñadas.

6.4. TASA DE PREÑEZ FINAL

Los resultados indican que la tasa de preñez final al DX1, fue mayor para el grupo de novillas tratadas en T1, obteniéndose una tasa de preñez del 64.7% ($p < 0,05$); mientras que en el T2 se obtuvo una tasa de preñez de 53.3% (ANEXO D) (ANEXO E).

Figura 7, Porcentaje (%) de Preñez al DX 1.



Existen múltiples factores que pueden influir en los resultados de los programas de transferencia de embriones (TE) y que de acuerdo con Oyuela y Jiménez¹³⁵ éstos tienen orígenes diversos, como por ejemplo, factores del embrión, de la receptora y/o factores externos; sin embargo, hay autores que reportan buenas tasas de preñez, lo cual potencializa el uso de éste programa en campo, tal es el caso de Chagas, Lopes y Robalo¹³⁶, quienes reportan una tasa de preñez en transferencia de embriones del 62.8% al primer diagnóstico ecográfico y del 50.5% para el segundo diagnóstico, éstos resultados se asemejan a los obtenidos en el presente estudio, en el que se obtuvo una tasa de preñez del 64.7% y 53.3% en el Dx 1 y del 52.9% y 46.7% en el Dx2, de lo que se podría inferir que, en términos generales, se obtuvo una buena tasa de preñez.

Ahora bien, en cuanto a la tasa de preñez al Dx 1, se obtuvo un mayor porcentaje de preñez en las novillas sincronizadas en T1 (64.7%), es decir con aquel dispositivo que tenía mayor concentración de progesterona; resultados que difieren de los obtenidos por Matute y Eveline¹³⁷ quienes obtuvieron porcentajes de preñez similares (50.0%) en vaquillas receptoras de embriones sincronizadas con dos diferentes dispositivos a base de progestágenos. Sin embargo, en el estudio de Werven, et al¹³⁸, se obtuvo una tasa de preñez más alta (46 % frente a 37 %) con el dispositivo que contenía mayor cantidad de progesterona (PRID-Delta:1,55 g frente a CIDR:1,38g); resultados concordantes con los obtenidos en el presente estudio, donde se encontró tasas de preñez del 64.7% en T1 frente a un 53.3% en T2.

Los resultados obtenidos al Dx2 indicaron que no existen diferencias significativas entre la concentración de progesterona de los dispositivos intravaginales utilizados para la sincronización de las novillas y la tasa de preñez final ($p>0,05$), obteniéndose una tasa de preñez del 52.9% para el grupo tratado en T1 y del 46.7 % para el grupo de T2. Estos resultados se ven influenciados por la pérdida embrionaria que se generó durante el diagnóstico ecográfico del día 30 al 60. A pesar de que no se obtuvo una diferencia estadística significativa entre los tratamientos y las pérdidas embrionarias, aritméticamente hubo mayor pérdida para aquellas novillas tratadas en T1, lo que reduce significativamente el porcentaje de preñez al Dx2. (ANEXO F) (ANEXO G)

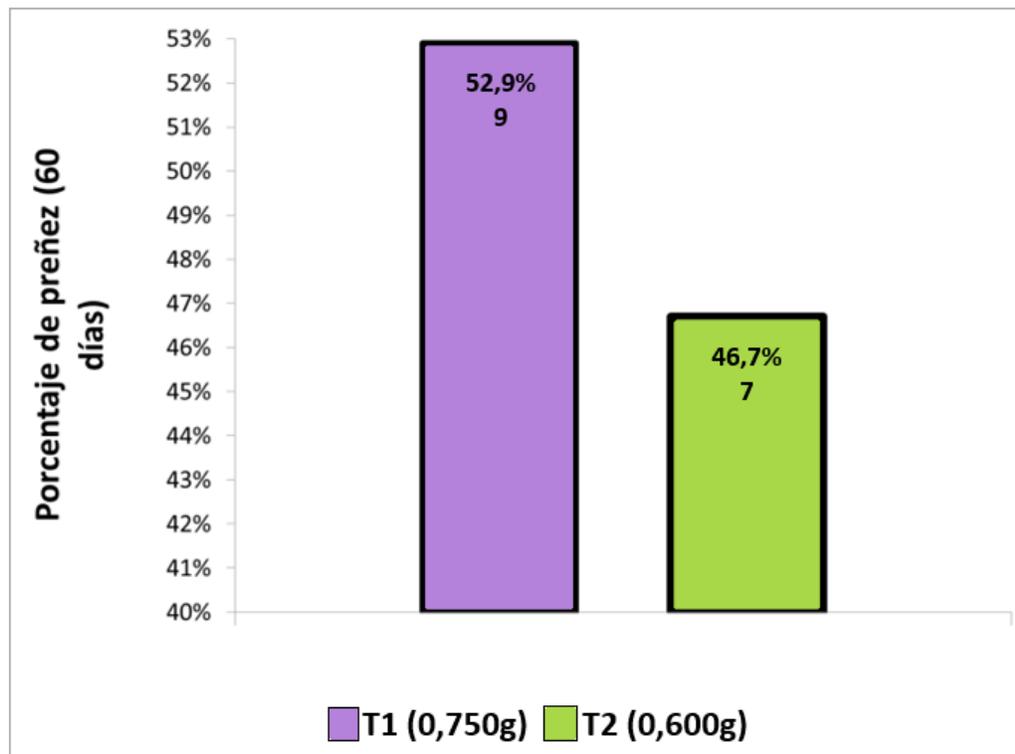
¹³⁵ OYUELA, L; y JIMÉNEZ, C. Factores que afectan la tasa de preñez en programas de transferencia de embriones. [En línea]. En: Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia. 2010. Vol. 57. p. 191. [Citado el 1 de marzo de 2022]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rfmvz/v57n3/v57n3a04.pdf>

¹³⁶ CHAGAS, J; LOPES, L; y ROBALO, J. Plasma progesterone profiles and factors affecting embryo-fetal mortality following embryo transfer in dairy cattle. [En línea]. En: Theriogenology. 2002. Vol. 58. N° 1. Pp. 51-59. [Citado el 1 de marzo de 2022]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0093691X02009068>

¹³⁷ MATUTE, Mardo y EVELINE, Norman. Op. Cit., p. 1.

¹³⁸ WERVEN, T. et al. Op. Cit., p. 143.

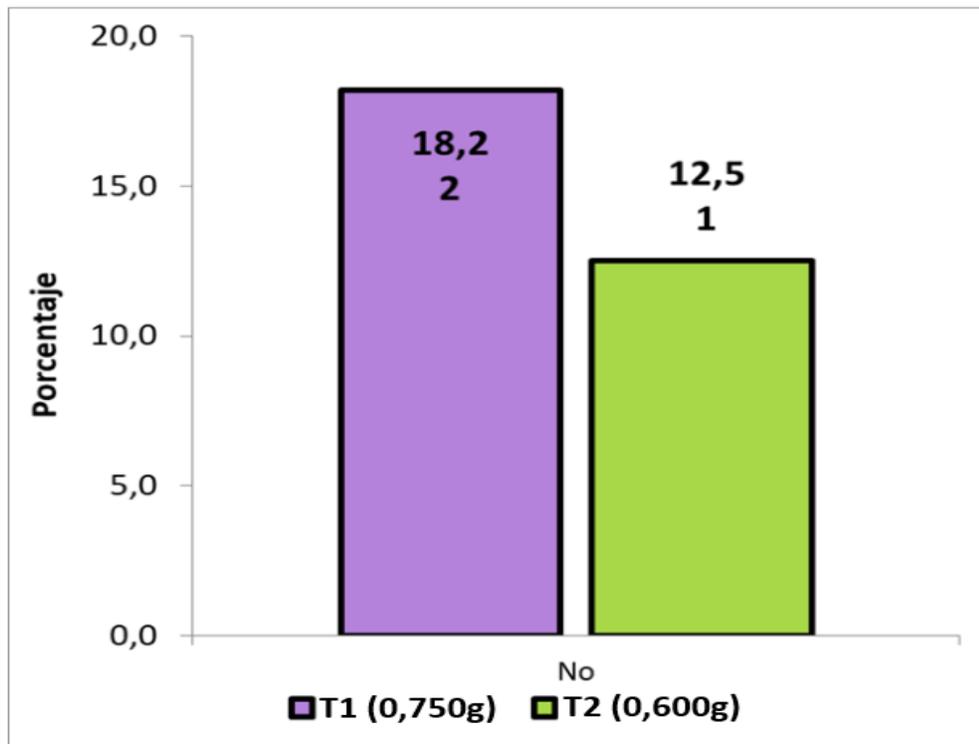
Figura 8, Porcentaje (%) de Preñez al DX 2.



6.5. PÉRDIDAS EMBRIONARIAS ENTRE EL DX1 Y EL DX2

No se observó diferencias entre las variables evaluadas ($p > 0,05$). Lo que demuestra que los porcentajes de pérdidas embrionarias no difieren en comparación con los dos grupos de estudio, observándose una pérdida embrionaria de 18,2% para T1 y 12,5% para T2.

Figura 9, Perdas embrionarias.



Aunque estadísticamente no existe una diferencia significativa entre las pérdidas embrionarias obtenidas con los dispositivos intravaginales de diferente concentración de P4, aritméticamente hay mayores pérdidas de embriones en las novillas sincronizadas en T1 lo cual se explicaría por el hecho de tener un mayor número de hembras preñadas en éste grupo, con un CL grado 2, es decir un CL que por su tamaño probablemente no secreta la suficiente cantidad de progesterona para mantener la preñez. Kerbler, et al.¹³⁹ y Mann¹⁴⁰, mencionan que la hembra que posea un mayor diámetro lúteal, posee concentraciones de progesterona mayores, la cual es importante para el mantenimiento de la gestación, ya que como menciona Spencer y Bazer¹⁴¹ y Goff¹⁴², ésta estimula y

¹³⁹ KERBLER, T. et al. Relationship between maternal plasma progesterone concentration and interferon-tau synthesis by the conceptus in cattle. [En línea]. En: Theriogenology. 1997. Vol. 47. N° 3. Pp. 703 - 714. [Citado el 12 de marzo de 2022]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0093691X97000289?via%3Dihub> 9

¹⁴⁰ MANN, G. Corpus luteum size and plasma progesterone concentration in cows. [En línea]. En: Animal Reproduction Science. 2009. Vol. 115. N° 1-4. pp. 296-299. [Citado el 12 de marzo de 2022]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378432008004697>

¹⁴¹ SPENCER, T; Y BAZER, F. Conceptus signals for establishment and maintenance of pregnancy. [En línea]. En: Reproductive Biology and Endocrinology. 2004. Vol. 2. N° 49. pp. 1-15. [Citado el 12 de marzo de 2022]. Disponible en:

mantiene las funciones endometriales necesarias para el crecimiento del conceptus, implantación, placentación y desarrollo a término del nuevo individuo; si por el contrario, como menciona Monroy¹⁴³, los niveles de P4 son bajos, se genera un ambiente uterino subóptimo, el cual puede ser una consecuencia de una inadecuada función luteal y folicular, que se traduce en una muerte embrionaria y explicaría en el presente estudio, el hecho de haber tenido un mayor número de pérdidas embrionarias en las novillas sincronizadas T1 y que formaron un cuerpo lúteo de menor tamaño.

https://www.researchgate.net/publication/8471663_Conceptus_signals_for_establishing_and_maintenance_of_pregnancy

¹⁴² GOFF, A. Embryonic Signals and Survival. [En línea]. En: *Reproduction in Domestic Animals*. 2002. Vol. 37. N° 3. pp. 133-139. [Citado el 12 de marzo de 2022]. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1046/j.1439-0531.2002.00344.x>

¹⁴³ MONROY, Marbel. Tamaño del folículo ovulatorio, volumen del cuerpo lúteo y niveles séricos de progesterona, durante el ciclo estral y gestación temprana en vacas Holstein en Bogotá. [En línea]. Trabajo de grado para optar el título de Magister en Salud Animal. Bogotá. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 2017. pp. 39-40 [Citado el 19 de mayo de 2022]. Disponible en: https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/61025/Tesis_Yulieth_Monroy_G.pdf?sequence=1&isAllowed=y

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. CONCLUSIONES

- Al sincronizar hembras receptoras de embriones con dispositivos intravaginales de diferente concentración de P4, se logra aumentar significativamente la tasa de preñez final al Dx1, en aquellas hembras que reciben dispositivos intravaginales con una mayor concentración de P4.
- Independientemente de la concentración de P4 de los dispositivos intravaginales, se logró una buena tasa de aprovechamiento que supera el 80%.
- El tamaño del cuerpo lúteo no se ve influenciado por la concentración de P4 de los dispositivos intravaginales.
- Se obtuvo un 70% en la tasa de preñez para aquellas receptoras que generaron un cuerpo lúteo grado dos y se sincronizaron con un dispositivo intravaginal de mayor concentración de P4.
- El uso adecuado de las hormonas, y de la técnica de transferencia de embriones, logran excelentes tasas de preñez, que asegura la producción, economía y estabilidad de la finca además la TE es la herramienta idónea para el mejoramiento de genética del hato.
- La transferencia de embriones trae ventajas económicas por la facilidad de dispersión de genes que producen ganancias en los hatos, como la precocidad, litros de leche, ganancia de peso.
- Existen factores que influyen en el éxito de la preñez después de la TE en el ganado bovino, entre los que se incluyen la sincronía del embrión con el útero, las concentraciones de progesterona temprana y media luteínica y el grado del embrión. Existen también varios problemas de concepción, placentarios y fetales asociados específicamente con el embrión fertilizado in vitro que ocasionan la pérdida de la preñez.

7.2. RECOMENDACIONES

- Realizar una evaluación de la funcionalidad del cuerpo lúteo mediante medición de P4 plasmática y ecografía doppler que nos permitan mejorar el diagnóstico de receptoras que pueden ser aptas para recibir el embrión.
- Se recomienda realizar estudios con una población mayor en la que se incluyan diferentes municipios de la cuenca lechera del departamento de Nariño para obtener datos más significativos.
- Mantener el hato libre de enfermedades, con programas de sanidad al día, ya que de esta manera mejoramos notablemente los niveles productivos.

8. BIBLIOGRAFÍA

- ALFONSO, Héctor. Enfermedades de la reproducción bovina endémicas de Colombia. [En línea]. Seminario de Profundización. Villavicencio, Meta: Universidad Cooperativa de Colombia. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 2018. [Citado el 10 de abril de 2021]. Disponible en: https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/12389/1/2018_enfermedades_reproduccion_bovina_.pdf
- ANDERSON, K. et al. Genetic aspects of reproductive tract scores, condition scores, and performance traits in beef heifers. Proceedings of the Western Section American Society of Animal Science. 1988. Vol. 39. p. 265. Citado por RIVERA, J; y QUINTAL, J. Selección y Manejo Reproductivo de la hembra bovina productora de carne y de doble propósito en pastoreo. [En línea]. Manual de capacitación. Instituto nacional de investigaciones forestales, agrícolas y pecuarias. Cuajimalpa. 2011. p. 40. [Citado el 12 de julio de 2022]. Disponible en: https://redgatro.fmvz.unam.mx/assets/manual_manejoreproductivo.pdf
- ÁNGEL, Juan. Anatomía y Fisiología de la hembra bovina. [En línea]. Universidad de Antioquía, 2013. p. 1. [Citado el 04 de abril de 2022]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/deme219/anatomia-y-fisiologa-reproductiva-de-la-hembra-bovina>
- ÁVILA, Mirella; MADEIRA, Carolina; AQUINO, María; y NAIR, Sonia. Morphometric and ultrastructural characterization of *Bos indicus* preantral follicles. [En línea]. En: Animal Reproduction Science. 2005. Vol. 87. p. 45-57. [Citado el 12 de diciembre de 2021]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378432004002118>
- BARUSELLI, P. Increased pregnancy rates in embryo recipients treated with CIDR-B devices and eCG. En: Theriogenology. 2001. pp 55:157. Citado por RODRÍGUEZ, Sergio. Influencia del tamaño del cuerpo lúteo, sobre la tasa de preñez, en vacas de la raza brahman, sincronizadas a tiempo fijo, para transferencias de embriones producidos In vitro. [En línea]. Trabajo de grado para optar el título de Médico Veterinario. Zootecnista. Toluca: Universidad Autónoma del Estado de México. 2017. p. 3. [Citado el 25 de abril de 2022]. Disponible en: <https://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/94382/TESIS-SRR0517.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- BARUSELLI, Prieto. et al. Bovine embryo transfer recipient synchronization and management in tropical environments. [En línea]. En: Reproduction Fertility and Development. 2010. Vol. 22. N° 1. pp. 67 – 74. [Citado el 10 de julio de 2022]. Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/40681707_Bovine_embryo_transfer_recipient_synchronization_and_management_in_tropical_environments_Reproduction

- BESPIN, A; RIVERO, I; y MORGADO, A. Historia y uso de la inseminación artificial en la Agropecuaria “La Fundación”, estado Guárico. [En línea]. En: I Simposio: Tecnologías apropiadas para la ganadería de los llanos de Venezuela. Capitulo II. 2007. p. 151. [Citado el 02 de abril de 2021]. Disponible en: <https://silo.tips/download/historia-y-uso-de-la-inseminacion-artificial-en-la-agropecuaria-la-fundacion-est#>
- BINELLI M; MACHADO, R; BERGAMASCHI, M; y BERTAN, C. Manipulation of ovarian and uterine function to increase conception rates in cattle. [En línea]. En: Animal Reproduction. 2009; Vol. 6. N° 1: p. 125–134. [Citado el 15 de abril de 2022]. Disponible en: animal-reproduction.org/article/5b5a606df7783717068b4762/pdf/animreprod-6-1-125.pdf
- BÓ, G. Actualización del ciclo estral bovino. IV Jornadas Nacionales CABIA y I del Mercosur.1998. Citado por SINTEX. Manejo Farmacológico del ciclo estral del bovino. Laboratorio de especialidades veterinarias. [En línea]. 2005. p. 1 - 5. [Citado el 10 de abril de 2021]. Disponible en: https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/72-manejo_farmacologico_ciclo_estral_bovino.pdf
- BÓ, G. et al. Treatments for the synchronisation of bovine recipients for fixed-time embryo transfer and improvement of pregnancy rates. [En línea]. En: Reproduction, Fertility and Development. 2011. Vol. 24. N° 1. pp. 272 - 277 [Citado el 10 de julio de 2022]. Disponible en: <https://www.publish.csiro.au/rd/rd11918>
- BÓ, G; BARUSELLI, P; y MAPLETOFT, R. Increasing pregnancies following synchronization of bovine recipients. [En línea]. En: Animal Reproduction, 2012. Vol. 9. N° 3. p. 313. [Citado el 18 de abril de 2021]. Disponible en: <http://host-article-assets.s3.amazonaws.com/animreprod/5b5a6058f7783717068b46eb/fulltext.pdf>
- BÓ, G. et al. Transferencia de embriones a tiempo fijo; tratamientos y factores que afectan los índices de preñez. 2003. Citado por DUICA, Arturo; TOVÍO, Néstor; y GRAJALES, Henry. Factores que afectan la eficiencia reproductiva de la hembra receptora en un programa de transplante de embriones bovinos. [En línea]. En: Revista de Medicina Veterinaria. 2007. Vol. 1. N.º 14. p. 116. [Citado el 10 de abril de 2021]. Disponible en: <https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1108&context=mv>
- BÓ, G; y CEDEÑO, A. Expression of estrus as a relevant factor in fixed-time embryo transfer programs using estradiol/progesterone-based protocols in cattle.

[En línea]. En: Animal Reproduction. 2018. Vol. 15. N° 3. pp. 224 – 230. [Citado el 10 de julio de 2022]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8202458/pdf/1984-3143-ar-15-3-224.pdf>

- BÓ, G; y MAPLETOFT, R. Evaluation and classification of bovine embryos. [En línea]. En: Animal Reproduction. 2013. Vol. 10. N°. 3. p. 344. [Citado el 10 de julio de 2022]. Disponible en: animal-reproduction.org/article/5b5a604cf7783717068b46a2/pdf/animreprod-10-3-344.pdf

- BÓ, Gabriel. Programas de sincronización de receptoras de embriones bovinos. [En línea] X simposio internacional de reproducción animal, IRAC. 2013. p. 272. [Citado el 15 de abril de 2022]. Disponible en internet: <https://iracbiogen.com/wp-content/uploads/2021/06/RESUMEN-10-Simposio-Internacional-de-Reproduccion-Animal-2013.pdf>

- BOGACZ, V. et al. Identification of the optimal dose of estradiol benzoate in combination with a progestin to program follicular turnover in cyclic cattle. En: Journal Animal Science.1999. Vol. 77, p. 124. Citado por BURKE, C. et al. Estradiol benzoate delays new follicular wave emergence in a dose-dependent manner after ablation of the dominant ovarian follicle in cattle. [En línea]. En: Theriogenology. 2003. Vol. 60. N° 4. pp. 647 - 658. [Citado el 20 de abril de 2021]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12832014/>

- BRAW-TAL, R; y ROTH, Z. Gene expression for LH receptor, 17 alpha-hydroxylase and StAR in the theca interna of preantral and early antral follicles in the bovine ovary. [En línea]. En: Society for Reproduction and Fertility. 2005. Vol. 129. N° 4. p. 453 – 461. [Citado el 12 de abril de 2022]. Disponible en: <https://rep.bioscientifica.com/view/journals/rep/129/4/1290453.xml>

- BRENES, Cinthya. Biotecnologías reproductivas en bovinos, sincronización y transferencia de embriones in vivo realizada en el Instituto de Reproducción Animal Córdoba, Argentina. [En línea]. Trabajo de grado para optar el título de licenciatura en Medicina Veterinaria. Universidad Nacional. Facultad de ciencia de salud. 2014. [Citado el 12 de julio del 2022]. Disponible en: <https://repositorio.una.ac.cr/bitstream/handle/11056/12990/Cinthya-Pamela-Brenes-Jim%C3%A9nez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- BUSCH, D. et al. Effect of ovulatory follicle size and expression of estrus on progesterone secretion in beef cows. [En línea]. En: Journal of Animal Science. 2008. Vol. 86. N° 3. pp. 553 – 563. [Citado el 15 de abril de 2022]. Disponible en: <https://academic.oup.com/jas/article-abstract/86/3/553/4789053>

- CAMACHO, J; y MANTILLA, A. Clasificación de alteraciones morfológicas en cérvix de hembras cebú dedicadas a la cría en hatos del sur del cesar y sur de bolívar. Tesis para optar por el título de médico veterinario y zootecnista. Bucaramanga: Universidad Cooperativa de Colombia. Facultad de medicina veterinaria y zootecnia. 2008. Citado por RUIZ, Jorge. Alteraciones morfológicas del tracto reproductivo de hembra bovina, caprina y ovina. [En línea]. Bucaramanga: Universidad Cooperativa de Colombia. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 2014. p.26. [Citado el 15 de noviembre de 2021]. Disponible en: <https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/544/1/ALTERACIONES%20MORFOLOGICAS%20DEL%20TRACTO%20REPRODUCTIVO%20DE%20HEMBRA%20BOVINA%2C%20CAPRINA%20Y%20OVINA.pdf>
- CAMARGO, Alexander. Anatomía de la hembra bovina, práctica sobre paso de sonda Foley, lavados uterinos y aspiración folicular en T.E. [En línea]. Grupo tecnólogos reproducción bovina. (SENA). 2010. [Citado el 12 de abril de 2022]. Disponible en: <http://reproduccion-bovina2010.blogspot.com/2011/02/anatomia-de-la-hembra-bovinapractica.html>
- CÁRDENAS, L; BUITRAGO, J; y GALVIS, M. Estudio de las alteraciones morfológicas de cérvix en novillas, en los hatos libiney y la consulta del departamento del meta, para relacionar su grado de heredabilidad. Trabajo de grado para optar el título de médico veterinario. Bucaramanga, Santander: Universidad Cooperativa de Colombia. Facultad de Medicina Veterinaria Zootecnia. 2009, p. 1-81. Citado por RUIZ, Jorge. Alteraciones morfológicas del tracto reproductivo de hembra bovina, caprina y ovina. [En línea]. Bucaramanga: Universidad Cooperativa de Colombia. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 2014. p. 15. [Citado el 15 de noviembre de 2021]. Disponible en: <https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/544/1/ALTERACIONES%20MORFOLOGICAS%20DEL%20TRACTO%20REPRODUCTIVO%20DE%20HEMBRA%20BOVINA%2C%20CAPRINA%20Y%20OVINA.pdf>
- CERRI, R. et al. Concentration of progesterone during the development of the ovulatory follicle: II. Ovarian and uterine responses. [En línea] En: Journal of Dairy Science. 2011. Vol. 94. pp. 3352-3365. [Citado el 28 de abril de 2022]. Disponible en: [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(11\)00329-8/pdf](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(11)00329-8/pdf)
- CERRI, R; RUTIGLIANO, H; BRUNO, R; Y SANTOS, J. Progesterone concentration, follicular development and induction of cyclicity in dairy cows receiving intravaginal progesterone inserts. [En línea]. En: Animal Reproduction Science. 2009. Vol. 100. pp. 56 - 70. [Citado el 14 de marzo de 2022]. Disponible en: <https://sci-hub.se/https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18243597/>

- CHAGAS, J; LOPES, L; y ROBALO, J. Plasma progesterone profiles and factors affecting embryo-fetal mortality following embryo transfer in dairy cattle. [En línea]. En: Theriogenology. 2002. Vol. 58. N° 1. Pp. 51-59. [Citado el 1 de marzo de 2022]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0093691X02009068>
- CIORNEI, S. Embryo Transfer. [En línea] En: BOZKUR, T; y BUCAK, M. Animal Reproduction. Editorial Intechopen. Londres. 2021. [Citado el 10 de julio de 2022]. Disponible en: <https://www.intechopen.com/chapters/78116>
- COLAZO, M; y MAPLETOFT, R. Estado actual y aplicaciones de la transferencia de embriones en bovinos. [En línea]. En: Ciencia veterinaria. 2007. Vol. 9. N° 1. pp. 20 – 37. [Citado el 12 de julio de 2022]. Disponible en: https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/transplante_embriionario/31-aplicaciones_20-37.pdf
- DEJARNETTE, M. y NEBEL, R. Anatomía y fisiología de la reproducción bovina. [En línea]. En: Select Reproductive Solutions. 2011. p.1. [Citado el 15 de abril de 2022]. Disponible en: https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/97-fisiologia.pdf
- DIAZ, Camilo; y HURTADO, Felipe. Evaluación de la viabilidad y el desarrollo de embriones bovinos obtenidos por fertilización in vitro incubados en oviductos ovinos. [En línea] Trabajo de grado para optar al título de Médico Veterinario. Bogotá: Universidad de la Salle. 2010. p. 15. [Citado el 15 de mayo de 2022]. Disponible en: https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1222&context=medicina_veterinaria
- DISKIN, M; y MORRIS, D. Embryonic and early foetal losses in cattle and other ruminants. [En línea]. En: Reproduction in Domestic Animals. 2008. Vol. 43. N° 2. pp. 260 – 267. [Citado el 12 de julio de 2022]. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1439-0531.2008.01171.x>
- DUICA, A. Efecto del diámetro del folículo ovulatorio, tamaño del cuerpo lúteo y perfiles de progesterona sobre la tasa de preñez en la hembra receptora de embriones bovinos. Trabajo de grado para optar el título de Maestría en salud animal. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia. 2010. Citado por RODRÍGUEZ, Sergio. Influencia del tamaño del cuerpo lúteo, sobre la tasa de preñez, en vacas de la raza brahman, sincronizadas a tiempo fijo, para transferencias de embriones producidos In vitro. [En línea]. Trabajo de grado para optar el título de Médico Veterinario. Zootecnista. Toluca: Universidad Autónoma del Estado de México. 2017. p. 4. [Citado el 25 de

abril de 2022]. Disponible en:
<https://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/94382/TESIS-SRR0517.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- DUICA, Alberto. Efecto del diámetro del folículo ovulatorio, tamaño del cuerpo lúteo y perfiles de progesterona sobre la tasa de preñez en la hembra receptora de embriones bovinos. [En línea]. Trabajo de grado para optar el título de Maestro en Ciencia. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia. 2010. p. 63. [Citado el 14 de enero de 2022]. Disponible en:
<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/7399/780174.2010.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- DUICA, Arturo; TOVÍO, Néstor; y GRAJALES, Henry. Factores que afectan la eficiencia reproductiva de la hembra receptora en un programa de transplante de embriones bovinos. [En línea]. En: Revista de Medicina Veterinaria. 2007. Vol. 1. N.º 14. p. 116. [Citado el 10 de abril de 2021]. Disponible en:
<https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1108&context=mv>
- DURAN, C. Efecto del tamaño del cuerpo lúteo en la tasa de preñez en receptoras de embriones bovinos. 2010. Tesis de licenciatura. Santa cruz: Universidad Autónoma Gabriel René Moreno. Citado por RODRÍGUEZ, Sergio. Influencia del tamaño del cuerpo lúteo, sobre la tasa de preñez, en vacas de la raza brahman, sincronizadas a tiempo fijo, para transferencias de embriones producidos In vitro. [En línea]. Trabajo de grado para optar el título de Médico Veterinario. Zootecnista. Toluca: Universidad Autónoma del Estado de México. 2017. p. 3. [Citado el 25 de abril de 2022]. Disponible en:
<https://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/94382/TESIS-SRR0517.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- DYCE; SACK y WENSING. Anatomía Veterinaria. [En línea]. 3ra Edición. México: Manual moderno. 2007. p. 15. [Citado el 12 de marzo de 2022]. Disponible en: <https://docer.com.ar/doc/8nes51>
- EALY, Alan; WOOLDRIDGE, Lydia; y MCCOSKI, Sarah. BOARD INVITED REVIEW: Post-transfer consequences of in vitro-produced embryos in cattle. [En línea]. En: Journal of Animal Science. 2019. Vol. 97. N.º 6. pp. 2555 – 2568. [Citado el 12 de julio de 2022]. Disponible en:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6541818/pdf/skz116.pdf>
- FEDEGAN. Ganadería colombiana, hoja de ruta 2018 – 2022. [En línea]. Bogotá D.C., Colombia. 2018. p. 19. [Citado el 08 de abril de 2021]. Disponible en:
https://estadisticas.fedegan.org.co/DOC/download.jsp?pRealName=Hoja_de_ruta_Fedegan.pdf&ildFiles=682

- FERGUSON, S; y GALLIGAN, D. Reproductive programs in dairy herís. 1993. Citado por HERNÁNDEZ, Santiago. Actualización de protocolos de transferencia de embriones a tiempo fijo. [En línea]. Revisión de literatura. Universidad Cooperativa de Colombia. sede Ibagué: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 2019. p. 12 [Citado el 18 de abril de 2021]. Disponible en: https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/11301/1/2019_actualizacion_protocolos_transferencia.pdf
- FERNÁNDEZ, Álvaro. Dinámica folicular: funcionamiento y regulación. En línea]. En: Sitio Argentino de Producción Animal. Departamento de Reproducción Animal. Facultad de Veterinaria, Montevideo. Uruguay. 2003. p. 1. [Citado el 10 de abril de 2021]. Disponible en: https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/23-ondas_foliculares.pdf
- FRANDSON, Rowen; WILKE, Lee; y DEE, Anna. Anatomy of the female reproductive system. Capitulo 26. En: FRANDSON, Rowen; WILKE, Lee; y DEE, Anna. Anatomy and Physiology of Farm Animals. [En línea]. 7 ed. Colorado: Wiley-blackwell, 2009. p. 421 [Citado el 15 de mayo de 2022]. Disponible en: <https://salehsalmanblog.files.wordpress.com/2016/01/01-anatomy-and-physiology-of-farm-animals-7th-edition1.pdf>
- FRANDSON, Rowen; WILKE, Lee; y DEE, Anna. The Ovary and Estrous Cycles. Capitulo 27. En: FRANDSON, Rowen; WILKE, Lee; y DEE, Anna. Anatomy and Physiology of Farm Animals. [En línea]. 7 ed. Colorado: Wiley-blackwell, 2009. pp. 429 - 436 [Citado el 15 de mayo de 2022]. Disponible en: <https://salehsalmanblog.files.wordpress.com/2016/01/01-anatomy-and-physiology-of-farm-animals-7th-edition1.pdf>
- GINTHER, O; KNOPF, L; y KASTELIC, J. Temporal associations among ovarian events in cattle during oestrous cycles with two and three follicular waves. [En línea]. En: Journals of Reproduction y Fertility. 1989. Vol. 87. p. 223 - 230. [Citado el 20 de febrero de 2022]. Disponible en: https://rep.bioscientifica.com/view/journals/rep/87/1/jrf_87_1_030.xml
- GOBERNACIÓN DE NARIÑO. Plan departamental de extensión Agropecuaria del departamento de Nariño PDEA. [En línea]. San Juan de Pasto. 2019, p. 35. [Citado el 7 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://www.minagricultura.gov.co/ministerio/direcciones/Documents/PDEA%27s%20Aprobados/PDEA%20Nari%C3%B1o.pdf>
- GOFF, A. Embryonic Signals and Survival. [En línea]. En: Reproduction in Domestic Animals. 2002. Vol. 37. N° 3. pp. 133-139. [Citado el 12 de marzo de

2022]. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1046/j.1439-0531.2002.00344.x>

- GRAAFF, W; y GRIMARD, D. Progesterone-releasing devices for cattle estrus induction and synchronization: Device optimization to anticipate shorter treatment durations and new device developments. [En línea]. En: Theriogenology. 2017. Vol. 112. p. 36. [Citado el 15 de abril de 2022]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0093691X17304569#:~:text=Three%20commonly%20used%20devices%20are,14%5D%2C%20%5B15%5D>.
- GUÁQUETA, H. Ciclo estral: Fisiología básica y estrategias para mejorar la detección de celos. [En línea]. En: Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia. 2009. Vol. 3. N° 56. p 163. [Citado el 10 de abril de 2021]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=407639221003>
- GUTIERREZ, A. et al. Predictive value of palpation per rectum for detection of the cl in zebu cattle as evaluated by progesterone concentrations and ultrasonography. [En línea]. En; Theriogenology. 1996. Vol. 46. N° 3. pp. 471 - 479. [Citado el 28 de abril de 2022]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0093691X96001690>
- HASLER, John. Factors affecting frozen and fresh embryo transfer pregnancy rates in cattle. [En línea]. En: Theriogenology. 2001. Vol. 56. N° 9. [Citado el 15 de abril de 2022]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0093691X01006434>
- HERNÁNDEZ, Joel. Fisiología clínica de la reproducción de bovinos lecheros. [En línea]. México: Universidad Nacional Autónoma de México. 2016, p. 25. [Citado el 10 de abril de 2021]. Disponible en: https://fmvz.unam.mx/fmvz/departamentos/reproduccion/publicaciones/Fisiologia_Clinica.pdf
- HERNÁNDEZ, Santiago. Actualización de protocolos de transferencia de embriones a tiempo fijo. [En línea]. Revisión de literatura. Universidad Cooperativa de Colombia. sede Ibagué: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 2019, p. 10 [Citado el 10 de abril de 2021]. Disponible en: https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/11301/1/2019_actualizacion_protocolos_transferencia.pdf
- IROULEGUY, Javier. Transferencia de embriones frescos a tiempo fijo: Algunas variables que afectan la tasa de preñez. [En línea]. Engormix. 2011. p. 2. [Citado el 30 de marzo de 2022]. Disponible en: <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/tasa-de-prenez-en-vacas-t28708.htm>

- KERBLER, T. et al. Relationship between maternal plasma progesterone concentration and interferon-tau synthesis by the conceptus in cattle. [En línea]. En: Theriogenology. 1997. Vol. 47. N° 3. Pp. 703 - 714. [Citado el 12 de marzo de 2022]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0093691X97000289?via%3Dihub>
- LEYVA, Carlos; BARRERAS, Alberto; y VARIZANGA, Modesto. Breve reseña sobre la anatomía y fisiología del aparato reproductor de la hembra bovina. En: Transferencia no quirúrgica de embriones en el ganado bovino [En línea]. México: Universidad Autónoma de Baja California, 1999. p. 28. [Citado el 12 de abril de 2022]. Disponible en: https://books.google.com.co/books?id=Ej0-5ZP9NSUC&pg=PA23&dq=anatomia+y+fisiologia+de+la+hembra+bovina&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwiRprqAsp_xAhVzQTABHdcVCfwQ6AEwAXoECAQQAg#v=onepage&q=anatomia%20y%20fisiologia%20de%20la%20hembra%20bovina&f=false
- LIEBICH, Hans y KÖNIG, Horts. Anatomía de los animales domésticos: Tomo 2. [En línea]. 2da edición. Austria: medica panamericana. 2008. 135 p. ISBN 9788498354713
- LINNEO, F. Evaluación de diferentes dosis de eCG en un protocolo simplificado de sincronización de celo en vaquillas mestizas receptoras de embriones. 2007. Citado por HERNÁNDEZ, Santiago. Actualización de protocolos de transferencia de embriones a tiempo fijo. [En línea]. Revisión de literatura. Universidad Cooperativa de Colombia. sede Ibagué: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 2019, p. 20 [Citado el 18 de abril de 2021]. Disponible en: [https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/11301/1/2019_actualizacion_protocolos_trans ferencia.pdf](https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/11301/1/2019_actualizacion_protocolos_trans%20ferencia.pdf)
- LÓPEZ, Carlos. Aparato reproductor de la Hembra. [En línea]. Departamento de Producción Animal y Pasturas. Grupo Disciplinario Fisiología y Reproducción. Estación Experimental Bernard Rosengurtt. Facultad de Agronomía. 2010. p. 8. [Citado el 14 de marzo de 2022]. Disponible en: <http://prodanimal.fagro.edu.uy/cursos/AFA/TEORICOS/14%20-%20Aparato%20reproductor%20hembra.pdf>
- LÜTTGENAU, J; y BOLLWEIN, H. Evaluation of bovine luteal blood flow by using color Doppler ultrasonography. [En línea] En: Reproductive Biology. 2014. Vol. 14. N° 2. pp. 103 - 109. [Citado el 28 de abril de 2022]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1642431X14000230?via%3Dihub>

- MAATJE, K; LOEFFLER, S; y ENMGEL, B. Predicting optimal time of insemination in cows that show visual signs of estrus by estimating the onset of estrus by podometers. 1997. Citado por HERNÁNDEZ, Santiago. Actualización de protocolos de transferencia de embriones a tiempo fijo. [En línea]. Revisión de literatura. Universidad Cooperativa de Colombia. sede Ibagué: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 2019, p. 11 [Citado el 18 de abril de 2021]. Disponible en: https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/11301/1/2019_actualizacion_protocolos_trans_ferencia.pdf
- MACMILLAN, K. y THATCHER, W. Effects of an agonist of gonadotrophin releasing hormone on ovarian follicles in cattle. 1991. Citado por HERNÁNDEZ, Santiago. Actualización de protocolos de transferencia de embriones a tiempo fijo. [En línea]. Revisión de literatura. Universidad Cooperativa de Colombia. sede Ibagué: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 2019. p. 12 [Citado el 18 de abril de 2021]. Disponible en: https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/11301/1/2019_actualizacion_protocolos_trans_ferencia.pdf
- MALDONADO, Juan y BOLÍVAR, Paula. Rational of superovulation and synchronization protocols for bovine embryo transfer ¿Evidence-based therapeutics or lack of ethics? [En línea] En: Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. Medellín: Universidad de Antioquia. 2008, Vol. 21. N. 3, p. 447 [Citado el 18 de abril de 2021]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/2950/295023540013.pdf> ISSN: 0120-0690.
- MANN, G. Corpus luteum size and plasma progesterone concentration in cows. [En línea]. En: Animal Reproduction Science. 2009. Vol. 115. N° 1-4. pp. 296-299. [Citado el 12 de marzo de 2022]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378432008004697>
- MAPLETOFT, R. Transferencia de embriones en bovinos. [En línea] En: Reviews in Veterinary medicine. Ithaca: 2006. [Citado el 18 de abril de 2021]. Disponible en: <https://www.ivis.org/library/reviews-veterinary-medicine/transferencia-de-embriones-en-bovinos>
- MATUTE, Mardo y EVELINE, Norman. Porcentaje de preñez en vaquillas receptoras de embriones sincronizadas con dos diferentes dispositivos a base de progestágenos. [En línea]. Trabajo de grado para optar al título de Ingenieros Agrónomos en el Grado Académico de Licenciatura. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras. 2014. p. 8. [Citado el 15 de mayo de 2022]. Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/3493/1/CPA-2014-052.pdf>

- MELO. et al. Follicular dynamics, circulating progesterone, and fertility in Holstein cows synchronized with reused intravaginal progesterone implants that were sanitized by autoclave or chemical disinfection. [En línea]. En: Journal of Dairy Science. 2018. Vol. 101. N° 4. pp. 3554 - 3567. [Citado el 25 de abril de 2022]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030218300924>
- MEZA, Gilberto. Protocolos de sincronización del estro y ovulación en bovinos en Colombia. [En línea]. Monografía. Universidad Nacional Abierta y a Distancia "UNAD". Escuela de ciencias agrícolas, pecuarias y del medio ambiente. Programa: zootecnia. 2017. p. 12. [Citado el 18 de abril de 2021]. Disponible en: <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/23128/gmezac.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- MONROY, Marbel. Tamaño del folículo ovulatorio, volumen del cuerpo lúteo y niveles séricos de progesterona, durante el ciclo estral y gestación temprana en vacas Holstein en Bogotá. [En línea]. Trabajo de grado para optar el título de Magister en Salud Animal. Bogotá. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 2017. pp. 39-40 [Citado el 19 de mayo de 2022]. Disponible en: https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/61025/Tesis_Yulieth_Monroy_G.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- MONTAÑO, Erika; y RUIZ, Zulma. ¿Por qué no ovulan los primeros folículos dominantes de las vacas cebú posparto en el trópico colombiano? [En línea]. En: Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. Universidad de Antioquia. 2005. Vol. 18. N° 2. p.128. [Citado el 12 de diciembre de 2021]. Disponible en internet: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=295022959004>
- MORENO, J. Transferencia de embriones en bovinos. 2004. Citado por: HERNÁNDEZ, Santiago. Actualización de protocolos de transferencia de embriones a tiempo fijo. [En línea]. Revisión de literatura. Universidad Cooperativa de Colombia. sede Ibagué: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 2019, p. 10 [Citado el 10 de abril de 2021]. Disponible en: https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/11301/1/2019_actualizacion_protocolos_transferencia.pdf
- MUNICIPIOS DE COLOMBIA. Municipio de Túquerres. [En línea]. [Citado el 18 de abril de 2021]. Disponible en: <https://www.municipio.com.co/municipio-tuquerres.html>
- MURGA, Nilton. et al. Efecto del estado de desarrollo en la tasa de preñez después de transferir embriones bovinos producidos in vivo. [En línea]. En: Spermova. 2015. Vol. 5. N° 1. p. 56. [Citado el 10 de julio de 2022]. Disponible en:

http://spermova.pe/site2/files/Revistas/Rev.No.5Vol.1/corregidoo%202018/Murga_2015_0002_12.pdf

- ODDE, K. oocyte recovery and in vitro embryo production from bovine donors aspirated at different. En: Journal of Animal Science. 1990. Vol. 68. pp. 817 - 830. Citado por BEDASA, Shibiru; KEDEBE Abriham; y ABRAHA Ashebr. Review On Reproductive Biotechnology and Its Role in Dairy Cattle Production and Health. [En línea]. En: Report and Opinion. 2017. Vol. 9. N° 3. p. 62. [Citado el 10 de enero de 2022]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/324587837_Review_On_Reproductive_Biotechnology_And_Its_Role_In_Dairy_Cattle_Production_And_Health
- OYUELA, L, y JIMÉNEZ, C. Factores que afectan la tasa de preñez en programa de transferencia de embriones producidos in vitro, en razas cebuinas. [En línea]. En; Revista de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 2010. Vol. 57. p. 192. [Citado el 10 de abril de 2021]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rfmvz/v57n3/v57n3a04.pdf>
- OYUELA, L; y JIMÉNEZ, C. Factores que afectan la tasa de preñez en programas de transferencia de embriones. [En línea]. En: Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia. 2010. Vol. 57. p. 191. [Citado el 1 de marzo de 2022]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rfmvz/v57n3/v57n3a04.pdf>
- PALMA, Gustavo y BREM, Gottfried. Biotecnología de la reproducción. [En línea]. p. 5. [Citado el 17 de enero de 2022]. Disponible en: http://www.reprobiotec.com/libro_azul/cap_01.pdf.
- PERES, L; PINCINATO, D; CUTAIA, L; y BÓ, G. Simplificación de los programas de Transferencia de Embriones a Tiempo Fijo en Rodeos Comerciales. Jornadas de Actualización en Biotecnologías de la Reproducción en Bovinos-IRAC. 2006. Citado por HERNÁNDEZ, Santiago. Actualización de protocolos de transferencia de embriones a tiempo fijo. [En línea]. Revisión de literatura. Universidad Cooperativa de Colombia. sede Ibagué: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 2019. p. 5 [Citado el 18 de abril de 2021]. Disponible en: https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/11301/1/2019_actualizacion_protocolos_transferencia.pdf
- PÉREZ, Héctor. Fisiología animal II. [En línea]. Managua. Nicaragua: Universidad Nacional Agraria. Facultad de Ciencia Animal. 2013. p. 143. [Citado el 12 de abril de 2022]. Disponible en: <https://cenida.una.edu.ni/textos/nl50p438f.pdf>

- PRIESTLEY, Miguel. Step-by-step guide to carrying out IVF on cows - Farmers Weekly. Farmers Weekly. [En línea]. 2016. [Citado el 30 de marzo de 2022]. Disponible en: <https://www.fwi.co.uk/livestock/livestock-breeding/step-step-guide-carrying-ivf-cows#:~:text=A%20growing%20number%20of%20cattle,semen%20in%20a%20pe tri%20dish>
- RANFERI, Gaona; CEJUDO, Eliana; y HERNÁNDEZ, Laura. Síndrome de hiperestimulación ovárica. [En línea]. En: Revista Mexicana de Medicina de la Reproducción. 2010. Vol. 2. N° 3. pp. 67-73. [Citado el 15 de marzo de 2021]. Disponible en: <https://www.reproduccion.org.mx/articulo/h5strongsiacutendrome-de-hiperestimulacioacuten-ovaacutericastrongh5-h6strongovarian-hyperstimulation-syndromestrongh6-2>
- RASBY, Rick y VINTON, Rosemary. Estrous Cycle Learning Module. [En línea]. Institute of Agriculture and Natural Resources. [Citado el 10 de abril de 2021]. Disponible en: <https://beef.unl.edu/learning/estrous.shtml>
- RATHBONE, M; y BURKE, C. Controlled release intravaginal veterinary drug delivery. [En línea] En: RATHBONE, M; y MCDOWELL, A. Long-acting animal health drug products: fundamentals and applications. New York. Springer. 2012. p. 247 – 270. [Citado el 21 de marzo de 2022]. Disponible en: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4614-4439-8>
- RATHBONE, Michael, et al. Fertility regulation in cattle. [En línea] En: Journal of Controlled Release. 1998. Vol. 54. pp. 117-148. [Citado el 12 de abril de 2022]. Disponible en: [https://sci-hub.se/https://doi.org/10.1016/S0168-3659\(98\)00003-0](https://sci-hub.se/https://doi.org/10.1016/S0168-3659(98)00003-0)
- REBARREN, S. et al. Pulsatile follicle stimulating hormone (FSH) secretion in prepubertal female sheep with and without food restriction. [En línea]. En: Archivos de Medicina Veterinaria. 2003. Vol. 35. N° 2. [Citado el 05 de febrero de 2022]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/288777958_Pulsatile_follicle_stimulating_hormone_FSH_secretion_in_prepubertal_female_sheep_with_and_without_food_restriction
- RIVERA, Humberto. Revisión Anatómica del aparato reproductor de las vacas. Dairy Cattle Reproduction Conference. Minneapolis. 2009. p. 103. [Citado el 12 de abril de 2022]. Disponible en: <https://www.yumpu.com/es/document/read/34473275/revision-anatomica-del-aparato-reproductor-de-las-vacas>.

- ROCHE, J. et al. Regulation of follicle waves to maximize fertility in cattle. [En línea]. En: Journal of Reproduction and Fertility. 1999; Vol. 54. pp.61–71. [Citado el 20 de abril de 2021]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10692845/>
- RODRIGUEZ, M; BÅGE, R; GUSTAFSSON; H; Y LARSSON, B. The role of the female in the success of artificial insemination. 1999. Citado por BEDASA, Shibiru; KEDEBE Abriham; y ABRAHA Ashebr. Review On Reproductive Biotechnology and Its Role in Dairy Cattle Production and Health. [En línea]. En: Report and Opinion. 2017. Vol. 9. N° 3. p. 62. [Citado el 10 de enero de 2022] Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/324587837_Review_On_Reproductive_Biotechnology_And_Its_Role_In_Dairy_Cattle_Production_And_Health
- RODRÍGUEZ, Sergio. Influencia del tamaño del cuerpo lúteo, sobre la tasa de preñez, en vacas de la raza brahman, sincronizadas a tiempo fijo, para transferencias de embriones producidos In vitro. [En línea]. Tesis para obtener el título de médico Veterinario zootecnista. Toluca: Universidad Autónoma del Estado De México. Facultad De Medicina Veterinaria Y Zootecnia. Mayo de 2017. p. 8. [Citado el 18 de abril de 2021]. Disponible en: <https://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/94382/TESIS-SRR-0517.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- ROMO, Salvador. Biotecnología reproductiva: Avances en ganado bovino. [En línea]. En: Veto Mex. 1993. Vol. 24. N° 3. pp. 177 – 184. [Citado el 19 de julio de 2022]. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/vetmex/vm-1993/vm933a.pdf>
- SAGAN. Encuesta de leche (producción diaria) - Departamento de Nariño - año 2021. [En línea]. 2021. [Citado el 07 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://drive.google.com/drive/folders/1QJZtrVgOdbcElplipV-tbJHw6-fEPIVR?usp=sharing>
- SAGBAY, Crithian. Efecto de la gonadotropina coriónica equina (EcG) aplicada al momento de retirar el dispositivo de progesterona (P4) sobre el porcentaje de preñez en vacas holstein post-parto. [En línea]. Tesis de grado para la optar el título de médico veterinario zootecnista. Cuenca. Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana. 2012. [Citado el 18 de abril de 2021]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/2419/15/UPS-CT002426.pdf>
- SARTORI, R. Mortalidad embrionaria en bovinos lecheros. [En línea]. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnología. Brasil. 2016. p. 1. [Citado el 12 de julio de 2022]. Disponible en: <https://ganaderiasos.com/wp-content/uploads/2016/10/mortalidad-embrionaria-en-bovinos-lecheros.pdf>

- SAUVÉ, R. Embryo Transfer. 2002. Citado por BEDASA, Shibiru; KEDEBE Abriham; y ABRAHA Ashebr. Review On Reproductive Biotechnology and Its Role in Dairy Cattle Production and Health. [En línea]. En: Report and Opinion. 2017. Vol. 9. N° 3. p. 62 [Citado el 10 de enero de 2022] Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/324587837_Review_On_Reproductive_Biotechnology_And_Its_Role_In_Dairy_Cattle_Production_And_Health
- SECO, F; MEDINA, L; TERUEL, M; y CALLEJAS, S. Efecto del ciproterona administrado al retiro de un dispositivo intravaginal con progesterona sobre la preñez a la IATF en vaquillonas lecheras. [En línea]. Tesis de grado para optar el título de médico de Veterinario. Tandil. UNCPBA. Facultad de Ciencias Veterinarias. 2018. p. 2 [Citado el 18 de abril de 2021]. Disponible en: <https://www.ridaa.unicen.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/123456789/1861/SECO%20SANTOS%20%20FERNANDO%20EZEQUIEL.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- SENGER. P. Pathways to pregnancy and parturition. [En línea]. 2ed. Estados Unidos: current conceptions, 2003. p. 128. [Citado el 22 de febrero de 2021]. Disponible en: <https://vetbooks.ir/pathways-to-pregnancy-and-parturition-3rd-edition/>
- SILVA, Lucas. et al. Progesterone release profile and follicular development in Holstein cows receiving intravaginal progesterone devices. [En línea] En: Theriogenology. 2021. Vol. 172. pp. 207 - 215. [Citado el 25 de abril de 2022]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0093691X21002247>
- SINTEX. Manejo Farmacológico del ciclo estral del bovino. Laboratorio de especialidades veterinarias. [En línea]. 2005. p. 1 - 5. [Citado el 10 de abril de 2021]. Disponible en: https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/72-manejo_farmacologico_ciclo_estral_bovino.pdf
- SISSON, Septimus. y GROSSMAN, James. Anatomía de los animales domésticos. [En línea]. 5 ed. Barcelona: Elsevier Masson. 2008. p. 254. [Citado el 10 de enero del 2022]. Disponible en: https://www.academia.edu/34186563/Sisson_y_Grossman_Anatomia_De_loa_animales_dom%C3%A9sticos_TOMO_1
- SMIDT, D, y NIEMANN, H. Biotechnology in genetics and reproduction. En: Livestock Production Science. 1999. Vol. 59. p. 207- 221. Citado por BEDASA, Shibiru; KEDEBE Abriham; y ABRAHA Ashebr. Review On Reproductive Biotechnology and Its Role in Dairy Cattle Production and Health. [En línea]. En:

Report and Opinion. 2017. Vol. 9. N° 3. p. 60. [Citado el 10 de enero de 2022]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/324587837_Review_On_Reproductive_Biotechnology_And_Its_Role_In_Dairy_Cattle_Production_And_Health

- SOLÓRZANO, César. et al. Reutilización de un dispositivo liberador de progesterona (CIDR-B) para sincronizar el estro en un programa de transferencia de embriones bovinos. [En línea]. En: Técnica Pecuaria en México. 2008. Vol. 46. N° 2. p. 119 - 135. [Citado el 22 de abril de 2022]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/613/61346202.pdf>
- SPENCER, T; Y BAZER, F. Conceptus signals for establishment and maintenance of pregnancy. [En línea]. En: Reproductive Biology and Endocrinology. 2004. Vol. 2. N° 49. pp. 1–15. [Citado el 12 de marzo de 2022]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/8471663_Conceptus_signals_for_establishing_and_maintenance_of_pregnancy
- STEVENSON, J. Clinical Reproductive Physiology of the Cow. Cap. 35. [En línea]. En: YOUNGQUIST, Robert y THRELFALL, Walter. Current Therapy in Large Animal Theriogenology. 2° ed. EEUU: Saunders Elsevier. 2007. pp. 258 - 270. [Citado el 10 de abril de 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-7216-9323-1.X5001-6>
- SUNDERLAND, S, et al. Selection, dominance and atresia of follicles during the oestrous cycle of heifers. [En línea]. En: Journal of Reproduction and Fertility. 1994. Vol. 3. N° 101. pp. 547-555. [Citado el 10 de abril de 2021]. Disponible en: https://rep.bioscientifica.com/view/journals/rep/101/3/jrf_101_3_006.xml
- THATCHER, W. y HANSEN, P. Systems to alter embryo survival. 1992. Citado por HERNÁNDEZ, Santiago. Actualización de protocolos de transferencia de embriones a tiempo fijo. [En línea]. Revisión de literatura. Universidad Cooperativa de Colombia. sede Ibagué: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 2019. p. 12 [Citado el 18 de abril de 2021]. Disponible en: https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/11301/1/2019_actualizacion_protocolos_transferencia.pdf
- TORRES, Facundo. Determinación de la concentración de progesterona sérica en vaquillas tratadas con implantes de Progesterona para la sincronización de celo. 2004. Citado por: PEÑARANDA, Juan y VALLEJO, Dolores. Efecto de la Progesterona aplicada siete días postinseminación en la preñez de vacas Holstein en la hacienda El Cortijo del Cantón Biblián. [En línea]. Trabajo de grado para optar el título de Médico Veterinario y Zootecnista. Cuenca, Ecuador. Universidad

Politécnica Salesiana. 2012. p. 35. [Citado el 18 de abril de 2021]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/2127/15/UPS-CT002394.pdf>

- UGALDE, Ramon. Biotecnologías reproductivas para el siglo XXI. [En línea]. En: Revista Cubana de Ciencia Agrícola. Tomo 48. N° 1. 2014. p. 33. [Citado el 02 de marzo de 2022]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193030122009>
- UNIVERSIDAD DE NARIÑO, UNIVERSIDAD DE LA FLORIDA (ESTADOS UNIDOS), COOPERATIVA DE PRODUCTOS LÁCTEOS DE NARIÑO COLACTEOS. Investigación selección mediante modelos genómicos y poligénicos para el mejoramiento genético de los bovinos de leche en el trópico alto de Nariño. [En línea]. San Juan de Pasto. 2013. p. 25. [Citado el 10 de abril de 2021]. Disponible en: https://contratacion.udenar.edu.co/wp-content/uploads/2014/01/Proyecto_Geno%C2%A6%C3%BCmica_junio_10_FINAL2.pdf
- URIBE, Camilo. Evaluación del porcentaje de preñez por transferencia de embriones para los predios Centenario y Fundadores durante el periodo 2015 a 2017. [En línea]. Trabajo de grado para optar el título de Médico Veterinario. Caldas, Antioquia. Corporación universitaria Lasallista. 2018. p. 35-37. [Citado el 18 de abril de 2021]. Disponible en: http://repository.unilasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/2191/1/Evaluacion_porcentaje_preñez_transferencia_embriones.pdf
- VASCONCELOS, J. et al. Reduction in size of the ovulatory follicle reduces subsequent luteal size and pregnancy rate. En: Theriogenology. 2001. Vol. 56. N° 2. p. 307. Citado por OYUELA, Lino. Factores que afectan la tasa de preñez en programas de transferencia de embriones producidos in-vitro, en razas cebuinas. [En línea]. Trabajo de grado para optar el título de magister en salud animal. Bogotá. Universidad Nacional. 2009. pp. 14 - 15. [Citado el 27 de abril de 2022]. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/70398/linoandresoyuela.2009.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- WERVEN, T. et al. Comparison of two intravaginal progesterone releasing devices (PRID-Delta vs CIDR) in dairy cows: Blood progesterone profile and field fertility. [En línea]. En: Animal Reproduction Science. 2013. Vol.138. N° 3-4. pp. 143 - 149. [Citado el 28 de abril de 2022]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378432013000511>.
- WILTBANK, M. et al. Physiological and practical effects of progesterone on reproduction in dairy cattle. [En línea]. En; Animal. 2014. Vol. 8. N° 1. pp. 70-81.

[Citado el 26 de abril de 2022]. Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1751731114000585>

- ZEMJANIS, R. Reproducción animal: diagnóstico y técnicas terapéuticas. 1966. Citado por RUIZ, Jorge. Alteraciones morfológicas del tracto reproductivo de hembra bovina, caprina y ovina. [En línea]. Bucaramanga: Universidad Cooperativa de Colombia. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 2014. p. 16. [Citado el 15 de noviembre de 2021]. Disponible en:
<https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/544/1/ALTERACIONES%20MORFOLOGICAS%20DEL%20TRACTO%20REPRODUCTIVO%20DE%20HEMBRA%20BOVINA%2C%20CAPRINA%20Y%20OVINA.pdf>

9. ANEXOS

Anexo A, Novillas seleccionadas.

No	ID	CLASIFICACIÓN
1	2825-8	CL
2	3545-1	CL-5
3	155	CL-5
4	149	Met
5	Negra cachona	CL
6	Pinta	CL
7	129	CL
8	154	Met
9	7220 – 1	CL
10	2832-4	CL
11	0159-5	CL
12	2828-2	CL
13	159	Met
14	061	Met
15	127	CL
16	152	CL
17	153	CL
18	141	CL
19	122	CL
20	156	CL
21	3549-3	CL-5
22	130	CL
23	132	CL
24	145	CL
25	128	CL
26	157	CL-4
27	140	CL
28	158	Met
29	160	CL
30	150	CL
31	125	CL
32	144	CL
33	123	F-3
34	121	CL

ID: Identificación del animal
DX: Diagnóstico
D: Derecho
I: Izquierdo
Cl: Cuerpo lúteo
F: Folículo
Met: Metaestro

35	146	CL
36	126	CL
37	8191-2	CL
38	139	CL

Anexo B, Novillas de T1 y clasificación de cuerpo lúteo.

T1		
ID	DX - Transferencia	
	Clasificación CL	Lado
2825-8	No respondió	
3545-1	3	D
155	3	I
149	3	D
Negra cachona	2	I
Pinta	2	I
129	3	D
154	3	D
7220 – 1	2	D
2832-4	2	I
0159-5	2	D
2828-2	2	I
159	No respondió	
061	No respondió	
127	2	D
152	2	I
153	2	D
141	3,2	D, I
122	3	I
156	2	D

TTO: Tratamiento
ID: Identificación del animal
DX: Diagnóstico
D: Derecho
I: Izquierdo
Cl: Cuerpo lúteo
F: Folículo
Met: Metaestro

Anexo C, Novillas de T2 y clasificación de cuerpo lúteo.

T2		
ID	Dx. Transferencia	
	Clasificación CL	Lado
3549-3	3	D
130	3	D
132	2	I
145	3	D
128	2	D
157	2	D
140	2	I
158	No respondió	
160	2	I
150	3	I
125	3	D
144	3	I
123	No respondió	
121	2	D
146	2	D
126	No respondió	
8191-2	2	D
139	2	D

TTO: Tratamiento
ID: Identificación del animal
DX: Diagnóstico
D: Derecho
I: Izquierdo
Cl: Cuerpo lúteo
F: Folículo
Met: Metaestro

Anexo D, Novillas preñadas en T1.

T1	
ID	PREÑADA/VACÍA
2825-8	CL
3545-1	Preñada
155	Preñada
149	CL
Negra cachona	CL
Pinta	Preñada
129	Met
154	Met
7220 – 1	CL
2832-4	Preñada
0159-5	Lavado
2828-2	Preñada
159	CL
061	QFD
127	Preñada
152	Preñada
153	Preñada
141	Preñada
122	Preñada
156	Preñada

ID: Identificación del animal
Cl: Cuerpo lúteo
Met: Metaestro
QFD: Quiste folicular derecho

Anexo E, Novillas preñadas en T2.

T2	
ID	PREÑADA/VACIA
3549-3	Met
130	Preñada
132	Preñada
145	Preñada
128	CELO
157	Preñada
140	CL
158	CL
160	Preñada
150	CL
125	F3
144	Preñada
123	CL
121	F3
146	CL
126	CL
8191-2	Preñada
139	Preñada

ID: Identificación del animal

Cl: Cuerpo lúteo

Met: Metetraestro

F3: Folículo grado 3

Anexo F, DX2 en T1.

T1	
ID	DX2 PREÑADA/VACIA
3545-1	Preñada
155	Preñada
Pinta	Preñada
2832-4	Preñada
2828-2	Preñada
127	Preñada
152	Preñada
153	Vacía
141	Preñada
122	Preñada
156	Vacía
PREÑEZ	9

ID: Identificación del animal
DX: Diagnóstico

Anexo G, DX2 en T2.

T2	
ID	Dx2 PREÑADA/VACIA
130	Preñada
132	Preñada
145	Preñada
157	Preñada
160	Preñada
144	Preñada
8191-2	Vacía
139	Preñada
PREÑEZ	7

ID: Identificación del animal
DX: Diagnóstico