



UTMACH

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

EVALUACIÓN DEL MÉTODO DE TRANSFERENCIA EMBRIONARIA EN
NOVILLAS Y VACAS RECEPTORAS EN UNA HACIENDA DE
PRODUCCIÓN BOVINA

VÁSQUEZ BORJA SILVIA DEL CARMEN
MÉDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA

MACHALA
2018



UTMACH

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

EVALUACIÓN DEL MÉTODO DE TRANSFERENCIA
EMBRIONARIA EN NOVILLAS Y VACAS RECEPTORAS EN UNA
HACIENDA DE PRODUCCIÓN BOVINA

VÁSQUEZ BORJA SILVIA DEL CARMEN
MÉDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA

MACHALA
2018



UTMACH

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

TRABAJO TITULACIÓN
TRABAJO EXPERIMENTAL

EVALUACIÓN DEL MÉTODO DE TRANSFERENCIA EMBRIONARIA EN
NOVILLAS Y VACAS RECEPTORAS EN UNA HACIENDA DE PRODUCCIÓN
BOVINA

VÁSQUEZ BORJA SILVIA DEL CARMEN
MÉDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA

PELAEZ RODRIGUEZ HENRY OLAY

MACHALA, 11 DE SEPTIEMBRE DE 2018

MACHALA
2018

Nota de aceptación:

Quienes suscriben, en nuestra condición de evaluadores del trabajo de titulación denominado EVALUACIÓN DEL MÉTODO DE TRANSFERENCIA EMBRIONARIA EN NOVILLAS Y VACAS RECEPTORAS EN UNA HACIENDA DE PRODUCCIÓN BOVINA, hacemos constar que luego de haber revisado el manuscrito del precitado trabajo, consideramos que reúne las condiciones académicas para continuar con la fase de evaluación correspondiente.



PELAEZ RODRIGUEZ HENRY OLAY
0702789744
TUTOR - ESPECIALISTA 1



SANCHEZ QUINCHE ANGEL ROBERTO
0703345504
ESPECIALISTA 2



ALVAREZ DIAZ CARLOS ARMANDO
0706734597
ESPECIALISTA 3

Machala, 11 de septiembre de 2018

Urkund Analysis Result

Analysed Document: Tesis- urkud.docx (D40809083)
Submitted: 8/13/2018 6:34:00 PM
Submitted By: hpelaez@utmachala.edu.ec
Significance: 2 %

Sources included in the report:

Anteproyecto tesis Dr. Jhon Montenegro.doc (D12155313)
LIBRO BIOTECNOLOGÍAS REPRODUCTIVAS.docx (D36003479)
<http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/3413/1/tesis.pdf>

Instances where selected sources appear:

3

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

La que suscribe, VÁSQUEZ BORJA SILVIA DEL CARMEN, en calidad de autora del siguiente trabajo escrito titulado EVALUACIÓN DEL MÉTODO DE TRANSFERENCIA EMBRIONARIA EN NOVILLAS Y VACAS RECEPTORAS EN UNA HACIENDA DE PRODUCCIÓN BOVINA, otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

La autora declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

La autora como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 11 de septiembre de 2018

VÁSQUEZ BORJA SILVIA DEL CARMEN
0705815827

DEDICATORIA

El presente trabajo de titulación está dedicado a Dios; primeramente, por darme la bendición de vivir plenamente y compartir cada instante de mi vida con seres especiales que en toda su esencia han sido parte del transcurso del camino, y que hoy con el más profundo y sincero agradecimiento a la vida, celebran conmigo este logro. A mis padres, por ser mi fortaleza en momentos complejos y ser apoyo incondicional durante mi proceso de formación académica. A mis abuelos, por ser mi segundo hogar y regocijo en el trayecto de mi vida. A mis estimados docentes, por ser mi orientación en el aprendizaje continuo y brindarme consejos que han sabido ser mi ímpetu en el desarrollo profesional y estudio de campo.

Con cariño, para ustedes este logro.

AGRADECIMIENTO

Quiero iniciar estas líneas agradeciendo a la vida por darme momentos plenos y bendecidos sin más ni menos, sino en todo el sentido de vivir un día a la vez. A Dios padre, por la oportunidad que me dio al culminar mi formación académica con esfuerzo y amor; por permitirme ser profesional de una carrera que muy pocos se atreven a experimentar.

A mis padres, por ser mi inspiración de vida y ser mi pilar fundamental al emprender esta aventura que hoy se convierte en mi profesión. A mis abuelos, por brindarme el amor más puro que atraviesa fronteras y derriba obstáculos con palabras de aliento.

Un agradecimiento especial a mi tutor el Dr. Henry Peláez R. MgSc por el apoyo incondicional y su respaldo durante todos los procesos, permitiendo la culminación del presente trabajo.

También quiero brindar un agradecimiento infinito al Dr. Carlos Armando Álvarez D. PhD, por sus sugerencias y por su incondicional e invaluable apoyo brindado para realizar esta investigación.

Quiero también ofrecer mi más sincero agradecimiento al Ing. Oscar Castro por la paciencia al impartir sus conocimientos en el estudio de campo y que hoy se ve reflejado en este logro. Así mismo, un Gracias fraterno al Ing. Irán Rodríguez por ser mi guía profesional en la estadística del caso. Al comité evaluador del proceso de titulación por fomentar el desarrollo de la tesis.

Mi gratitud es para ustedes.

RESUMEN

Siendo la transferencia de embriones uno de los métodos reproductivos más utilizados y una de las herramientas más beneficiosas a nivel mundial, ha permitido incrementar el mejoramiento genético del ganado de leche y carne, ya que las ventajas que ofrece este programa es importante para incrementar la producción en las hembras genéticamente superiores. El presente trabajo de investigación se realizó en la Provincia de Santo domingo de los Tsáchilas en la Hacienda San Antonio, ubicada en la Vía Quevedo Km. 38^{1/2} s/n Margen Izquierdo. El objetivo fue evaluar la viabilidad gestacional de la transferencia de embriones en novillas y vacas receptoras, trabajando con 79 vacas y 190 novillas que se les realizó la respectiva sincronización de celo utilizando el siguiente protocolo hormonal; en el día 0 se aplicó 2 ml de Sincrodiol (Benzoato de Estradiol) más el implante intravaginal de liberación lenta de progesterona (Sincrogest), al Día 5 se aplicó 2 ml de Sincrocio (Prostaglandina) más 2 ml de Sincro eCG (Gonadotrofina Coriónica Equina), al día 8 se retiró el implante intravaginal y se aplicó 1ml de Sincro CP (Cipionato de estradiol), al día 16 se realizó la respectiva evaluación ovárica utilizando la ultrasonografía con la finalidad de identificar la presencia y tamaño del cuerpo lúteo en los ovarios, de estar apta la hembra, se procede el día 17, a la respectiva transferencia de embriones (TE); lo cual se trabajó con 64 vacas y 164 novillas que reaccionaron al protocolo hormonal. Al día 40 se realizó el diagnóstico de gestación con ultrasonografía y a los 90 días se confirmó la gestación por palpación rectal tanto en novillas como en vacas. La información obtenida se organizó y tabuló en hojas de Microsoft Excel a partir de las diferentes variables estudiadas. Para el procesamiento de los datos se utilizó el programa estadístico SPSS versión 22 de prueba para Windows y una confiabilidad del 95%, o sea, un nivel de significancia del 5%. Los resultados se muestran en gráficos de barras, los cuales permiten disponer de una mejor comprensión de la información recopilada. Los resultados muestran que el ovario derecho tiene mejor funcionalidad en vacas con un 49,4% y novillas un 43,3%, en comparación del ovario izquierdo en vacas un 29,1% y novillas un 35,3%. Considerando el número de cuerpos lúteos, se obtuvo como resultado que mejores porcentajes de gestación ocurrió con un cuerpo lúteo, en vacas un (75,0%) y novillas (56,5%) en comparación de dos a cinco CL, sus porcentajes fueron declinando. La relación de la gestación y el tamaño del cuerpo lúteo los mejores resultados se obtuvieron con tamaños de 23 a 26 mm representando en vacas 58,3% y novillas 49,3% de gestación. El diagnóstico de gestación por

ultrasonografía a los 40 días se obtuvo que las novillas presentan una mejor gestación (47,0%) en comparación a las vacas con un (42,2%), en la confirmación de preñez a los 90 días en novillas se obtuvo un (42,1%) y vacas un (37,5%). Se concluye que estadísticamente no existe una diferencia entre vacas y novillas.

Palabras claves: Progesterona, Cuerpo lúteo, gestación, ultrasonografía, palpación rectal

ABSTRACT

Being the transfer of embryos one of the most used reproductive methods and one of the most beneficial tools in the world, has allowed to increase the genetic improvement of the milk and meat cattle, since the advantages offered by this program are Important to increase production in upper genetically females. This research work was carried out in the province of Santo Domingo of the Tsachilas in the Hacienda San Antonio, located in vía Quevedo Km. 381/2 S/n left margin. The objective was to evaluate the gestational viability of the transfer of embryos in heifers and receiving cows, working with 79 cows and 190 heifers that were performed the respective heat synchronization using the following hormonal protocol; On Day 0, 2ml of Sincrodiol (Estradiol benzoate) plus intravaginal slow-release progesterone (Sincrogest) was applied, at day 5, 2ml of Sincrocio (prostaglandin) plus 2ml of synchronized ECG (Equine chorionic Gonadotrophin) was applied, At day 8 The intravaginal implant was removed and 1ml of synchro CP (estradiol cypionate) was applied, on day 16 the respective ovarian evaluation was performed using ultrasonography in order to identify the presence and size of the luteum body in the ovaries for , if the female is suitable, it is proceeded on the 17th, to the respective transfer of embryos (TE); This was worked with 64 cows and 164 heifers that reacted to the hormonal protocol. At day 40 the diagnosis of gestation was carried out with ultrasonography and at 90 days gestation was confirmed by rectal palpation in both heifers and cows. The information obtained was organized and tabulated in Microsoft Excel sheets from the different variables studied. For the processing of the data, the statistical program SPSS version 22 test for Windows was used and a reliability of 95%, that is, a level of significance of 5%. The results are shown in bar charts, which allow a better understanding of the information collected. The results show that the right ovary has better functionality in cows with 49.4% and heifers by 43.3%, compared to the left ovary in cows 29.1% and heifers 35.3%. Considering the number of corpora lutea, it was obtained as a result that better gestation percentages occurred with a corpus luteum, in cows one (75.0%) and heifers (56.5%) compared to two to five CL, their percentages were declining. The relation of gestation and the size of the corpus luteum the best results were obtained with sizes from 23 to 26mm representing 58.3% cows and 49.3% gestation heifers. The diagnosis of gestation by ultrasound at 40 days was obtained that heifers have a better gestation (47.0%) compared to cows with one (42.2%), in the confirmation of

pregnancy at 90 days in heifers one (42.1%) and one cows (37.5%) were obtained. It is concluded that statistically there is no difference between cows and heifers.

KEYWORDS:

Progesterone, luteum body, gestation, ultrasonography, rectal palpation.

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	13
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	15
2.1. Reproducción en el ganado bovino.....	15
2.2. Recuento anatómico del aparato reproductor de la hembra bovina	15
2.3. Fisiología reproductiva de la hembra bovina	16
2.3.1. Eje hipotalámico – hipofisario	16
2.3.2. Ciclo estral.....	19
2.3.2.1. <i>Estro</i>	19
2.3.2.2. <i>Metaestro</i>	20
2.3.2.3. <i>Diestro</i>	20
2.3.2.4. <i>Proestro</i>	20
2.3.2.5. <i>Dinámica folicular</i>	20
2.3.2.6. <i>Folículos</i>	21
2.3.2.7. <i>Ondas Foliculares</i>	21
2.3.2.8. <i>Ovulación</i>	22
2.3.2.9. <i>Cuerpo lúteo</i>	22
2.4. Biotecnologías de la reproducción.....	22
2.4.1. Transferencia de embriones	23
2.4.2. Producción in vitro	24
2.4.3. Selección de receptoras	24
2.4.3.1. <i>Novillas</i>	25
2.4.3.2. <i>Vacas</i>	25
2.4.4. Sincronización de celo.....	26
2.4.4.1. <i>Sincronización de celo con progestágenos</i>	26
2.4.5. Factores que afectan la transferencia de embriones	27
2.4.5.1. <i>Factores Ambientales</i>	27
2.4.5.2. <i>Factores Nutricionales</i>	28
2.4.5.3. <i>Condición Corporal</i>	28
2.5. Ultrasonografía aplicada a la reproducción bovina.....	29
2.5.1. Ultrasonografía de ovarios.....	29
2.5.2. Ultrasonografía de quistes	30
2.5.3. Diagnóstico de gestación con ultrasonografía.....	30

2.6. Estudios realizados con relación al tema	31
3. MATERIALES Y MÉTODOS	33
3.1. Localización de la zona de estudio	33
3.2. Materiales	34
3.3. Variables a considerar	34
3.3.1. Medición de las variables	35
3.3.1.1. <i>Calidad de cuerpo lúteo</i>	35
3.3.1.2. <i>Porcentaje de preñez con ecógrafo a los 40 días</i>	35
3.3.1.3. <i>Porcentaje de preñez con ecógrafo a los 90 días</i>	35
3.4. Población y muestra	35
3.5. Metodología de campo	36
3.5.1. Sincronización de receptoras	37
3.5.2. Transferencia de embriones	37
3.5.3. Diagnóstico de gestación con ecografía a los 40 días	37
3.5.4. Confirmación de preñez por palpación rectal a los 90 días	38
3.6. Procedimiento estadístico	38
3.6.1. Hipótesis estadística	38
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	39
4.1. Ubicación ovárica de los cuerpos lúteos.....	39
4.2. Porcentajes en relación al número de cuerpos lúteos	40
4.3. Porcentaje de gestación de las hembras reproductoras en relación al número de cuerpos lúteos.....	42
4.4. Tamaño de cuerpo lúteo	43
4.5. Gestación en relación al tamaño del cuerpo lúteo (mm)	45
4.6. Diagnóstico de gestación a los 40 días por ultrasonografía	46
4.7. Confirmación gestacional a los 90 días por palpación rectal.	48
4.8. Gestación total de la transferencia de embriones	49
5. CONCLUSIONES	51
6. RECOMENDACIONES	52
7. BIBLIOGRAFÍA	53
8. ANEXOS.....	62

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Pruebas de Chi-cuadrado de independencia entre estatus reproductivo y ubicación ovárica.	40
Tabla 2. Resultados del contraste de hipótesis para el número de cuerpo lúteo en relación con el estatus reproductivo.....	41
Tabla 3. Pruebas de Chi-cuadrado de independencia en relación a la gestación y número de cuerpos lúteos.	43
Tabla 4. Prueba de Chi – cuadrado en relación a la agrupación por tamaño de los cuerpos lúteos.	44
Tabla 5. Pruebas de Chi-cuadrado de independencia para relacionar la gestación con el tamaño de los cuerpos lúteos en el estatus reproductivo.	46
Tabla 6. Pruebas de Chi-cuadrado de independencia para determinar el diagnóstico de gestación a los 40 días.....	47
Tabla 7. Pruebas de Chi-cuadrado de independencia para determinar la confirmación de preñez a los 90 días.	49
Tabla 9. Porcentaje total de gestación de la transferencia de embriones.....	49

ÍNDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1. Ubicación ovárica de los cuerpos lúteos.....	39
Gráfico 2. Porcentaje en relación al número de cuerpos lúteos.	41
Gráfico 3. Gestación de las hembras reproductoras en relación al número de cuerpos lúteos.....	42
Gráfico 4. Agrupación por tamaño de cuerpos lúteos (mm).....	44
Gráfico 5. Gestación en relación a la agrupación por tamaño de los cuerpos lúteos.....	45
Gráfico 6. Diagnóstico de gestación a los 40 días por ultrasonografía.....	47
Gráfico 7. Confirmación gestacional a los 90 días por palpación rectal.....	48
Gráfico 8. Porcentaje total de gestación de la transferencia de embriones.....	50

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Fuente: Google Maps	33
Anexo 2. Novillas receptoras Charbray	62
Anexo 3. Vacas receptoras	62
Anexo 4. Dispositivo intravaginal (Sincrogest)	63
Anexo 5. Hormona Sincrodiol (Benzoato de Estradiol)	63
Anexo 6. Hormonas Sincrocio y Sincro eCG	64
Anexo 7. Hormona SincroCP (Cipionato de Estradiol)	64
Anexo 8. Aplicación de 2 ml de Sincrodiol	65
Anexo 9. Preparación del Implante Intravaginal	65
Anexo 10. Aplicación de dispositivo intravaginal (Sincrogest)	66
Anexo 11. Retiro de Implantes	66
Anexo 12. Aplicación de 1 ml de SincroCP	67
Anexo 13. Equipo Ecográfico	67
Anexo 14. Diagnóstico de gestación por ultrasonografía	68
Anexo 15. Pistola y transportador de embriones	68
Anexo 16. Pajuela de Embrión	69
Anexo 17. Colocación de la pajuela en la pistola	69
Anexo 18. Cuerpo lúteo de 15 mm	70
Anexo 19. Cuerpo lúteo de 22 mm	70
Anexo 20. Observación de tres cuerpos lúteos de diferentes tamaños	71
Anexo 21. Cuerpo lúteo de 17 mm de diámetro con su respectivo flujo sanguíneo	71
Anexo 22. Observación folículos ováricos sin presencia de cuerpo lúteo	72
Anexo 23. Folículos ováricos	72
Anexo 24. Ultrasonografía de vaca vacía, donde se observa cuernos uterinos sin presencia de una gestación	73
Anexo 25. Diagnóstico de gestación por ultrasonografía a los 40 días en vaca	73
Anexo 26. Diagnóstico de gestación por ultrasonografía a los 40 días en novilla	74
Anexo 27. Confirmación de preñez a los 90 días	74
Anexo 28. Ubicación ovárica de los cuerpos lúteos	75
Anexo 29. Número de cuerpos lúteos	75
Anexo 30. Gestación de las hembras bovinas en relación al número cuerpo lúteo	76

Anexo 31. Agrupación por tamaño del cuerpo lúteo.....	76
Anexo 32. Gestación en relación a la agrupación del tamaño de los cuerpos lúteos	77
Anexo 33. Diagnóstico de preñez a los 90 días por ultrasonografía	78
Anexo 34. Confirmación de gestación a los 90 días por palpación rectal.....	78

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad la producción ganadera es una de las actividades más desarrolladas por la humanidad debido a las nuevas biotecnologías utilizadas en el mundo, entre ellas, la transferencia de embriones, que constituye uno de los métodos de reproducción más beneficios y económicos para el productor, permitiendo obtener animales genéticamente mejorados tanto del lado paterno como materno, y así mejorar el desarrollo productivo de la ganadería bovina, aspirando a tener resultados exitosos en la producción, valor genético y económico, ya que hoy en día población es cada vez mayor lo que se requiere disponer de mejores animales para satisfacer las necesidades de la alimentación humana.

Una biotecnología ampliamente utilizada con anterioridad fue la inseminación artificial, que, producto a los avances tecnológicos, ha ido cediendo el paso a la transferencia de embriones (TE) considerada en nuestros días como una de las herramientas más provechosas para el incremento, en gran escala, del desarrollo reproductivo en el país (1). El primer éxito que se obtuvo en Transferencia de embriones fue en mamíferos en 1890, lo cual a partir de estos avances se empezó a realizar programas de TE, involucrando a las industrias y empresas ganaderas para mejorar genéticamente las razas de ganado y disminuir los problemas reproductivos (2).

La producción de embriones bovinos ha sido producto de la fertilización in vitro o in vivo, y de la superovulación en vacas con alto valor genético, lo cual determina ser una tecnología reproductiva que tiene una positiva relación costo-beneficio, y se ha vuelto una herramienta que tiene una perspectiva rápida en el mejoramiento ganadero dando buenos resultados tanto en ganado de leche y de carne; en la segunda mitad del siglo pasado, uno de los métodos más utilizados era la congelación de embriones para su conservación, es decir, el objetivo era almacenar embriones a largo plazo para luego utilizarlos como herramienta incrementadora de la productividad en la especie bovina. (3)(4).

El presente trabajo se realizó con el propósito de conocer la respuesta gestacional de la transferencia de embriones en las novillas y vacas receptoras, utilizando protocolos de sincronización del ciclo estral a un número de animales en un periodo establecido, con la finalidad de aumentar la eficiencia reproductiva y obtener mayores crías por año y también evitar los problemas de detección de celos, debido a que esto es un problema en

el costo de la manutención de las hembras receptoras que no quedan preñadas; ya que la transferencia de embriones es una técnica con un alto valor económico, pero que ha permitido obtener animales genéticamente mejorados.

OBJETIVOS

Objetivo general

Determinar la viabilidad gestacional del método transferencia embrionaria (TE) en novillas y vacas receptoras en la hacienda San Antonio de la Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas

Objetivos específicos

- ✓ Evaluar la calidad del cuerpo lúteo en función a su presencia y su tamaño, para la transferencia embrionaria en novillas y vacas receptoras utilizando el método del ultrasonido.
- ✓ Diagnosticar el porcentaje gestacional en novillas y vacas receptoras a los 40 días mediante el empleo del ultrasonido.
- ✓ Confirmar el porcentaje gestacional en novillas y vacas receptoras a los 90 días a través de la palpación rectal.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Reproducción en el ganado bovino

El ganado bovino es una de las especies de mayor importancia en el mundo debido al aporte que hace en la alimentación humana, de ahí la necesidad de conocer la morfo fisiología comparada de su sistema reproductor, tracto genital, permitiendo una mejor comprensión fisiológica adaptativa en las diferentes razas de ganado (5). La hembra bovina presenta un ciclo estral de 21 días regulado, al igual que en todas las hembras de las diferentes especies de animales domésticos, por el eje hipotalámico-hipofisario-ovárico; el celo o el estro, momento de aceptación del macho, tiene una duración entre 2 y 24 horas planteándose que la ovulación acontece entre 28 a 31 horas posterior a la finalización del mismo (6).

2.2. Recuento anatómico del aparato reproductor de la hembra bovina

Los **ovarios** son órganos pares, ubicados en la región sublumbar unidos por el ligamento ancho, denominado mesoovario, tienen una forma ovalada, (7) y midiendo alrededor de 3.5 a 4 cm de longitud, 2.5 cm de ancho y un grosor alrededor de 1.5 cm (8).

Los ovarios realizan funciones exocrinas (liberación de óvulos) y endocrinas (esteroidogénesis), están constituidos por médula y corteza, rodeados por el epitelio superficial, llamado epitelio germinal, la médula ovárica está formada de tejido conectivo fibroelástico y extensos sistemas vascular y nervioso que llegan al ovario través de un hilo y la corteza ovárica presenta folículos ováricos, cuerpos amarillos, que pueden estar en distintas etapas de desarrollo o regresión (9).

Los **oviductos** son estructuras pares tubulares, compuestos por el infundíbulo, ampolla e istmo, miden aproximadamente de 20 a 25 cm de largo y están sostenidos por el mesosalpinx, presentan una abertura cerca del ovario en forma de embudo, llamado infundíbulo; el infundíbulo se encarga de captar el óvulo luego de la ovulación y la ampolla tiene un segmento levemente dilatado y es donde se va producir la fecundación, y luego el óvulo o embrión se dirige por el istmo hasta llegar al útero (7)(8).

El **útero** de la hembra bovina está compuesto por dos cuernos uterinos, cuerpo y **cérvix**; los cuernos son tubulares y desarrollan mediante los conductos paramesonéfricos derecho e izquierdo, miden aproximadamente de 35 a 40 cm y un diámetro de 2.5 a 3 cm, sus partes caudales de los cuernos se unen por tejido conectivo y muscular; el cuerpo es el más corto puede medir de 3 a 4 cm y se desarrolla a partir de la fusión de los conductos dejando una sola cavidad (7)(8).

El **cérvix** es un órgano constituyente del útero por lo que se ubica en el suelo de la cavidad pelviana o pélvica y lo cual separa al útero de la vagina y al tiempo que sirve de guía en el proceso de la palpación rectal, presentando una forma cilíndrica y cuyo tamaño depende de la edad de la hembra y el número de partos, en novillas puede llegar a medir de 8 a 10cm de largo y 1.5 a 2 cm de diámetro y en vacas alcanza una longitud de 10 a 15cm. (10). El cuello es un órgano fibroso formado por tejido conectivo y con pequeñas cantidades de tejido muscular liso, presentando en su interior de tres a cuatro anillos cervicales cerrando completamente el cuello uterino excepto en la fase del estro que es en donde se relaja y va permitir la entrada de los espermatozoides (9).

La **vagina**, órgano copulador de la hembra, que se extiende desde el **cérvix** hasta la vulva, mide aproximadamente de 15 a 30 cm de largo, aunque en hembras viejas y razas de carne puede ser más largo (10). Este órgano está compuesto por una mucosa muscular y adventicia, la mucosa formado de epitelio escamoso estratificado, varía en el grosor y tipo celular con el ciclo ovárico y la producción de la hormona esteroide, en algunas especie establece la etapa del ciclo estral, inicio de la pubertad y la gestación (7).

La **vulva** representa la parte externa de los órganos genitales, formada por los labios vulvares, derecho e izquierdo, lo que se unen a la comisura dorsal y ventral, encontrándose en la comisura ventral el clítoris; la vulva presenta un himen que es una membrana transversa siendo la unión de la vulva con la vagina, este órgano también presenta una mucosa formada de glándulas vestibulares, lo que se hacen homólogas con las glándulas sexuales del macho (7).

2.3. Fisiología reproductiva de la hembra bovina

2.3.1. Eje hipotalámico – hipofisario

El **hipotálamo** es uno de los órganos centrales del sistema neuroendocrino, lo cual recibe información de todos los órganos de los sentidos y también presenta receptores

hormonales, este órgano tiene la capacidad de regular funciones vitales como el hambre, el sueño y la sed del animal, también se encarga de realizar la función vital de supervivencia que es la reproducción, además de las funciones que cumple, este se halla conformado por núcleos que presentan neuronas especializadas, algunos núcleos son biliares y están ubicados a lado del tercer ventrículo, siendo una cavidad llena de líquido cefalorraquídeo ocupando el centro del hipotálamo (7).

Las diferentes áreas hipotalámicas tienen funciones dependiendo de qué tipo de neuronas intervienen, como en el área preóptica y área ventromedial del hipotálamo se localizan las neuronas encargadas de la producción de GnRH, y en la parte del núcleo arqueado están las neuronas productoras de dopamina, sin embargo podemos mencionar que las hormonas encargadas de la reproducción tenemos a la GnRH, la dopamina y la hormona liberadora de corticotropina (CRH), lo que llegan a la adenohipófisis mediante el sistema porta hipotalámico hipofisario, existe otra hormona importante en la reproducción en la cual tenemos a la oxitocina (7).

La **hipófisis** consta de una hipófisis anterior o adenohipófisis, hipófisis posterior o neurohipófisis y la hipófisis intermedia, cada una de ellas cumple funciones diferentes, lo que podemos mencionar a la adenohipófisis es de origen epitelial procedente del epitelio del paladar, presenta cinco células especializadas que secretan seis hormonas, las somatotrópicas, que secretan la hormona de crecimiento; la corticotrópicas que secretan la hormona adenocorticotropica (ACTH); la mamotrópicas secreta la prolactina; la tirotrópicas secretan la hormona estimulante de la tiroides (TSH); y la última que son las gonadotrópicas que secretan la hormona folículo estimulante (FSH) y la hormona luteinizante (LH) (7)(9).

La **neurohipófisis** también libera oxitocina en manera pulsátil, provocando la estimulación en la liberación de la $PGF2_a$, la baja magnitud del primer impulso de $PGF2_a$ va a lograr estimular la liberación de oxitocina de origen lúteo, también altas concentraciones de oxitocina produce una pérdida en la sensibilidad del endometrio lo que va a causar con el tiempo una baja secreción de $PGF2_a$. (11).

Hormona liberadora de gonadotropina (GnRH) se encuentra regulada por secreción endógena de varias hormonas y una de ellas es la melatonina, sin embargo la GnRH llega a la pituitaria anterior mediante el sistema porta hipotálamo hipofisario y se va a encargar

de la liberación de la LH y FSH lo que se unen a la proteína G conectada al receptor en la superficie celular de las células gonadotrofos (12)(13).

La **dopamina**, un neurotransmisor del sistema nervioso central, que actúa como una neurohormona y realiza la función de inhibir la secreción de la prolactina por medio de células lactotrópicas de la adenohipófisis, y por lo tanto cuando se necesita de secreción de prolactina, como puede ocurrir en la lactación, se van a producir cambios en el sistema nervioso debido a la inhibición de la secreción de la dopamina (7).

Hormona liberadora de corticotropina (CRH) es una hormona neuropéptida, que se originan por hormonas hipotalámicas para que lleguen mediante el sistema porta a las células corticotropicas de la adenohipófisis, lo que va a inducir a la secreción de la hormona adenocorticotropina (ACTH), lo que se dirige a la corteza adrenal para la estimulación del cortisol, sin embargo, en la reproducción, en el momento del parto se inicia con la liberación de CRH por medio del hipotálamo fetal, lo que provoca la expulsión del feto y existe también secreción de la misma en la lactación, induciendo a la secreción del cortisol y permitiendo un mejor funcionamiento en la glándula mamaria(7).

La **Oxitocina**, se sintetiza en el núcleo supraóptico del hipotálamo y se transporta mediante los axones del nervio hipotalámico hipofisario, por lo tanto, esta hormona presenta una gran importancia en la reproducción, debido a que se involucra en la fase folicular del ciclo estral y también en la última fase de la gestación, esta hormona además va a estimular las contracciones uterinas, lo que facilitan el transporte de los espermatozoides al oviducto durante la etapa del estro (9).

La **Hormona folículo estimulante (FSH)** es la encargada del crecimiento y maduración del folículo ovárico y para la secreción de estrógenos del ovario esta hormona va a necesitar de la LH para estimular cierta producción de estrógenos (9). Es una hormona necesaria para el reclutamiento de los folículos antrales, y de tal manera también se involucra en el aumento de la vascularización del folículo dominante, lo cual el aumento de esta irrigación va a permitir obtener una buena obtención de nutrientes (12).

La **Hormona luteinizante (LH)** es una hormona glicoproteína, localizada en lóbulo anterior de la hipófisis, esta hormona se encarga de estimular la maduración folicular, la formación y mantenimiento del cuerpo lúteo (14). También se involucra incrementando la síntesis y secreción de los estrógenos, que son responsables para la inducción del estro

y la ovulación (15). La LH tiene como función reiniciar la meiosis en el folículo preovulatorio, desencadenando la ovulación, el desarrollo y mantenimiento del cuerpo lúteo, ejerciendo así una acción mediante la unión a receptores de membrana en células de la granulosa y teca del folículo preovulatorio, provocando así un aumento de AMPc vía adenil ciclasa, que estimula la conversión del colesterol en pregnenolona y liberando los sucesos de ovulación (12).

2.3.2. Ciclo estral

El ciclo estral comprende desde el inicio del estro hasta la nueva aparición del mismo, dividiéndose en fases: la fase folicular o regresión lútea conocida como (Proestro), fase preovulatoria (Estro y metaestro) y por último la fase luteal que es la etapa del (Diestro), también se debe entender que las estructuras ováricas se dividen en dos fases, la primera que es la fase luteal que comprende el desarrollo y mantenimiento del cuerpo lúteo, y la última es la fase folicular que se presenta con un periodo de luteólisis a ovulación del folículo dominante, todos estos procesos endocrinos los regula el hipotálamo, la hipófisis y el útero (11)(16).

2.3.2.1. *Estro*

El estro es la fase donde existe el apareamiento entre la hembra y el macho y donde ocurre la ovulación y el inicio a la formación del cuerpo lúteo en la mayoría de las hembras poliéstricas, esto ocurre debido a un incremento en la producción de estrógenos, cuando existen niveles altos de estrógeno, se estimula la secreción y liberación de GnRH o gonadotropinas, lo que a su vez produce un brote extenso y prolongado de FSH-LH (17).

Durante este periodo la hembra bovina presenta características que la hacen diferenciar de las demás etapas, mostrando mugidos, pierde el apetito, inmovilidad en la monta, frecuencia de micción constante, inquietud, las glándulas uterinas tanto cervicales como vaginales secretan un moco viscoso, generando un olor que atrae al toro debido a las feromonas de la misma (17).

Sin embargo, existen diferencias entre razas, lo que se menciona que las hembras Bos Indicus presentan un celo de duración corta, aproximada de 10 horas, comparado a las Bos Tauros, lo que esto dificulta la detención de celos en rebaños, se debe tener en cuenta todas estas características del estro y la ovulación para implantar buenos programas de

detención de celo teniendo en cuenta las diferencias que encuentras entre los Bos Indicus y Bos Tauros (18).

2.3.2.2. *Metaestro*

El metaestro es la fase en el que los restos foliculares se van a transformar en una glándula endocrina, conocida como cuerpo lúteo (11), esto ocurre porque la capas epiteliales de las células sufren un hipertrofia debido al rompimiento del folículo dando paso a la formación del cuerpo lúteo, las glándulas uterinas se activan permitiendo que el músculo uterino esté relajado y el cérvix estrecho y lo cual el moco vaginal se vuelve escaso (16).

2.3.2.3. *Diestro*

El Diestro es aquella etapa es donde existe una funcionalidad del cuerpo lúteo y con una elevada secreción de progesterona, (11) esta fase es regulada por medio de las secreciones de la glándula pituitaria anterior, la secreción de progesterona está controlada por estímulos, el luteotropico que estimula la progesterona y el luteolítico que inhibe la progesterona, lo cual son secretados durante el ciclo estral (19).

2.3.2.4. *Proestro*

El proestro es aquella etapa donde existe una caída de progesterona como una secuencia de la regresión del cuerpo lúteo y donde empieza a existir un crecimiento folicular ovulatorio dando paso al aumento de la concentración de progesterona (11). En esta fase el útero también se extiende y su mucosa toma una consistencia congestionada y edematosa, la mucosa vaginal se torna hiperémica, sus células epiteliales se cornifican y existiendo un aumento de secreción (16).

2.3.2.5. *Dinámica folicular*

La dinámica folicular se desencadena mediante los procesos reproductivos de las fases de ciclo estral, donde existe el crecimiento y regresión de un conjunto de folículos antrales, en donde uno de estos folículos se desarrolla hasta convertirse en un folículo preovulatorio, todos estos procesos están regulados por factores que se interrelacionan y permiten la ovulación, permitiendo que exista un final del ciclo estral y un nuevo inicio en la vida reproductiva de la hembra (16)(20).

Teniendo en cuenta que el ciclo estral se caracteriza por presentar de 2 a 3 ondas foliculares, cada onda tiene un tiempo de duración que va desde 8 a 10 días en la cual

debe existir la aparición de un cuerpo lúteo, todo este proceso presenta etapas que van desde un reclutamiento, crecimiento y la selección del folículo dominante (21).

2.3.2.6. *Folículos*

Los folículos son la parte fundamental del ovario y son aquellos que comandan las fases del ciclo estral, presentan dos funciones que es la producción de hormonas y de ovocitos listos para la fecundación; los ovocitos por lo general se desarrollan y alcanzan la madurez dentro del folículo, según sus estadios foliculares se clasifican en los siguientes (22).

Folículos primordiales: estos folículos se los determina por ser de una estructura ovalada, se constituyen por un ovocito cuyo crecimiento se halla interrumpido en la fase de diploteno de la profase I de la meiosis y rodeado de una sola capa de células epiteliales foliculares; el diámetro del ovocito en esta fase es más o menos de 30 μm , y el folículo primordial presenta un diámetro menor a 40 μm (22).

Folículos primarios: estos folículos constan de un ovocito que adquieren una forma cuboidal y están rodeados por capas de células granulosas, y aumentan de tamaño entre 40 – 80 μm y rodeados por una cantidad de células de la granulosa que van de 10 a 40 células (22).

Folículos secundarios: estos presentan algunas capas de células granulosas y que a su vez rodean a las células de la teca, y el folículo incrementa de tamaño entre unos 80 a 250 μm ; las células granulosas empiezan a segregar un líquido y van estableciendo espacios entre ellas lo cual estos espacios confluyen en una cavidad llamada antro folicular (22).

Folículo antral: este folículo antral ira incrementando de tamaño hasta que adquiere la capacidad de convertirte en un folículo preovulatorio o también llamado folículo de Graaf, los folículos preovulatorios llegan alcanzar aproximadamente 15 mm en hembras adultos. (22)

2.3.2.7. *Ondas Foliculares*

Las ondas foliculares se definen como la activación y crecimiento de un grupo de folículos que se forman en cada onda de crecimiento folicular (12), teniendo en cuenta que en cada ovario hay una cantidad de folículos desde el más pequeño al más grande, lo cual uno se vuelve dominante debido a un proceso de selección, provocando que exista

una atresia en los folículos pequeños. Sin embargo cada ondas foliculares es totalmente diferente tanto en los Bos Indicus como en los Bos Tauros, estudios realizados indicaron que novillas Bos Indicus reportaron desde dos hasta cuatro ondas foliculares, y en las Bos Tauros presentaron de dos a tres ondas por ciclo estral (16), reportes indican que los ciclos estrales de una onda folicular presentan las novillas que están en la pubertad y también en vacas durante el primer intervalo luego del parto (13).

En los ciclos estrales de 2 a 3 ondas, la primera onda folicular sucede el día de la ovulación es decir en el día 0, un día después de la fase del estro, en cambio la segunda onda emerge en el día 9 o 10 con un ciclo de dos ondas, y en los días 8 y 9 se presentará hasta 3 ondas, y para finalizar se presenta una tercera onda emergente en los días 15 y 16 (23). Cuando existe ciclos de 4 ondas en adelante esto se puede deber a que existe un retraso en la luteólisis o por una falla en la ovulación (13).

2.3.2.8. Ovulación

La ovulación ocurre mediante la ruptura de la pared folicular con la liberación del oocito y el licor folicular, lo cual necesita de una retroalimentación positiva formada por una concentración elevada de estrógenos que establezca el pico preovulatorio de la LH, permitiendo que el folículo dominante ovule, y que el resto sufra atresia; el pico gonadotrópico de LH, se inicia 24 horas antes de la ovulación, presentando una duración de 12 a 24 horas aproximadamente (17).

2.3.2.9. Cuerpo lúteo

El cuerpo lúteo, glándula endocrina, constituido por células granulosas y teca interna, siendo su principal secreción la progesterona, lo cual es importante para mantener la preñez, la formación del CL se inicial por medio de diferentes cambios tantos morfológicos y bioquímicos, (11) y se desarrolla mediante el colapso del folículo que ocurre después en la ovulación (9). El cuerpo lúteo también presenta receptores para la oxitocina y estradiol, indicando que los estrógenos poseerán una acción sobre la lisis del mismo (12).

2.4. Biotecnologías de la reproducción

Actualmente existen algunas biotecnologías aplicadas en la reproducción bovina, presentando un interés importante en el mundo, pudiendo mencionar desde la

inseminación artificial, IATF, hasta la transferencia de embriones tanto en la producción de embriones in vitro como in vivo y también dentro de estas podemos mencionar la conservación de los embriones por medio de la congelación, todas estas biotecnologías se han ido incrementando gracias los programas de la superovulación y sincronización de celo lo que ha facilitado incrementar la producción en el área bovina (3).

2.4.1. Transferencia de embriones

La transferencia de embriones en bovinos es una de las técnicas que se ha implementado en todo el mundo con la finalidad de obtener animales con alto valor genético y mejorar la genética del rebaño, (24) esta técnica se la realiza mediante la obtención de embriones de una vaca donadora que ha sido seleccionada con la finalidad de aprovechar su potencial genético, y para luego ser trasplantado el embrión a una hembra bovina receptora la cual será la que llevará la gestación hasta el nacimiento del animal (25).

Este programa se trata de la selección y el manejo de la hembra donadora y receptora, todo este proceso depende mucho de la superovulación que presenten las vacas donadoras que son sincronizadas por medio de tratamientos hormonales para inducir la ovulación, todo este proceso tiene la finalidad de obtener una hembra donante con varios folículos hasta su ovulación lo que se obtendrá mayor número de oocitos, luego estos oocitos serán fecundados por medio del material seminal a nivel uterino, una vez finalizado este proceso los embriones serán recuperados del útero a los 7 días posinseminación, para después poder ser implantados en las hembras receptoras seleccionadas lo que recibirán un embrión en fresco, y así poder obtener una mayor cantidad de animales genéticamente mejorados por año, este técnica también permite que el embrión pueda ser almacenado por medio de la criopreservación para después poder ser utilizado (26) (27).

La criopreservación es un método que se utiliza con la finalidad de mantener a los embriones en un período de animación suspendida, deteniendo así sus procesos biológicos, como su actividad enzimática intercelular, su respiración celular, el metabolismo, su crecimiento y multiplicación celular, para luego de un transcurso de tiempo ser reanimados nuevamente sin que hayan perdido su capacidad de vivir y poder desarrollarse, la primera criopreservación se realizó en ratones en el año 1972, utilizando tasas de congelación de 0,3 a 2,0°C/min y una descongelación de 4 a 25°C/min, de los ratones congelados se obtuvo hasta un 70 % de desarrollo hasta el estado de blastocito in

vitro, luego de ser almacenados a una temperatura de -196°C por ocho días, obteniéndose un porcentaje de preñez del 65% y un 40% de animales nacidos de la transferencia de embriones, luego de tiempo se obtuvo el primero becerro nacido con un peso de 36 kg que fue procedente de la criopreservación almacenado en nitrógeno líquido por seis días, utilizando una tasa de congelación y descongelación de $0,2^{\circ}\text{C}/\text{min}$ y $360^{\circ}\text{C}/\text{min}$; esta técnica se ha vuelto una herramienta útil para la comercialización de los embriones (28).

2.4.2. Producción in vitro

La producción de embriones in vitro es una técnica reproductiva que consiste en la unión del espermatozoide y el ovocito fuera del tracto reproductivo de la hembra bovina, produciendo la formación de un individuo, estas técnicas ha sido desarrollado con la finalidad de optimizar el potencial genético de los rebaños a partir de hembras que presenten un elevado valor genético, todo este proceso implica la recolección de ovocitos, la maduración in vitro, la fecundación y el cultivo in vitro, existen técnicas en la recolección de los ovocitos, que pueden ser tomados a partir animales de matadero por medio de la punción folicular, mediante laparoscopia transvaginal por aspiración folicular utilizando la ultrasonografía en un animal vivo, sin embargo autores mencionan que la aspiración folicular realizada dos veces por semana permite tener embriones de buena calidad y un alto porcentaje de preñez en comparación a aspiraciones realizadas por semana (29).

2.4.3. Selección de receptoras

Para tener buenos resultados en la transferencia de embriones se debe realizar una buena selección de las hembras receptoras, tomando en cuenta que estas se encuentren en buenas condiciones tanto nutricionales como reproductivas, para la selección de la receptora se debe realizar una exploración y valoración de la hembra, tomando en cuenta que no tengan problemas reproductivos como una deformidad en su cuello uterino u ovarios juveniles, también asegurarse que no presenten enfermedades infecciosas, debido a que todos estos factores van afectar la vida reproductiva del animal, por lo tanto deben ser hembras sanas para que puedan recibir un embrión y llevarlo hasta su gestación. (27)

Se debe tomar en cuenta que las hembras receptoras de embriones presenten un cuerpo lúteo que beneficien el desarrollo de un ambiente uterino adecuado para la formación del embrión (30).

2.4.3.1. *Novillas*

Las novillas entran a una pubertad cuando estas han presentado por primera vez el ciclo estral y que está asociada a la ovulación, es decir desarrollado así sus primeros gametos femeninos, permitiéndoles estar listas para la fertilización, todo esto se relaciona con la edad y el peso corporal adecuado, y en ciertos casos esto también varía entre las razas y la nutrición (31).

La edad considerable del primer estro en novillas varía dependiendo de la raza, y del manejo nutricional que se le brinde, en novillas de leche la edad oscila entre 10 y 12 meses, y en las de carne entre 14 y 15 meses, y con una duración del ciclo estral de 21 días (32). Pero sin embargo otros autores indican que cuando la novilla alcanza su maduración sexual y su respectivo desarrollo corporal, estaría lista para ser servida entre una edad de 15 y 20 meses (31). Estudios realizados en novillas de la raza Nelore verificaron que alcanzan su pubertad a los 22 meses de edad y con un peso de 312 kg, y sin embargo novillas cruzadas alcanzaron una pubertad a los 14 meses y con un peso de 289 kg (33). Pero sin embargo un peso ideal que se debe considerar para que una novilla entre a su primer servicio debe ser de 340 a 350 kg (34).

Autores mencionaron que brindándoles una alimentación adecuada garantiza tener una ganancia de peso entre los 300 y 600 g/día, lo que permite que las novillas alcancen una pubertad a una edad más temprana y desarrollar una condición corporal adecuada (31).

2.4.3.2. *Vacas*

Las vacas debido a que ya han presentado su primer parto, estas pueden ser tan buenas como las novillas, o mejores por llegar a tener menor mortalidad perinatal, pero se debe tener en cuenta que todo esto va a depender de ciertas razas y condiciones del clima, por ejemplo las vacas Holstein van a tener una alta tasa de mortalidad en los meses cálidos (34).

Aquellas vacas que tienen su pie de cría, se les debe administrar un buen manejo nutricional, lo que esto permitirá tener buenos resultados de preñez en comparación las novillas, otra característica importante que se toma en cuenta en la selección de vacas es que éstas ya están expuestas a una variedad de agentes patógenos permitiéndoles una mejor resistencia y también brindado una mejor calidad de calostro (35).

2.4.4. Sincronización de celo

En las razas bovinas la sincronización de celo es una de las técnicas de mayor impacto reproductivo que permite obtener buenos desempeños reproductivos en el mejoramiento genético (36). De tal manera que una correcta sincronización de celo permite tener buenos resultados, lo cual contempla tener un buen funcionamiento del cuerpo lúteo como el desarrollo del folículo, permitiendo regular la ovulación, para todo este proceso existen hormonas que permiten controlar el ciclo estral y son parecidas a las hormonas reproductivas en la hembra bovina, teniendo la GnRH, PG, estrógenos y progesterona (37).

Estudios realizados indicaron que un tratamiento hormonal para la inducción de las ondas foliculares es la combinación de P4 y estradiol, este tratamiento fue aplicado en B. Indicus, B. Indicus x B. Tauros cruces, B. Tauros novillas, lo que no existió una diferencia intervalo en el tratamiento, pero sin embargo se observó que en las razas Bos Indicus novillas obtuvieron más folículos en la ola en comparación a las B. Tauros (24).

Existen diferentes protocolos para la sincronización de celo, pero sin embargo los tratamientos combinados con GnRH y PGF y los de combinación con estrógenos y progesteronas han demostrado ser protocolos muy eficaces y exitosos en el control del ciclo estral (38). Pero sin embargo las hormonas más utilizadas en la sincronización son las combinaciones de Progesteronas (P₄), la gonadotropina coriónica equina y el benzoato de estradiol (39).

2.4.4.1. Sincronización de celo con progestágenos

Los progestágenos son utilizados para realizar la sincronización del celo, uno de los protocolos más utilizados es la implantación de un dispositivo intravaginal a base de progesterona (P₄), uno de los implantes intravaginales presentes en el mercado es el CIDR, (Controlled Internal Drug Release) teniendo periodos de inserción de 7 a 10 días y seguido a esto la administración de 2mg de benzoato de estradiol intramuscular en el día 0, permitiendo sincronizar el desarrollo folicular, al día 7 se retira el implante intravaginal y se administra una prostaglandina (PGF) que sirve para inducir la luteólisis, y al día 8 se administra 1mg de BE para sincronizar la ovulación (40)(41).

Otra opción para aumentar los niveles de P₄ en la sincronización es la utilización de la gonadotropina coriónica equina, estudios realizados en vaquillas administrando a un

tratamiento eCG obtuvieron como resultado un incremento en el número de receptoras y buenos porcentajes de preñez, también se observó que hubo un aumento en el número de cuerpos lúteos presentando entre 2 a 5 CL en cada uno de sus ovarios (41).

Sin embargo, se determina que la utilización de la eCG en los protocolos de sincronización es eficaz para alcanzar el desarrollo folicular y la preñez en novillas y vacas de carne con anestro, debido a que esta hormona se asocia con la FSH y LH, estimulando el crecimiento folicular y la tasa de ovulación (42).

2.4.5. Factores que afectan la transferencia de embriones

2.4.5.1. Factores Ambientales

El medio ambiente es uno de los factores que afectan en la producción pecuaria, viéndose reflejado en los animales que dependiendo de las épocas del año sus porcentajes de preñez pueden ser altos o bajos (43), contando así que existen épocas del año que se puede obtener mayor fertilidad y esto va variar según las localidades geográficas, en otros países como México autores indican que las razas cebú y cruces en épocas de primavera y verano tienen una mayor fertilidad en comparación a las de invierno y otoño que son más bajas, y en cambio en Brasil se han observado que las hembras cebú en épocas de sequía suelen presentar una mejor fertilidad (44).

Una de las influencias ambientales que más se ha tomado en cuenta en los programas reproductivos es el estrés calórico, debido a que se produce por las altas temperaturas del ambiente y en la cual los animales no pueden enfrentar el medio en el que se encuentran, lo que les provoca cambios fisiológicos, endocrinos y conductuales, imposibilitándoles expresar todo su potencial reproductivo y productivo que ellos pueden presentar (45).

Estudios realizados en programas de TE convencional no encontraron diferencias que afecten los porcentajes de preñez en relación con las diferentes estaciones del año, pero sin embargo en un estudio realizado por medio del PIV y superovulación en vacas y novillas con embriones Holstein encontraron diferencias en las tasas de preñez en las novillas en épocas de verano comparadas con las de invierno y aquellas vacas transferidas no presentaron diferencias entre épocas del año, lo que se determinó que las vacas presentan una posible adaptación con el medio ambiente lo cual podrían enfrentar al estrés calórico en comparación a las novillas (43).

Se debe tomar en cuenta que el estrés calórico tiende a afectar dependiendo de la raza de ganado, aquellos animales de producción cárnica como ejemplo el Brahman presentan más resistencia al EC que el ganado de leche Holstein, lo que se sugiere seleccionar animales adaptados y que toleren los cambios ambientales (46).

2.4.5.2. Factores Nutricionales

La nutrición es otro de los factores que influyen en la vida reproductiva del animal, en lo cual animales con una pobre alimentación podrían sufrir trastornos reproductivos, de tal manera produciendo una baja fertilidad debida a la mala nutrición que se brinda en el hato ganadero (47).

De la misma manera las deficiencias de minerales es otro de los problemas que afecta la reproductividad, provocando unas tasas de concepción no mayor a un 45% y abortos que van del 10% (48), todo esto se refleja por la calidad nutricional que existen en las praderas, por lo que contienen pocas proteínas, calcio y fósforo, raciones pobres de proteína se va a ver reflejado en una reducción de la digestibilidad lo que disminuye el flujo de la proteína y presenta un retraso en el crecimiento de las novillas y provocando un reinicio tardío de la actividad ovárica postparto, por lo tanto también la deficiencia de fósforo en los pastizales puede provocar una difusión ovárica y cuando existen deficiencias de cobalto y cobre inducen el anestro en las hembras bovinas y aquellas deficiencias de cobre, zinc y magnesio provocan el síndrome de la vaca repetidora (31), por lo tanto los rumiantes necesitan una cierta cantidad de elementos minerales para garantizar una adecuada nutrición y una excelente eficiencia reproductiva (48).

2.4.5.3. Condición Corporal

La condición corporal de un animal se puede determinar como la cantidad de reserva de tejido que esta presenta (49).

La evaluación de la condición corporal en vacas cebuinas se la realiza en una escala del 1 al 9, existen problemas con la alta y baja CC, cuando se presentan vacas con CC con rangos por debajo de 4 están desencadenan problemas como una baja tasa de preñez, una falta de ciclicidad, un elevado aumento de los intervalos entre partos, y cuando las vacas tienen una CC por encima de 8 existen igual problemas semejantes a la baja CC, pero sin embargo esto también abarca un alto costo de mantenimiento de las vacas, por lo tanto es

importante que las hembras bovinas presenten una condición corporal en intervalo que vayan del 5 al 7 (50).

Un estudio realizado en vacas lecheras con una escala de condición corporal del (1-5), indicaron que aquellas que se encontraban con un CC de 2 A 2.5, no presentaron tener una actividad ovárica, y mientras tanto aquellas hembras que presentaba, una CC de 3 a 3.5 si se obtuvieron buenos resultados de una dimensión ovárica (47).

2.5. Ultrasonografía aplicada a la reproducción bovina

La ultrasonografía es una técnica de diagnóstico que ha sido utilizada desde tiempos pasados en la médica, lo cual en la medicina veterinaria se ha vuelto una de herramientas más útiles permitiendo examinar el tracto genital de la hembra bovina (51), es decir permite tener un acceso visual en los ovarios y útero de las hembras bovinas, permite evaluar los cuerpos lúteos, su crecimiento folicular y la ovulación de tal manera que esta técnica facilita conocer los cambios morfológicos que estos órganos podrían presentar y tener una respuesta más correcta de estas estructuras facilitando así el diagnóstico en comparación a una palpación transrectal (52).

Existen diferentes tipos de equipos ultrasonograficos, que van dependiendo desde el tamaño, el modelo y la calidad del equipo para proyectar una imagen, este equipo consta de una pantalla donde se puede visualizar las estructuras internas del animal, un transductor en cual se encarga de emitir y recibir las ondas de ultrasonido de alta frecuencia, existen dos tipos de transductores, los lineales son los que constan de una matriz de cristales piezoeléctricos de forma ventral, adaptados para el uso transrectal y son los más comunes, el otro tipo es el sensorial con una matriz de cristales que se encuentran frente del traductor y son adaptados para el uso transvaginal y transabdominal (8).

Existen traductores que van desde 3,5 hasta 12 MHz, pero los recomendables en el manejo reproductivo en los bovinos son aquellos traductores que van desde 5 a 7,5 MHz (8).

2.5.1. Ultrasonografía de ovarios

Las estructuras que podemos encontrar en los ovarios son los folículos y cuerpos lúteos, los folículos en el ecógrafo se van a observar de una estructura anecoica que es de color negro, por lo que están formados por líquido y no reflejan un ultrasonido, presenta paredes

delgadas y estructuras bien redondeadas o también pueden presentar compresiones de otras estructuras, podemos tener esta variedad debido a que dependiendo de las ondas foliculares en el ciclo estral, contengan diferentes tamaños de los folículos, pudiéndose observar folículos preovulatorios que van de 10 a 18mm de diámetro dependiendo de la raza de las hembras bovinas y aquellas vacas que están en anestros se podrá observar folículos de 2 a 3 cm de diámetro (8).

El cuerpo lúteo es aquel que se forma después de la ovulación, pudiéndose visualizar a partir del quinto al sexto día de la posovulación, observándose de una forma ecogénicas dentro del estroma del ovario que pueden ser estructuras sólidas o estructuras que puedan tener líquido en sus cavidades y que van a medir desde 4 a 10mm (8).

2.5.2. Ultrasonografía de quistes

Los quistes ováricos se los podría definir como estructuras foliculares que van más allá de 25mm, con el uso de la ecografía se puede mencionar que los quistes son las presencia de múltiples folículos con una tamaño de 18 a 20mm y estos permanecen en el ovario en un lapso de tiempo por más de 10 días sin que exista un CL; existen dos clases de quistes, los quistes foliculares y luteales, los foliculares tiene una pared muy delgada y los quistes luteales en cambio tienen una pared de tejido luteal y pueden llegar a medir de 2 a 4 cm de grosor (8).

2.5.3. Diagnóstico de gestación con ultrasonografía

La utilización de la ultrasonografía en el diagnóstico de gestación en la reproducción bovina se ha convertido en una de las herramientas más importantes e utilizadas en la actualidad, permitiendo realizar gestaciones a temprana edad, generalmente entre los 28 y 33 días, teniendo una sensibilidad del 91% y especificidad del 88%, lo que ha demostrado ser un método confiable para el diagnóstico de hembras no gestantes (53).

Cuando existe la presencia de preñez lo primero que se va a observar es el líquido anecoico en el interior del útero y seguido se observará al embrión o al feto; existen casos en que puede existir un acumulación de líquido sin preñez y puede deberse por la presencia del proestro y estro, cuando existen estos casos una diferenciación para saber si existe una gestación o no, se observara que en el celo se va a encontrar un folículo

preovulatorio y un cuerpo lúteo en regresión, y en la preñez existe un cuerpo lúteo pero no hay folículos preovulatorios (8).

Cuando una vaca está preñada en la evaluación ecográfica se visualiza al embrión como una estructura ecogénica de unos 10 mm dentro de una zona anecoica, lo cual va a ir incrementando de tamaño a partir del día 28, y extendiéndose por todo el cuerno gestante, y partir de los 30 días la membrana amniótica se la diferencia como una banda ecogénica que se encuentra alrededor del embrión, cuando la gestación va aumentando la forma del embrión va cambiando, entre los 30 y 40 días ya se puede observar el latido cardiaco diferenciándolo con un ritmo aproximado de 145 latidos por minuto y partir de los 44 días ya se empieza a identificar las hendiduras de las pezuñas y a los 52 días las costillas y los 55 a 70 días ya se puede determinar su sexo (53).

2.6. Estudios realizados con relación al tema

En programas de TE, la selección de una buena receptora permite obtener buenos resultados en tasas de preñez, autores recomienda la utilización de vaquillas vírgenes (35), y una de las razas de ganado más utilizadas en los programas productivos es la raza Nelore, debido a la buena adaptación que tienen en los climas tropicales, estas novillas son sometidas a protocolos que les permite obtener una respuesta ovulatoria con la finalidad de obtener mejores porcentajes de gestación (33).

Pero sin embargo también se ha empleado la utilización como receptoras ha hembras Nelore recién paridas, lo cual a estas hembras brindándoles un buen manejo tanto sanitario como nutricional, permitirá que su ciclo estral se reinicie pronto y respondan de una manera eficiente a los protocolos de sincronización, involucrando que estas vacas pueden tener algunas ventajas en comparación con las novillas (35).

Un estudio realizado en novillas y vacas evaluando los efectos de las épocas del año determinaron que las novillas transferidas embriones en épocas de verano alcanzaron una tasa de preñez del 52% y en épocas de invierno el 55% y el estudio realizado en vacas obtuvieron resultado de preñez en épocas de verano de un 82.5% e invierno de un 83.5%, teniendo como resultado que si existe una diferencia en la tasas de preñez junto con la adaptación climática tanto en vacas como novillas, dando como resultado que las vacas tienen una mejor adaptación medioambientales que las novillas (43). Un de las características que también se debe tener en cuenta es la fertilidad que presentan las

hembras, como por ejemplo en un estudio donde analizaron a las vacas con buena fertilidad y baja fertilidad producen embriones más viables y con tasas de preñez en vacas fértiles que van en un 68% en comparación a las de baja fertilidad de un 58% (21).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización de la zona de estudio

El presente trabajo se realizó en la Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, en la Hacienda San Antonio, localidad ubicada en la Vía Quevedo Km. 38^{1/2} s/n Margen Izquierdo.

Sus coordenadas geográficas son las siguientes

Longitud: 79°10'31" O

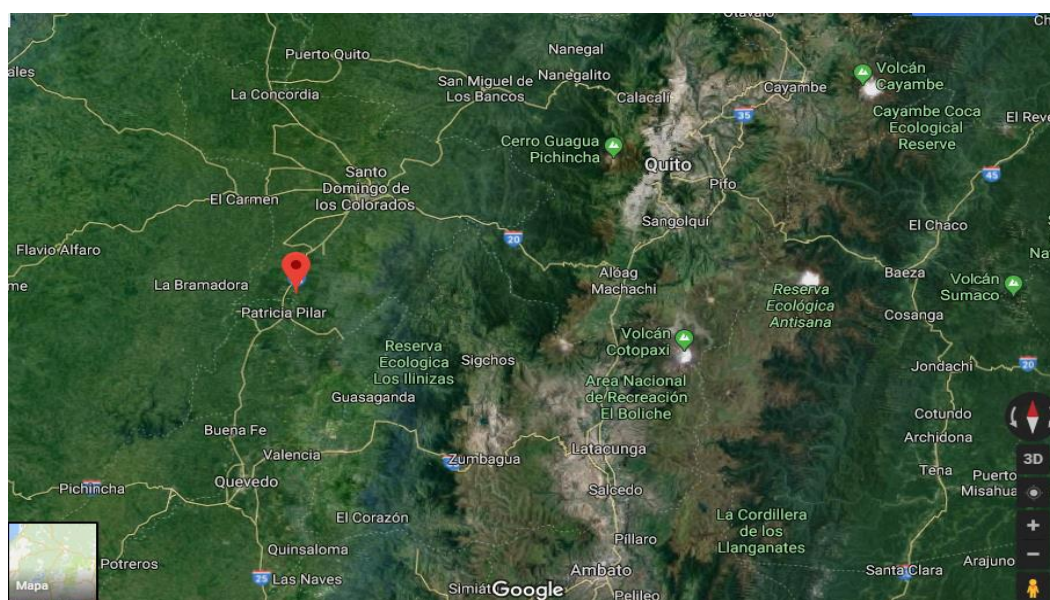
Latitud: 0°15'10" S

Altitud: 625 msnm

Temperatura: 21 °C a 32 °C

Humedad relativa: 86.9%

Presentando una zona climática lluviosa tropical, con una temperatura de unos 18 a 33°C en verano y una época de invierno donde normalmente hace más calor, teniendo una temperatura de 23 a 34 grados y a veces llega a los 38° C.



Anexo 1. Fuente: Google Maps

3.2. Materiales

Materiales de campo

- Overol
- Botas
- Cámara
- Hoja de registros
- Guantes de manejo
- Guantes de inseminación artificial
- Jeringas de 3 y 5ml
- Lidocaína al 2%
- Termo Transportador de pajuelas de embriones
- Pistola de transferencia de embriones
- Aplicador de Implantes
- Pajuela de Embriones
- Ecógrafo

Materiales de sincronización

- Implantes Intravaginales (Progesterona) (Sincrogest)
- Hormona Benzoato de Estradiol (Sincrodiol)
- Hormona Cloprostenol Sódico (Sincrocio)
- Hormona Gonadotrofina Coriónica Equina (eCG). (Sincro eCG).
- Hormona Cipionato de Estradiol (SincroCP)

3.3. Variables a considerar

- Calidad del cuerpo lúteo
- Porcentaje de preñez con ecógrafo a los 40 días
- Porcentaje de preñez con palpación rectal a los 90 días

3.3.1. Medición de las variables

3.3.1.1. Calidad de cuerpo lúteo

El día anterior a la transferencia de embriones (día 16) se examinaron todas las hembras bovinas por medio de ultrasonografía con la finalidad de determinar la ubicación y el tamaño del CL, las vacas y novillas con un CL >14 mm de diámetro fueron seleccionadas y recibieron en el día 17. Este variable es de tipo cuantitativa.

3.3.1.2. Porcentaje de preñez con ecógrafo a los 40 días

Por medio de la ultrasonografía se realiza un diagnóstico de preñez, donde se palpan 228 hembras bovinas que se les realizó la transferencia de embriones, lo cual estuvieron divididas en dos grupos, 164 novillas y 64 vacas y al final se registran las cantidades de hembras preñadas y vacías. Este variable es de tipo cuantitativa.

3.3.1.3. Porcentaje de preñez con ecógrafo a los 90 días

Del total de hembras preñadas a los 40 días, se realizó la palpación rectal, identificando al feto, con la finalidad confirmar la preñez de las hembras bovinas. Este variable es de tipo cuantitativa.

3.4. Población y muestra

Para la calcular el tamaño de las muestras de la población se aplicó la siguiente fórmula:

$$n = \frac{(p \cdot q)Z^2 \cdot N}{(E)^2(N - 1) + (p \cdot q)Z^2}$$

$$n = \frac{0.5 * 0.5 (1.96)^2 * 1000}{(0.05)^2(1000 - 1) + 0.5 * 0.5(1.96)^2}$$

$$n = \frac{0.25 * (3.8416) * 1000}{0.0025 * 999 + 0.25 * 3.8416}$$

$$n = \frac{0.9604 * 1000}{3.4579}$$

$$n = 277.7$$

$$n = 278$$

El tamaño de la muestra en novillas fue de 278, pero sin embargo solo se seleccionó 200 novillas, debido a que no todas cumplían con las condiciones adecuados para entrar a un protocolo de TE.

$$\frac{(p \cdot q)Z^2 \cdot N}{(E)^2(N - 1) + (p \cdot q)Z^2}$$

$$n = \frac{0.5 * 0.5 (1.96)^2 * 800}{(0.05)^2(800 - 1) + 0.5 * 0.5(1.96)^2}$$

$$n = \frac{0.25 * (3.8416) * 800}{0.0025 * 799 + 0.25 * 3.8416}$$

$$n = \frac{0.9604 * 800}{2.9579}$$

$$n = 259.75$$

$$n = 260$$

El tamaño de la muestra en vacas fue de 260, pero sin embargo solo se procedió a seleccionar solo 100 vacas, debido a que no todas cumplían con las condiciones adecuados para entrar a un protocolo de TE.

3.5. Metodología de campo

Para el presente trabajo experimental se seleccionaron 200 novillas y 100 vacas como receptoras de embriones, de razas, Charbray, Brahmán y cruces, tomando en cuenta su peso vivo entre 350 a 400 kg en novillas y 500 a 600 kg en vacas, con una condición corporal entre 3 – 3.5, seguido a esto por medio de un chequeo ginecológico (palpación rectal), se evaluó, cérvix, cuernos y ovarios, obteniendo información de su estado fisiológico y poder someter a estos animales a un protocolo de sincronización, del total de hembras seleccionadas 31 de ellas fueron descartadas por problemas reproductivos, quedando un total de 269 hembras que se le realizó un protocolo de sincronización de celo asignados por el técnico encargado de la hacienda; como resultado de la

sincronización sólo 228 reaccionaron al protocolo, quedando un total de 164 novillas y 64 vacas que se les realizó la transferencia de embriones.

3.5.1. Sincronización de receptoras

Se realizó el siguiente protocolo de sincronización de celo, designado por el técnico de la hacienda.

Día 0: se aplicó 2 ml de Sincrodiol (Benzoato de Estradiol) y se colocó el implante intravaginal, (Sincrogest) un dispositivo de liberación lenta de progesterona

Día 5: se aplicó 2 ml Sincrocio (Prostaglandina) y 2 ml de Sincro eCG (Gonadotropina Coriónica Equina)

Día 8: se retiró el implante intravaginal y se aplicó 1ml SincroCP (Cipionato de estradiol)

Día 16: se realizó una evaluación ovárica ecográficamente al G1 y G2, para determinar la presencia del cuerpo lúteo con su respectiva medición y la verificación si se encuentra en el ovario izquierdo o el derecho.

3.5.2. Transferencia de embriones

Día 17: se preparó la pajuela y por medio de la palpación rectal se toma el cuerno uterino donde se encuentra el ovario con el CL, seguido se aplicó 3ml de lidocaína en el espacio sacro-coccígeo, se procedió a realizar la limpieza de la vulva de la hembra para evitar cualquier contaminante en la pistola, y se depositó el embrión en el cuerno ipsilateral de donde se encontraba el cuerpo lúteo.

3.5.3. Diagnóstico de gestación con ecografía a los 40 días

El diagnóstico de gestación se realizó mediante ultrasonografía a los 40 días de haber realizado la transferencia de embriones utilizando el transductor rectal del ecógrafo; aquellas novillas y vacas que no respondieron a la TE, fueron marcadas y separadas del rebaño de las hembras preñadas.

3.5.4. Confirmación de preñez por palpación rectal a los 90 días

La confirmación de preñez se realizó mediante palpación rectal a todas las receptoras que fueron diagnosticadas preñadas a los 40 días, de igual manera marcando las hembras preñadas y separándolas de las vacías.

3.6. Procedimiento estadístico

Para determinar diferencias estadísticas significativas entre vacas y novillas (estatus reproductivo) en función de la ubicación ovárica de los cuerpos lúteos, número de cuerpos lúteos, agrupación por tamaño de cuerpos lúteos, diagnóstico de gestación a los 40 días por ultrasonografía y confirmación de gestación a los 90 días por palpación rectal, se aplicó prueba de independencia de Chi-cuadrado (X^2), la cual es una prueba no paramétrica utilizada para cuando se estudia variables categóricas. El análisis estadístico de los datos se realizó con la utilización del programa estadístico SPSS versión 22 de prueba para Windows y una confiabilidad del 95% ($\alpha=0,05$).

3.6.1. Hipótesis estadística

Hipótesis nula

H_0 : Las variables son independientes.

Hipótesis alternativa

H_1 : Las variables están relacionadas.

Regla de decisión

Cuando el p-valor obtenido (significación asintótica) en la prueba Chi-cuadrado (X^2) es mayor a α (0,05) se acepta la H_0 , y se concluye que las variables son independientes. El caso que el p-valor sea menor a 0,05 se acepta la H_1 , o sea, las variables están relacionadas, lo que indica una relación probabilística entre ellas.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Ubicación ovárica de los cuerpos lúteos.

Como se aprecia en el gráfico 1, dentro del estatus reproductivo se evidencia que en vacas el cuerpo lúteo es más relevante en el ovario derecho con un 49,4% en comparación a las novillas que presentaron un 43,7%, sin embargo, para el caso del ovario izquierdo las novillas presentan un 35,3%, a diferencia de las vacas, donde se obtuvo un 29,1%. Por otro lado, en superovulación se encontró un mayor porcentaje en novillas (7,4%) diferente al obtenido en vacas (2,5%) y en aquellas hembras que no presentaron un cuerpo lúteo representan en vacas un 19,0% y en novillas un 13,7%. Lo que puede considerar que el ovario derecho es más funcional que el izquierdo debido a que presenta un mayor tamaño en las hembras reproductoras, y en el caso de aquellas hembras que no presentaron cuerpos lúteos se evidencia que no respondieron al protocolo hormona.

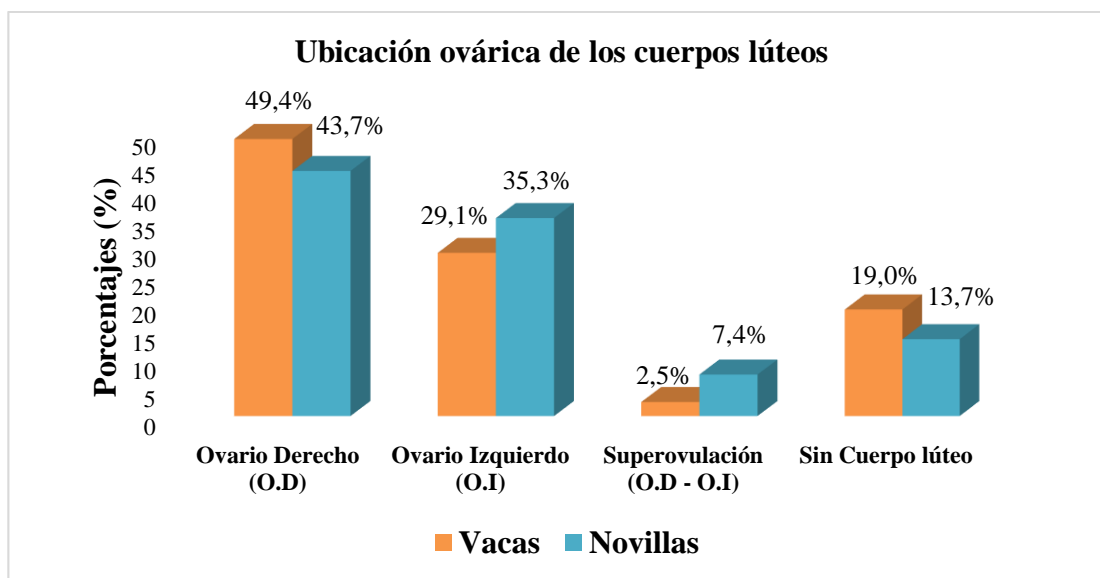


Gráfico 1. Ubicación ovárica de los cuerpos lúteos.

En la prueba Chi-cuadrado realizada para conocer la relación de dependencia del estatus reproductivo y la ubicación ovárica de los cuerpos lúteos se obtiene un p-valor de 0,235 el cual es mayor a 0,05 por lo tanto, se acepta la hipótesis nula que indica que ambas variables son independientes, y no presentan diferencia estadística en estos dos grupos (Tabla 1).

Tabla 1. Pruebas de Chi-cuadrado de independencia entre estatus reproductivo y ubicación ovárica.

	Valor	gl	Sig. asintótica (2 caras)
Chi-cuadrado de Pearson	4,252 ^a	3	,235
Razón de verosimilitud	4,606	3	,203
Asociación lineal por lineal	,000	1	,995
N de casos válidos	269		

a. 1 casillas (12,5%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 4,70.

(González *et al*, 2017)⁽⁵⁴⁾ indicaron resultados similares donde mencionan que alrededor del 60% de las preñeces ocurren en el cuerno derecho y el 40% en el izquierdo. En otra investigación realizada por González *et al*. (2014)⁽⁵⁵⁾ reportan que en novillas el 60% presentaron CL en el ovario derecho; sin embargo en vacas, un 66 % tenían CL en el ovario derecho, por lo que indicaron de tal manera que el ovario derecho es más grande y más activo que el izquierdo, y en consecuencia, un mayor número de preñeces ocurren en el lado derecho.

4.2. Porcentajes en relación al número de cuerpos lúteos

En el gráfico 2, se evidencia que, de acuerdo al protocolo hormonal, en que se utilizó, las vacas con 1 CL presentan en mayor porcentaje (62,5%) que las novillas (54,3%), al igual que cuando presentan 2 CL (28, % en vacas y 23,2% en novillas), sin embargo, cuando se presentan de 3 a 5 CL, las novillas alcanzan los mayores porcentajes (con 3 CL las novillas alcanzan 14,0% y las vacas 6,3%, con 4 CL las novillas 5,5% y las vacas 3,1% y con 5 CL, las vacas presentaron un 0% y las novillas 3%. Resultados que explican que las vacas y novillas respondieron con un mejor resultado con un CL, en comparación a los demás cuerpos lúteos, sin embargo, no existe una diferencia estadística en estos dos grupos (vacas- novillas).

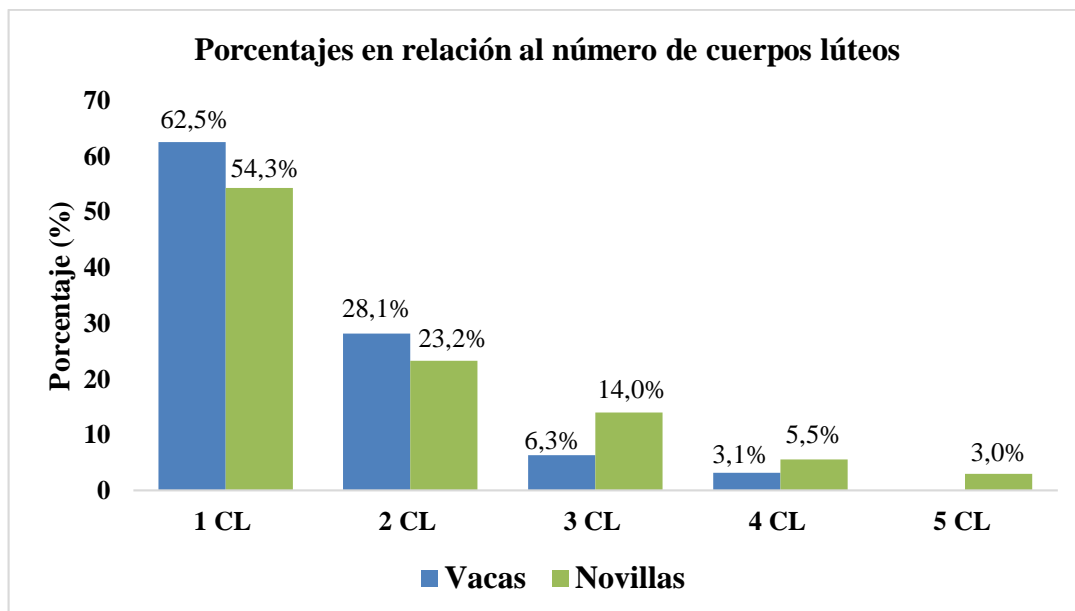


Gráfico 2. Porcentaje en relación al número de cuerpos lúteos.

Mediante la prueba no paramétrica de Chi-cuadrado para conocer la relación en el porcentaje de números de cuerpos lúteos y el estatus reproductivo, se obtuvo un p-valor de 0,211, el cual es mayor al error que se está dispuesto a cometer (0,05), por lo tanto, se acepta la hipótesis nula que indica que se presenta independencia entre las variables, o sea, que no existe una diferencia estadística en estos dos grupos (Tabla 2).

Tabla 2. Resultados del contraste de hipótesis para el número de cuerpo lúteo en relación con el estatus reproductivo.

	Valor	gl	Sig. asintótica (2 caras)
Chi-cuadrado de Pearson	5,845 ^a	4	,211
Razón de verosimilitud	7,532	4	,110
Asociación lineal por lineal	4,119	1	,042
N de casos válidos	228		

a. 3 casillas (30,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 1,40.

4.3. Porcentaje de gestación de las hembras reproductoras en relación al número de cuerpos lúteos

En el gráfico 3, se observa que el porcentaje de gestación en relación al número de cuerpos lúteos, las vacas que presentan un CL obtienen mejores resultados de gestación con un 75,2% en comparación a las novillas con un 56,5% y cuando existen de 2 a 5 CL, los índices de gestación disminuyen en las vacas, observándose que en novillas con dos CL presentan una gestación de 24,6% a diferencia de las vacas de un 16,7%, con tres CL, las novillas tienen 8,7% y vacas un 4,2%, con cuatro CL, no existe una diferencia entre estos dos grupos, vacas un 4,2% y novillas un 4,3% y con cinco CL, solo las novillas presentaron una gestación del 5,8%. Determinando que los mejores porcentajes de gestación se presentan cuando existe un cuerpo tanto en vacas como en novillas, sin embargo, no existe una diferencia estadística en los dos grupos.

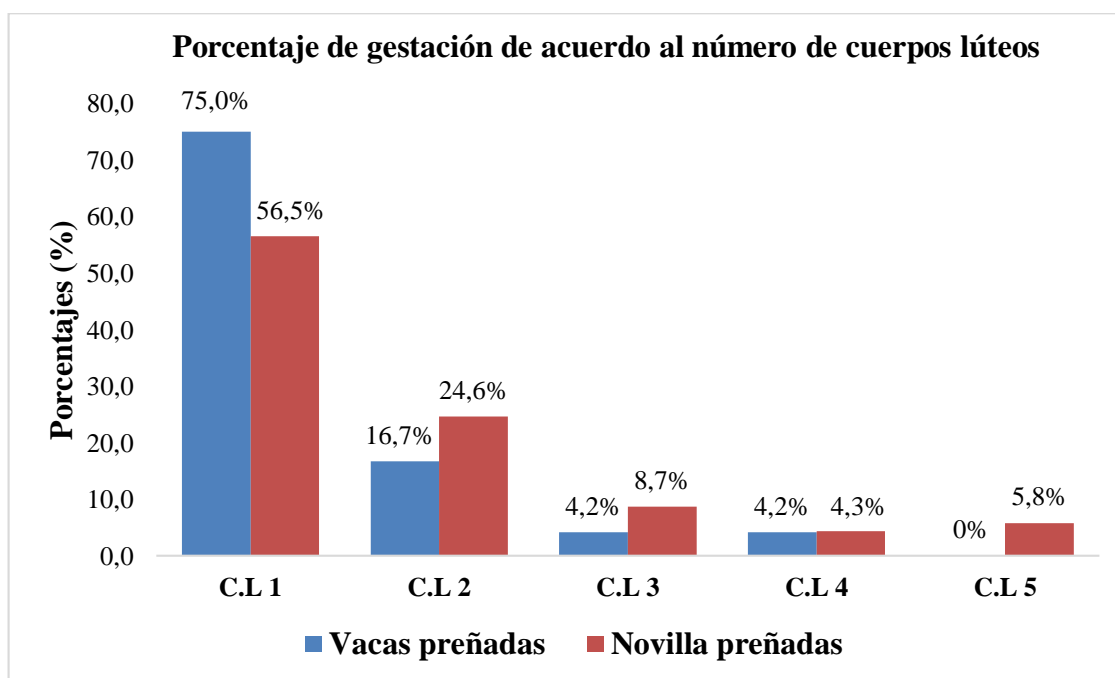


Gráfico 3. Gestación de las hembras reproductoras en relación al número de cuerpos lúteos.

En la prueba no paramétrica de Chi-cuadrado realizada para conocer la relación de dependencia de la gestación en función al número de cuerpo lúteo, se obtuvo un p-valor de 0,498 el cual es mayor a 0,05 por lo tanto, se acepta la hipótesis nula que indica que ambas variables son independientes, sin existir una diferencia estadística en ambos grupos (Tabla 3).

Tabla 3. Pruebas de Chi-cuadrado de independencia en relación a la gestación y número de cuerpos lúteos.

	Valor	gl	Sig. asintótica (2 caras)
Chi-cuadrado de Pearson	3,371 ^a	4	,498
Razón de verosimilitud	4,423	4	,352
Prueba exacta de Fisher	2,677		
Asociación lineal por lineal	2,560 ^c	1	,110
N de casos válidos	93		

a. 5 casillas (50,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 1,03.

c. El estadístico estandarizado es 1,600.

Salazar y Betancourth, (2016)⁽⁵⁶⁾ indican algo diferente, donde ellos evaluaron el efecto del número de cuerpos lúteos con porcentaje de preñez donde 673 de 1220 hembras receptoras que presentaron un solo CL el porcentaje de preñez fue del 55.16%, 61 hembras de 99 que tuvieron doble CL el porcentaje de preñez fue del 60.39%, y cuando presentaron 3 CL, 10 hembras de 14, el porcentaje de preñez fue del 71.43%; con un valor de $P = 0.38$ encontrándose diferencias estadísticamente significativas.

Otro estudio realizado por Moreno *et al.* (2003)⁽⁵⁷⁾, Los índices de preñez, en vacas con CL simples y múltiples no difirieron significativamente, pero que las diferencias numéricas entre el número y tamaño favorecen a las receptoras que presentan 1 CL ($>1,5 \text{ cm}^2$) con una tasa de preñez del 67% y de 2 y 3 CL ($2,8 < 7,4$) con un 71%, en comparación a las tasas de preñez con 1 CL ($\geq 0,8 < 1,5$) con un 33%.

En otro estudio realizado por Bo *et al.* (2004)⁽⁴¹⁾ donde realizaron un experimento con eCG, obtuvieron un aumentó significativamente en el número de CL en los ovarios de las vaquillonas, que presentaron entre 2 y 5 CL en cada ovario, lo cual no observaron disminución de preñez por la superovulación de las receptoras.

4.4. Agrupación por tamaño de cuerpos lúteos

En el gráfico 4, agrupados en tres grupos de acuerdo al tamaño del cuerpo lúteo en (mm), se observa que en el grupo 1, con tamaños que van de 14 a 18 mm, vacas obtienen un

3,1% y novillas un 26,2%, grupos 2, con tamaño de 19-22 mm, en vacas presenta un 34,4% y novillas un 35,1%, y el grupo 3, con tamaño de 23-26 mm se observa que las vacas presentan un 62,5% y novillas un 38,4%, lo que se determina que en vacas y novillas los mejores tamaños de cuerpos lúteos a considerar son los de 23 a 26 mm, seguidos de los tamaños de 19 a 22 mm.

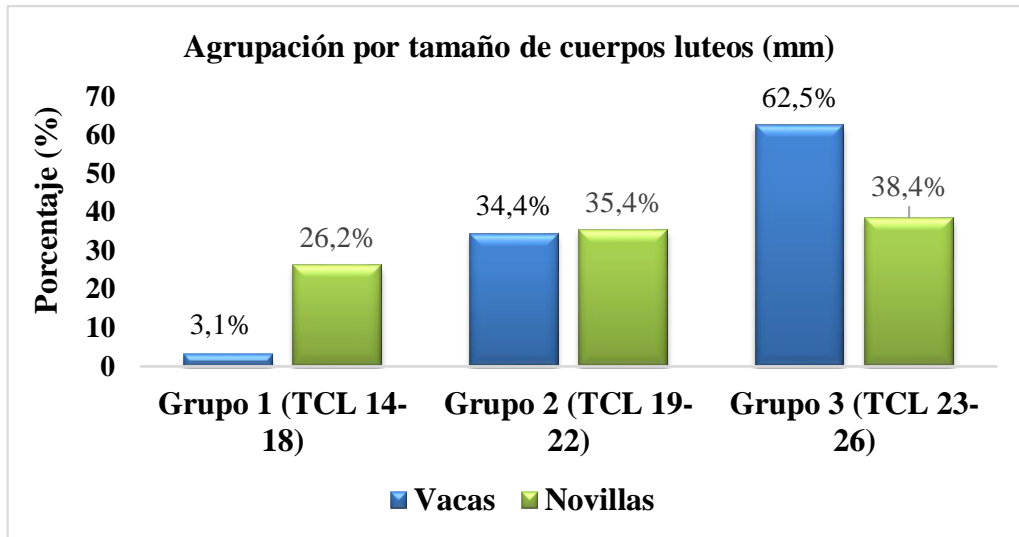


Gráfico 4. Agrupación por tamaño de cuerpos lúteos (mm).

En la prueba no paramétrica de Chi-cuadrado realizada para conocer la relación del tamaño del cuerpo lúteo agrupado y el estatus reproductivo (vaca o novilla) se obtuvo un p-valor de 0,000 el cual es menor a 0,05 por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa que indica que ambas variables son dependientes, debido a que la agrupación por tamaño del cuerpo lúteo se diferencia estadísticamente entre vacas y novillas (Tabla 4). Estos resultados se asumen debido a que las vacas reaccionaron mejor al protocolo hormonal.

Tabla 4. Prueba de Chi – cuadrado en relación a la agrupación por tamaño de los cuerpos lúteos.

	Valor	gl	Sig. asintótica (2 caras)
Chi-cuadrado de Pearson	18,365 ^a	2	,000
Razón de verosimilitud	22,609	2	,000
Asociación lineal por lineal	17,457	1	,000
N de casos válidos	228		

a. 0 casillas (,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 12,63.

4.5. Gestación en relación a la agrupación por tamaño de los cuerpos lúteos (mm)

En relación el gráfico 4 y 5, se observa la gestación en relación al tamaño (mm) del cuerpo lúteo, lo que se determina que el Grupo 1 con TCL 14-18 mm en vacas representan un 8,2% en comparación a las novillas de un 17,4% de gestación, Grupo 2 con TCL 19-22mm se observa que tienen un 33,3% y las novillas un 33,3% de gestación y en el Grupo 3 con TCL 23-26 mm, vacas 58,3 % y novillas 49,3 % de gestación. Al final se establece que mientras el tamaño del CL aumente los resultados de preñez son más elevados y con los resultados obtenidos se debería considerar tamaños de CL que vayan desde 23 a 26 mm.

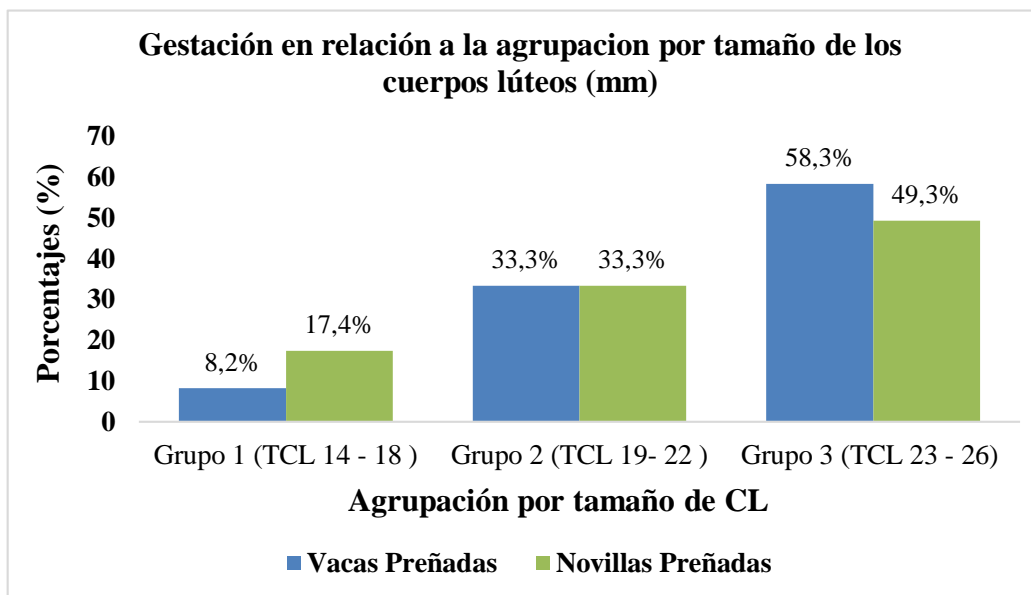


Gráfico 5. Gestación en relación a la agrupación por tamaño de los cuerpos lúteos.

En la prueba no paramétrica de Chi-cuadrado realizada para conocer la gestación en relación a la agrupación del tamaño del cuerpo lúteo con el estatus reproductivo se obtiene un p-valor 0.534 el cual es mayor a 0,05 por lo tanto, se acepta la hipótesis que indica que ambas variables son independientes, es decir entre novillas y vacas relacionada con la gestación y el tamaño del cuerpo lúteo agrupados no existen diferencias estadísticas en estos dos grupos pero si se observa que con tamaños de CL más grandes las probabilidades de gestación son las altas (Tabla 5)

Tabla 5. Pruebas de Chi-cuadrado de independencia para relacionar la gestación con el tamaño de los cuerpos lúteos en el estatus reproductivo.

	Valor	gl	Sig. asintótica (2 caras)
Chi-cuadrado de Pearson	1,254 ^a	2	,534
Razón de verosimilitud	1,374	2	,503
Asociación lineal por lineal	1,085	1	,298
N de casos válidos	93		

a. 1 casillas (16,7%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 3,61.

(Duica et al, 2007)⁽²⁷⁾ indicaron resultados similares donde menciona que los cuerpos lúteos de más de dos centímetros de diámetro producen niveles de progesterona circulantes de 2,44 ng/mL, y una tasa de concepción del 58% en hembras, cuerpos lúteos de 1,5 centímetros de diámetro producen niveles de progesterona circulantes de 1,75 ng/mL, y una tasa de concepción del 41%; y, hembras que se les encontraron cuerpos lúteos menores de 1,5 centímetros de diámetro presentaron niveles de progesterona circulantes de 1,19 ng/mL, y una tasa de concepción del 31%

4.6. Diagnóstico de gestación a los 40 días por ultrasonografía

En el Gráfico 6, de acuerdo al diagnóstico de preñez a los 40 días, el estatus reproductivo, indica que las vacas presentaron una preñez de 42,2%, un 57,8% de vacías, y que las novillas obtuvieron un 47,0% de preñez, y un 53,0% de vacías. Finalmente, de acuerdo a la presente tabla de contingencia y la prueba de Chi-cuadrado indican que no existe una diferencia estadística entre dos grupos.

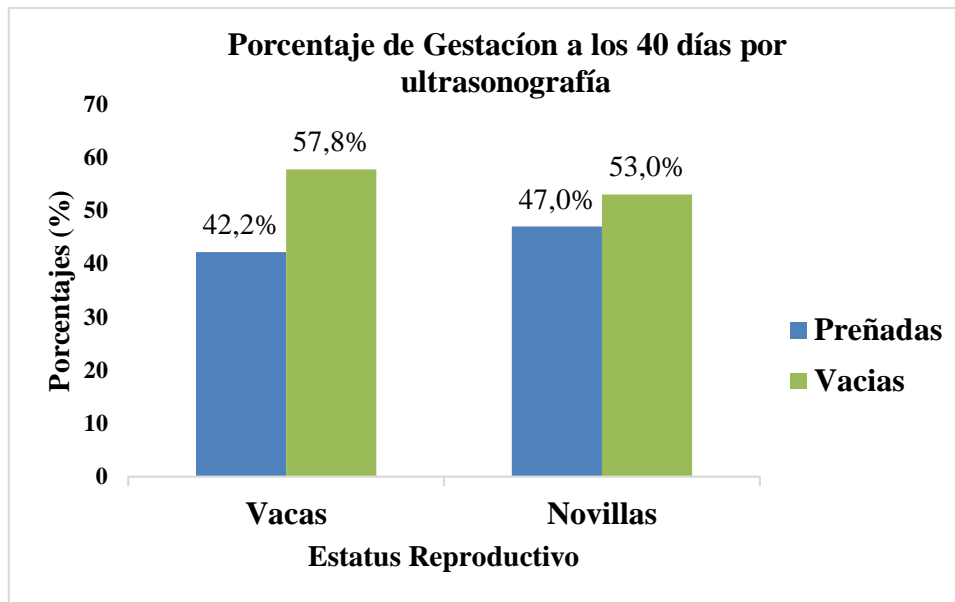


Gráfico 6. Diagnóstico de gestación a los 40 días por ultrasonografía.

En la prueba no paramétrica de Chi-cuadrado realizada para conocer el porcentaje gestación a los 40 días por ultrasonografía y el estatus reproductivo se obtiene un p-valor de 0.516 el cual es mayor a 0,05 por lo tanto, se acepta la hipótesis que indica que ambas variables son independientes, ósea que no existe una diferencia estadística entre ambos grupos (Tabla 6).

Tabla 6. Pruebas de Chi-cuadrado de independencia para determinar el diagnóstico de gestación a los 40 días.

	Valor	gl	Sig. asintótica (2 caras)	Significación exacta (2 caras)	Significación exacta (1 cara)
Chi-cuadrado de Pearson	,421 ^a	1	,516	,556	,309
Corrección de continuidad ^b	,251	1	,616		
Razón de verosimilitud	,422	1	,516		
Prueba exacta de Fisher					
Asociación lineal por lineal	,419	1	,517		
N de casos válidos	228				

a. 0 casillas (0,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 29,19.

b. Sólo se ha calculado para una tabla 2x2

En el diagnóstico de preñez a los 40 días se observa resultados similares a los que mencionan Cutini *et al*, (2000)⁽⁵⁸⁾ en un estudio donde transfirieron embriones frescos

producidos in vitro, no mostraron diferencias significativas, con valores de preñez al día 40 de gestación de 43 y 41%.

4.7. Confirmación gestacional a los 90 días por palpación rectal.

En el gráfico 7, de acuerdo a la confirmación de preñez a los 90 días por palpación rectal, el estatus reproductivo, indica que las vacas presentan una gestación del 37,5% y un 62,5% vacías y las novillas obtuvieron un 42,1% de gestación, y un 57,9% de vacías, obteniendo como resultado de acuerdo a la prueba de Chi cuadrado en estos dos grupos (vacas y novillas), no presentan diferencia estadística.

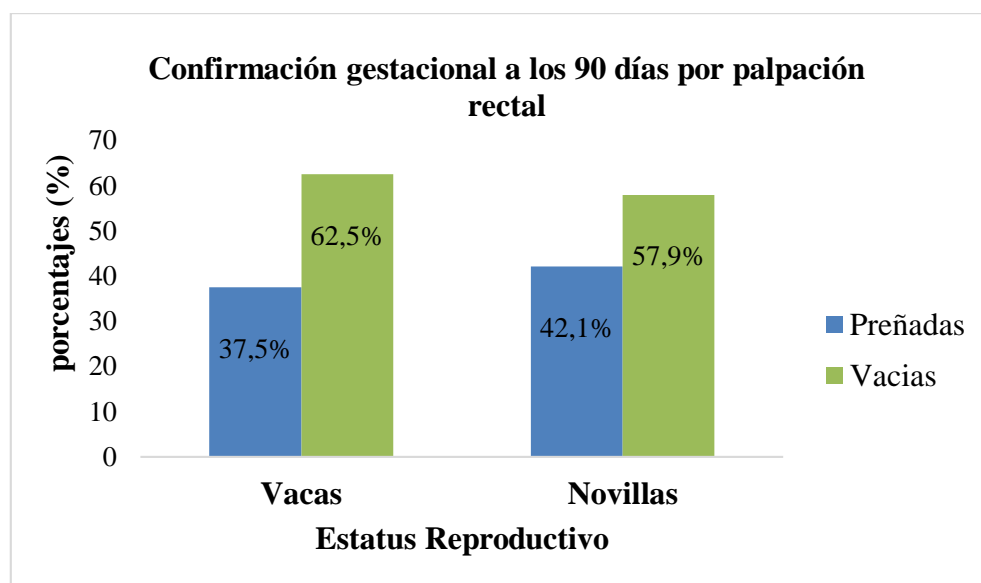


Gráfico 7. Confirmación gestacional a los 90 días por palpación rectal

En la prueba no paramétrica de Chi-cuadrado realizada conocer el porcentaje de gestación a los 90 días por palpación rectal del estatus reproductivo se obtiene un p-valor de 0,528 el cual es mayor a 0,05 por lo tanto, se acepta la hipótesis que indica que ambas variables son independientes, es decir que no existe diferencia estadística entre los dos grupos en función con la gestación (Tabla 7).

Tabla 7. Pruebas de Chi-cuadrado de independencia para determinar la confirmación de preñez a los 90 días.

	Valor	gl	Sig. asintótica (2 caras)	Significación exacta (2 caras)	Significación exacta (1 cara)
Chi-cuadrado de Pearson	,399 ^a	1	,528		
Corrección de continuidad ^b	,232	1	,630		
Razón de verosimilitud	,401	1	,527		
Prueba exacta de Fisher				,552	,316
Asociación lineal por lineal	,397	1	,529		
N de casos válidos	228				

a. 0 casillas (0,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 26,11.

b. Sólo se ha calculado para una tabla 2x2

Los resultados obtenidos en la confirmación de preñez a los 90 días son similares a los que menciona Cutini *et al*, (2000)⁽⁵⁸⁾ en un estudio realizado para obtener mejores tasas de preñez, a los 90 días obtuvieron resultados de 57% y 40%, respectivamente, sin embargo estos resultados son diferentes por Munar *et al*, (2013)⁽⁵⁹⁾ donde indicaron en un análisis sobre el efecto de la edad de las receptoras de embriones sobre el índice de preñez. Las novillas o vaquillonas se preñaron un 70,2%, atribuyendo que las novillas tuvieron mejor respuesta a la sincronización, frente a un 65,8% de las vacas preñadas.

4.8. Gestación total de la transferencia de embriones

Tabla 8. Porcentaje total de gestación de la transferencia de embriones.

Estatus reproductivo	Transferencia embrionaria	Gestación		Vacías	
		Cantidad	Porcentaje (%)	Cantidad	Porcentaje (%)
Vacas	64	24	37,5	40	62,5
Novillas	164	69	42,1	95	57,9
Total	228	93	40,8	135	59,2

En la tabla 8 y gráfico 8, se puede apreciar el total de gestación tanto en novillas como en vacas, dando un total de 228 animales transferidos un 40,8 % de gestación y un 59,2% vacías de 135 hembras.

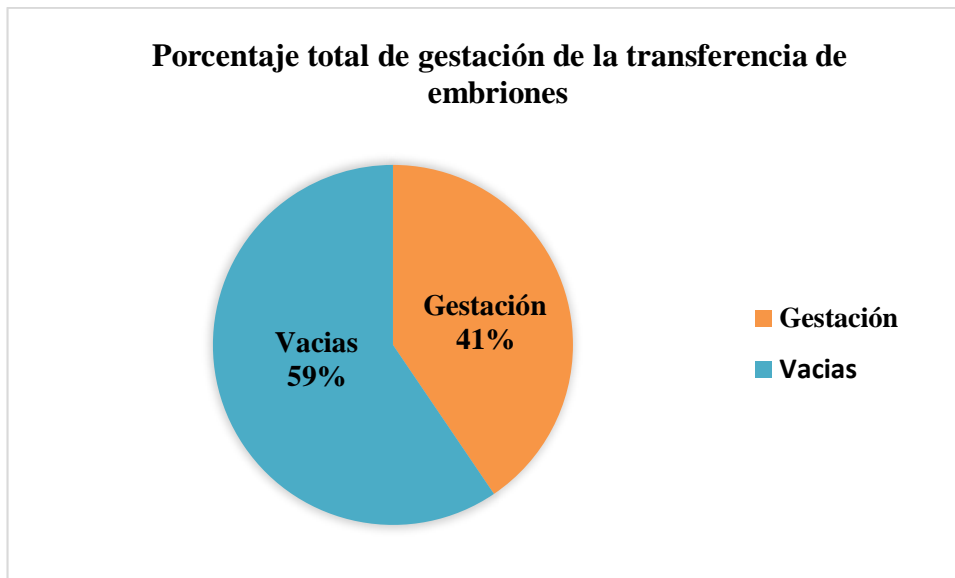


Gráfico 8. Porcentaje total de gestación de la transferencia de embriones.

En la tabla 8 y gráfica 8, se observa que se obtuvo una tasa de gestación baja del 41%, presentando una relación similar al estudio realizado por Bo *et al.* (2004)⁽⁴¹⁾, donde realizaron una transferencia de embriones producidos in vitro que fueron transferidos frescos obtuvieron una tasa de preñez del 48,2%, resultados que se relacionado a lo que indica Colazo *et al.* (2007)⁽⁶⁰⁾, obteniendo un porcentaje de preñez promedio del 31% y el más alto porcentaje de preñez fue del 43% obtenido cuando un grupo de embriones fue congelado en una pajuela y después del descongelado, se transfirieron solamente los embriones de mejor calidad y cuando las pajuelas fueron descongeladas y transferidas en forma directa el porcentaje de preñez fue del 22%. Rodríguez *et al.* (2007)⁽⁶¹⁾ Mencionan que las tasas de preñez por transferencia de embriones, reportadas en Colombia no superan el 50%, comparadas con porcentajes de EEUU y Europa del 80%, lo que se presume que las bajas tasas de preñez, cuando se transfieren embriones de buena calidad frescos o congelados, podrían estar relacionadas con la calidad del cuerpo lúteo (tamaño y concentración de progesterona), el grado de sincronía y, la raza (o cruzamiento) de la receptora.

5. CONCLUSIONES

- El número y tamaño de cuerpos lúteos influyó sobre el índice de gestación constatándose un 61,3% de hembras preñadas ante la presencia de uno solo, mientras que, a partir de dos a cinco, este indicador declinó al tiempo que, en relación con el tamaño, los mejores porcentajes de preñez se obtuvieron entre los 23 y 26 mm, tanto en vacas (58,3%) como en novillas (49,3%) mientras que, en valores inferiores, de 19 a 22 mm, la tasa gestacional fue del 33,3%.
- El método de confirmación de gestación por ultrasonografía a los 40 días permitió detectar un 47,0% de novillas y un 42,2% de vacas gestantes mientras que la palpación rectal a los 90 días, disminuyó este indicador al 37,5% en vacas y 42,1% en novillas, reducción posiblemente debida a muerte embrionaria, sin embargo, no se encontró una diferencia estadística en estos dos grupos.
- El índice de gestación total, tanto en vacas y novillas, como resultado de la transferencia de embriones fue del 41%.

6. RECOMENDACIONES

Considerar el tamaño del cuerpo lúteo al momento de la transferencia ya que, a mayor tamaño, mejor tasa de gestación.

La utilización de la ultrasonografía es importante, debido a que es una técnica que posibilita tener un examen más detallado del tracto genital sin generar efectos adversos sobre el potencial reproductivo de la vaca, por lo que se recomienda su aplicación en los rebaños ganaderos, como método temprano de diagnóstico de gestación y la utilización de la palpación rectal, a partir de los 90 días, como método de confirmación de la misma.

7. BIBLIOGRAFÍA

1. Baruselli P, Marques M, Vieira L, Konrad J, Crudeli G. Aplicación de biotecnologías para una mayor producción de terneros. *Rev Vet* [Internet]. 2015;26(2):154–9. Available from: <http://www.scielo.org.ar/pdf/revet/v26n2/v26n2a14.pdf>
2. Naranjo F, Becerril C, Canseco R, Zárate O, Soto A, Rosales F, et al. Comparación de dos métodos de transferencia de embriones en el ganado criollo lechero tropical. *Ecosistemas y Recur Agropecu* [Internet]. 2016;3(7):113–20. Available from: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=358643620011>
3. Cordova A, Guerra J, Villa A, Pérez J, Juárez M, Pérez J. Congelación de embriones bovinos. *Rev Complut Ciencias Vet* [Internet]. 2015;9(2):22–40. Available from: <http://revistas.ucm.es/index.php/RCCV/article/viewFile/51041/47391>
4. Urrego R, Tarazona A. Simplificación de la fertilización de ovocitos durante la producción in vitro de embriones bovinos. *Rev Colomb Ciencias Pecu* [Internet]. 2008;21(3):398–405. Available from: <https://aprendeonline.udea.edu.co/revistas/index.php/rccp/article/view/324310/20781483>
5. Hernández Barreto M, Augusto L, Ruiz Pozo L, Silvera Prado E. Estudio morfológico de órganos genitales tubulares de vacas Nguni (Landim) en Mozambique [Internet]. Vol. 11, *Revista Electrónica de Veterinaria*. Redvet. 2010. p. 1–10. Available from: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n121210/121014.pdf>
6. Romero E, Rueda A. Efecto de la aplicación de factores liberadores de gonadotrofinas (GnRH) y Benzoato de estradiol, sobre el desarrollo y tamaño de los folículos en vacas Brahman. *Rev Citecsa* [Internet]. 2014;4(7):19–28. Available from: http://www.unipaz.edu.co/ojs/index.php/revcitecsa/article/view/51/pdf_3

7. Galina C, Valencia J. Reproducción de animales domésticos [Internet]. 3a. edición. 2008. 582 p. Available from: <https://es.scribd.com/document/324723947/Galina-Valencia-Reproduccion-de-Animales-Domesticos>
8. Stornelli A, Luzbel R. Manual de reproducción de animales de producción y compañía. 1era Edici. 2016. 70-76 p.
9. Hafez E. Reproducción e Inseminación Artificial en animales. Séptima Edición. McGraw-Hill. 2000. 40-44 p.
10. Sequeira L. Compendio sobre reproducción animal [Internet]. Vol. 2. 2013. 104 p. Available from: <http://repositorio.una.edu.ni/2473/1/nl53t683c.pdf>
11. Atuesta J, Gonella Á. Control hormonal del ciclo estral en bovinos y ovinos Hormonal. Rev Spei Domus [Internet]. 2011;7(14):15–25. Available from: <https://revistas.ucc.edu.co/index.php/sp/article/view/598/565>
12. Gigli R, Russo A, Agüero A. Consideraciones sobre la dinámica ovárica en equino , bovino y camélidos sudamericanos. In Vet Investig Vet [Internet]. 2006;8(1):183–203. Available from: <http://clacso.redalyc.org/articulo.oa?id=179114159018&idp=1&cid=21057>
13. Colazo M, Mapletoft R. Fisiología del Ciclo Estral Bovino. Rev Ciencias Vet [Internet]. 2014;16(2):31–46. Available from: <http://www.biblioteca.unlpam.edu.ar/pubpdf/revet/v16n2a03colazo.pdf>
14. Ortega Á, Olivares A, Murcia C, Díaz D, González-Padilla E, Montero A, et al. Actividad biológica e inmunológica de las isoformas de carga de la hormona luteinizante bovina. Rev Mex Ciencias Pecu. 2016;7(1):29–51. Available from: <http://www.scielo.org.mx/pdf/rmcp/v7n1/2448-6698-rmcp-7-01-00029-en.pdf>
15. Echeverría RS, Robles RC, Ávila HRV, Perera-Marín G, Arévalo JAA, Nett TM, et al. Hormona luteinizante y actividad ovárica en respuesta a kisspeptina-10 y su asociación con IGF-1 y leptina en becerras pre-púberes. Rev Mex Ciencias Pecu [Internet]. 2014;5(2):181–200. Available from: <http://www.scielo.org.mx/pdf/rmcp/v5n2/v5n2a5.pdf>

16. Motta P, Ramos N, González C, Castro E. Dinámica folicular en la vida reproductiva de la hembra bovina. Rev la Fac Med Vet y Zootec [Internet]. 2011;5(2):88–99. Available from:
<http://vip.ucaldas.edu.co/vetzootec/downloads/v5n2a08.pdf>
17. Álvarez C, Pérez H, De la Cruz T, Quincosa J, Sánchez A. Fisiología animal aplicada. Félix Vare. 2004.
18. Baruselli P, Gimenes L, Sales J. Fisiologia reproductiva de fêmeas taurinas e zebuínas. Rev Bras Reprod Anim [Internet]. 2007;31(2):205–11. Available from:
<http://www.cbra.org.br/pages/publicacoes/rbra/download/205.pdf>
19. Rippe C. El Ciclo Estral. Dairy Cattle Reprod Conf [Internet]. 2009;(3):111–6. Available from: http://www.academia.edu/11580285/Ciclo_Estral
20. Álvarez A, Giraldo J. Relación del tamaño del folículo dominante y tasa de concepción al momento del servicio en vacas holstein de alta producción. J Agric Anim Sci [Internet]. 2015;3(1):8–17. Available from:
<http://repository.lasallista.edu.co:8080/ojs/index.php/jals/article/view/817/1001>
21. Jiménez C. Superovulación : Estrategias , factores asociados y predicción de la respuesta superovulatoria en bovinos. Rev la Fac Med Vet y Zootec [Internet]. 2009;56(3):195–214. Available from:
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=407639221005>
22. Filipiak Y, Viqueira M, Bielli A. Desarrollo y dinámica de los folículos ováricos desde la etapa fetal hasta la prepuberal en bovinos. Veterinária (Montevideo) [Internet]. 2016;52(202):14–22. Available from:
<http://www.revistasmvu.com.uy/component/content/article/85-revista-numero-202/356-desarrollo-y-dinamica-de-los-foliculos-ovaricos-desde-la-etapa-fetal-hasta-la-prepuberal-en-bovinos.html>
23. Colazo M, Mapletoft R. Review Article Compte rendu A review of current timed-AI (TAI) programs for beef and dairy cattle. Rev Artic Compte rendu [Internet]. 2014;55(8):772–80. Available from:
https://www.researchgate.net/publication/264432633_A_review_of_current_time_d-AI_TAI_programs_for_beef_and_dairy_cattle

24. Baruselli P, De Sá Filho M, Martins C, Nasser L, Nogueira M, Barros C, et al. Superovulation and embryo transfer in *Bos indicus* cattle. *Theriogenology* [Internet]. 2006;65(1):77–88. Available from: https://www.researchgate.net/publication/7478788_Superovulation_and_embryo_transfer_in_Bos_indicus_cattle
25. Ferreira J, De Mello MB, Moreira P, Mello R, Palhano H. Effect of follicular wave synchronization on superovulatory response of Girolando embryo donors. *Rev Bras Zootec* [Internet]. 2014;43(11):568–72. Available from: <http://www.scielo.br/pdf/rbz/v43n11/1806-9290-rbz-43-11-00568.pdf>
26. Delgado P, Ramirez N, Ramos N, Valencia F, Perdomo W. Respuesta superovulatoria en número y calidad embrionaria de vacas y novillas Gyr lechero en clima cálido húmedo. *Rev Electron Vet* [Internet]. 2011;12(10):1–14. Available from: <http://www.redalyc.org/pdf/636/63621921003.pdf>
27. Duica A, Tovío N, Grajales H. Factores que afectan la eficiencia reproductiva de la hembra receptora en un programa de transplante de embriones bovinos. *Rev Med Vet (Bogota)* [Internet]. 2007;(14):107–124. Available from: <http://www.redalyc.org/pdf/951/95101409.pdf>
28. Cabrera P, Fernandez A. Criopreservación de embriones: una herramienta básica en la reproducción asistida. *Rev la Fac Med Vet UCV* [Internet]. 2006;47(2):59–69. Available from: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=373139066001>
29. Mello R, Ferreira J, Sousa M, Palhano H. Produção in vitro (PIV) de embriões em bovinos. *Rev Bras Reprod Anim* [Internet]. 2016;40(2):58–64. Available from: [http://www.cbra.org.br/pages/publicacoes/rbra/v40/n2/p58-64_\(RB602\).pdf](http://www.cbra.org.br/pages/publicacoes/rbra/v40/n2/p58-64_(RB602).pdf)
30. Ayala L, Pacheco J, Rodas E, Méndez M, Soria M, Torres C, et al. Tamaño del folículo ovulatorio, cuerpo lúteo y progesterona sanguínea en vaquillas receptoras de embriones de tres razas en pastoreo en Ecuador. *Rev Prod Anim* [Internet]. 2017;29(2):65–72. Available from: <http://scielo.sld.cu/pdf/rpa/v29n2/rpa09217.pdf>
31. Perdomo M, Peña L, Carvajal Y J, Murillo L. Relación nutrición-fertilidad en hembras bovinas en clima tropical. *Rev Electron Vet Redvet* [Internet].

- 2017;18(9):1–19. Available from:
<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n090917/091762.pdf>
32. Echeverría J. Endocrinología Reproductiva: Prostaglandina F2 α en vacas. Rev Electrónica Vet [Internet]. 2006;7(1):1–12. Available from:
<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n010106/010603.pdf>
33. Sousa R, Gonçalves J, Dos Santos S, Fernandes A, Ricci G. Factores relacionados ao desenvolvimento reproductivo em novilhas Nelore : Revisão Factors related to reproductive development in Nellore heifers : Review Factores relacionados con el desarrollo reproductivo en las novillas Nelore : Revisión. Pubvet [Internet]. 2018;12(5):1–10. Available from:
<http://www.pubvet.com.br/uploads/6a4725f30c1da446143266b8036bdf0a.pdf>
34. Brito R. Fisiología de la Reproducción Animal. 2009. 1-253 p.
35. Alvares P, Rafagnin M, Bizarro C, Oliveira C. Utilización de embriones como estrategia para mejorar la eficiencia reproductiva del ganado lechero. Spernova [Internet]. 2014;4(2):131–8. Available from:
http://spermova.pe/site2/files/Revistas/Rev.No.4 Vol.2/4Seneda_2014-II-131-138.pdf
36. Vallejo D, Muñoz Y, Chaves C, Astaíza J, Benavides C. Sincronización de la ovulación en bovinos utilizando gonadotropina coriónica equina con amamantamiento restringido y sin este. Rev Medicia Vet [Internet]. 2017;(35):83–91. Available from: <http://www.scielo.org.co/pdf/rmv/n35/0122-9354-rmv-35-00083.pdf>
37. Cavestany D. Sincronización de celos y ovulación en vacas de leche. Spernova [Internet]. 2013;3(1):23–5. Available from:
<http://spermova.pe/site2/files/Revistas/Rev. N.3 V.1 /23-25-Cavestany-sincronizacion.pdf>
38. Quijano L, Artunduaga J, López R. Evaluación de dos protocolos de inseminación artificial a término fijo (IATF) con dos inductores de ovulación (benzoato de estradiol y cipionato de estradiol) en vacas raza criollo caqueteño en el departamento del Caquetá. Rev Electron Vet [Internet]. 2015;16(9):1–11.

Available from: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n090915/091502.pdf>

39. García J, Hernandez M, Pazinato J. Eficacia de dos tratamientos hormonales para la inducción del celo en la vaca lechera. Arch Zootec [Internet]. 2017;66(253):67–71. Available from: <http://www.redalyc.org/pdf/495/49551221010.pdf>
40. Hernández C, Mendoza J, Hidalgo C, Godoy A, Avila H, Garcia S. Reutilización de un dispositivo liberador de progesterona (CIDR-B) para sincronizar el estro en un programa de transferencia de embriones bovinos. Rev Técnica Pecu en México [Internet]. 2008;46(2):119–35. Available from: <http://cienciaspecuarias.inifap.gob.mx/index.php/Pecuarias/article/view/1816/1810>
41. Bó G, Moreno D, Caccia M, Cutaia L, Tríbulo R, Baruselli P, et al. Transferencia de embriones a tiempo fijo utilizando receptoras cebu. Taurus [Internet]. 2004;21(4):25–40. Available from: https://www.researchgate.net/publication/268263800_TRANSFERENCEA_DE_EMBRIONES_A_TIEMPO_FIJO_UTILIZANDO_RECEPTORAS_CEBU
42. Portillo G, Gutierrez J, De Ortiz A. Efecto de la dosis de eCG sobre las características foliculares y luteales, momento y tasa de ovulación de novillas mestizas cebú sincronizada con progestágeno intravaginal. RevFacCsVets Reprod Anim [Internet]. 2015;56(1):35–41. Available from: <http://www.scielo.org.ve/pdf/rfvcv/v56n1/art05.pdf>
43. Oyuela L, Jimenez C. Factores que afectan la tasa de preñez en programas de transferencia de embriones. Rev Vet y Zootec [Internet]. 2010;57:191–200. Available from: <http://www.scielo.org.co/pdf/rfmvz/v57n3/v57n3a04.pdf>
44. Villagómez M, Rojas H, Godoy A, Peláez C. Influencia estacional sobre el ciclo estral y el estro en hembras cebú mantenidas en el clima tropical. Técnica Pecu en México [Internet]. 2000;38(2):89–103. Available from: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61338203>
45. Cordova A, Rodriguez G, Silva M, Cordova C. Comportamiento reproductivo de razas bovinas de carne europeas en condiciones de trópico húmedo mexicano .

- Rev Electrónica Vet Redvet [Internet]. 2005;6(11):1–5. Available from:
<http://www.redalyc.org/pdf/636/63617170009.pdf>
46. Góngora A, Hernández A. La reproducción de la vaca se afecta por las altas temperaturas ambientales. Rev UDCA Actual Divulg Científica [Internet]. 2010;13(2):141–51. Available from:
<http://www.scielo.org.co/pdf/rfmvz/v57n3/v57n3a04.pdf>
 47. Blanco D, Blanco G, Ramirez I. Técnicas para la resolución del anestro verdadero en bovinos de aptitud cárnica. Rev Electrónica Vet Redvet [Internet]. 2008;9(3):1–10. Available from:
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63612840009>
 48. Salamanca A. Suplementacion de minerales en la produccion bovina. Rev Electrónica Vet [Internet]. 2010;11(9):1–10. Available from:
<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n090910.html%5CnSuplementacion>
 49. Fernández J, Arieta R, Tadeo P, González J, Ramírez O. Porcentaje de concepción en vacas bos indicus utilizando sincronización de estro e inseminación artificial a tiempo fijo (IATF). Rev Electron Vet [Internet]. 2017;18(11):1–7. Available from:
<http://www.redalyc.org/pdf/636/63653574017.pdf>
 50. Granja Y, Cerquera J, Fernandez O. Factores nutricionales que interfieren en el desempeño reproductivo de la hembra bovina. Rev Colomb ciencia Anim [Internet]. 2012;4(2):458–72. Available from:
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4167916.pdf>
 51. De Ondiz A, Perea F, Cruz R, Portillo G, Soto E. Evaluación ultrasonográfica del crecimiento del folículo ovulatorio en vacas anéstricas mestizas Cebú post-tratamiento con Norgestomet y eCG. Latinoam Prod Anim [Internet]. 2002;10(1):20–3. Available from: <http://www.alpa.org.ve/PDF/Arch 10-1/100104.pdf>
 52. Garcia D, Hahn M, Pino D, Perea F. Crecimiento folicular y diámetro del folículo dominante en vacas mestizas a pastoreo afectadas por claudicaciones agudas. Rev Cient [Internet]. 2015;25(3):219–22. Available from:

<http://www.redalyc.org/pdf/959/95939206005.pdf>

53. Corredor E, Páez E. Aplicaciones de la ultrasonografía en la reproducción bovina. *Rev Cienc y Agric* [Internet]. 2012;9(2):29–37. Available from: https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ciencia_agricultura/article/view/2813/2581
54. González M, De la Rosa E, Mendoza C. Morfometría macroscópica del cuerpo lúteo de vacas cebú gestantes y no gestantes en el trópico colombiano
Macroscopic morphometry of the corpus luteum of pregnant and non-pregnant zebu cows in the Colombian tropics. *Rev Colomb Cienc Anim* [Internet]. 2017;9(2):190–7. Available from: <https://revistas.unisucre.edu.co/index.php/recia/article/view/556>
55. González M, Pastrana N, Barón F, Vertel M. Frecuencia de presentación de gestación con relación al cuerno uterino en bovinos del trópico colombiano. *Rev Med Vet (Bogota)* [Internet]. 2014;28:13–21. Available from: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-93542014000200002&lng=en&nrm=iso
56. Salazar J, Betancourth H. Efecto del volumen luteal sobre el porcentaje de implantación de embriones congelados de la raza hereford, en hembras receptoras de la raza normando, en el Municipio de cogua, departamento de Cundinamarca. [Internet]. Universidad de salle; 2016. Available from: http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/18574/13101702_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y
57. Moreno D, Cutaia L, Tribulo R, Caccia M, Videla Dorna I, Aba MA, et al. Concentración Plasmática De Progesterona, Área Del Cuerpo Lúteo E Índices De Preñez En Vacas Receptoras De Embriones. *V° Simp Int Reprod Anim* [Internet]. 2003;9:7–8. Available from: http://www.syntexar.com/usr/archivos/103_CONCENTRACION%20PLASMATICA%20DE%20PROGESTERONA,%20AREA%20DEL%20CUERPO%20LUTEO.pdf
58. Cutini A, Teruel M, Cabodevila Y. Factores que determinan el resultado de la transferencia no quirúrgica de embriones bovinos. *Rev Taurus* [Internet]. 2000;7 y 8:28-39/ 35-47. Available from:

<http://vet.unicen.edu.ar/ActividadesCurriculares/ObstetriciaInseminacionArtificial/images/Documentos/Embrionaria.pdf>

59. Munar C, Mujica I, Irouleguy J, Huter S. Factores que afectan la eficiencia de las receptoras en ganado lechero y de carne. *Spernova* [Internet]. 2013;3(1):15–22. Available from: http://spermova.pe/site2/files/Revistas/Rev. N.3 V.1 /15-22-_Munar_-vacas.pdf
60. Colazo M, Mapletoft R. Estado actual y aplicaciones de la transferencia de embriones en bovinos. *Cienc Vet* [Internet]. 2007;9(1):20–37. Available from: <http://www.biblioteca.unlpam.edu.ar/pubpdf/revet/n09a03colazo.pdf>
61. Rodríguez J, Giraldo C, Castañeda S, Ruiz T, Olivera M. Análisis multifactorial de las tasas de preñez en programas de transferencia de embriones en Colombia. *Rev MVZ Córdoba* [Internet]. 2007;12(2):978–84. Available from: <http://www.redalyc.org/pdf/693/69312203.pdf>

8. ANEXOS



Anexo 2. Novillas receptoras Charbray



Anexo 3. Vacas receptoras



Anexo 4. Dispositivo intravaginal (Sincrogest)



Anexo 5. Hormona Sincrodiol (Benzoato de Estradiol)



Anexo 6. Hormonas Sincrocio y Sincro eCG



Anexo 7. Hormona SincroCP (Cipionato de Estradiol)



Anexo 8. Aplicación de 2 ml de Sincrodiol



Anexo 9. Preparación del Implante Intravaginal



Anexo 10. Aplicación de dispositivo intravaginal (Sincrogest)



Anexo 11. Retiro de Implantes



Anexo 12. Aplicación de 1 ml de SincroCP



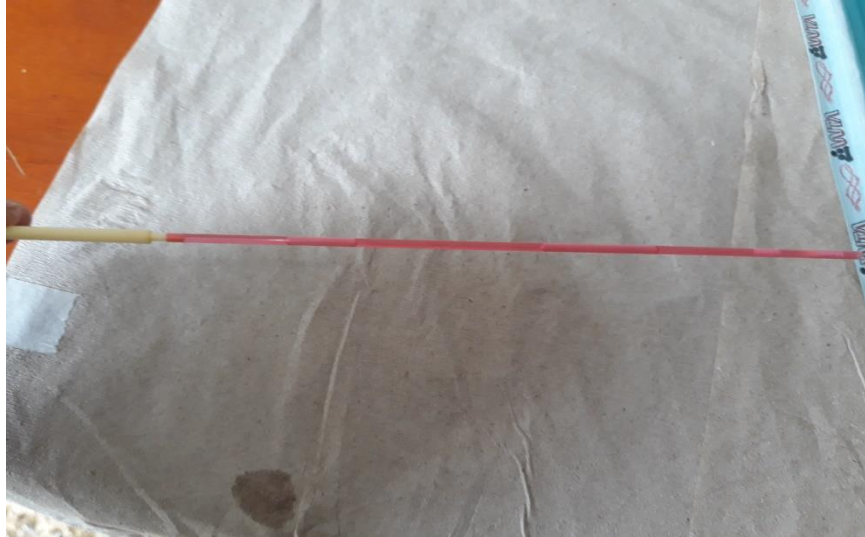
Anexo 13. Equipo Ecográfico



Anexo 14. Diagnóstico de gestación por ultrasonografía



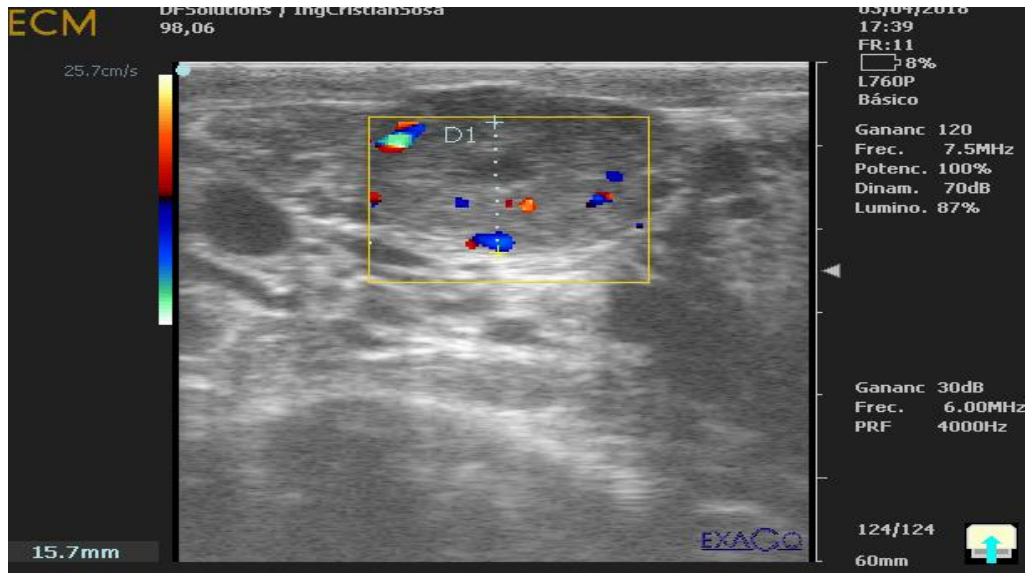
Anexo 15. Pistola y transportador de embriones



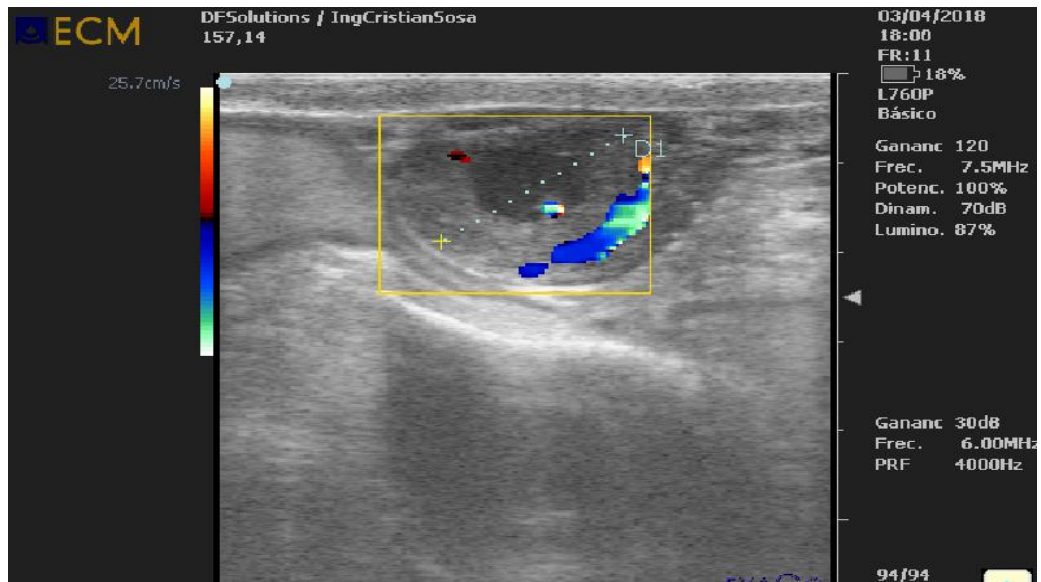
Anexo 16. Pajuela de Embrión



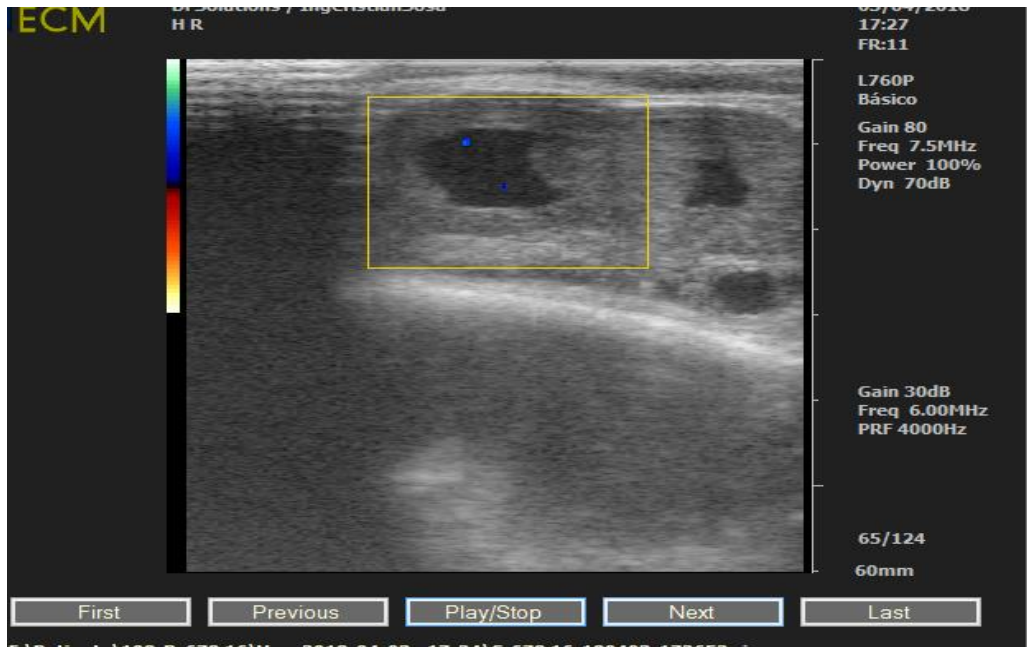
Anexo 17. Colocación de la pajuela en la pistola



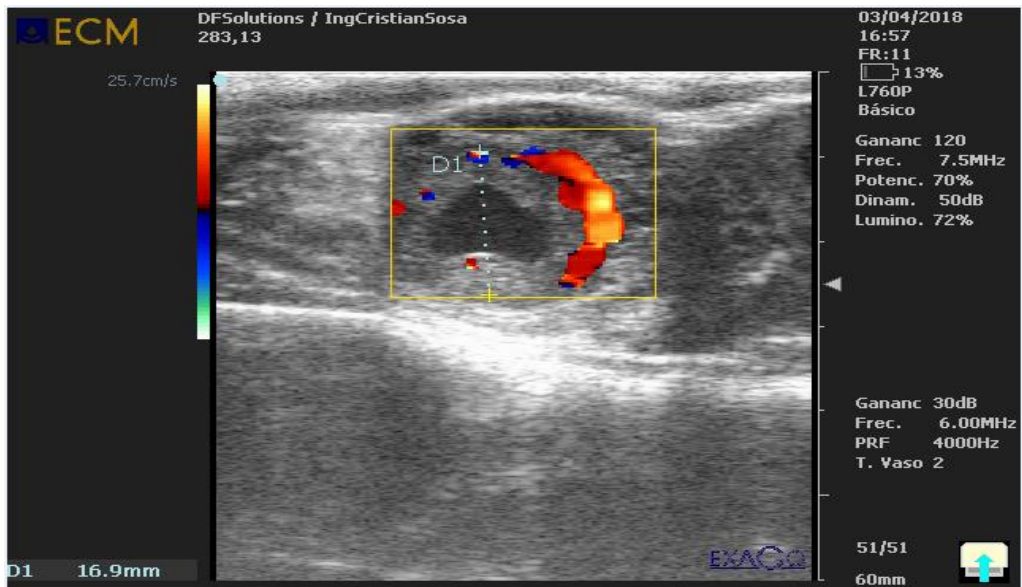
Anexo 18. Cuerpo lúteo de 15 mm



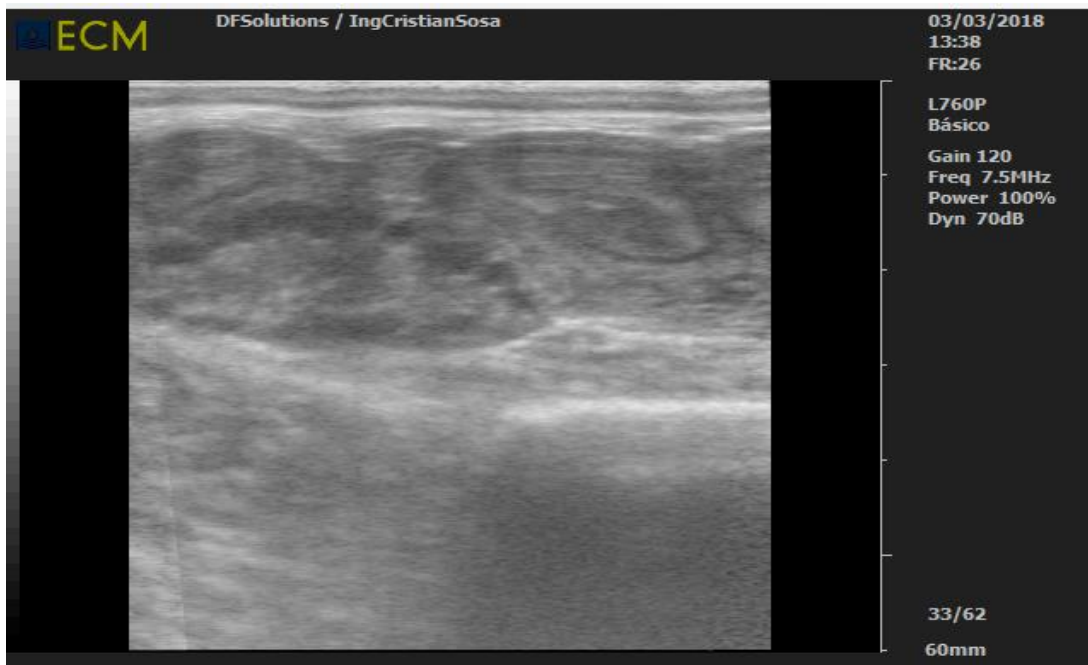
Anexo 19. Cuerpo lúteo de 22 mm.



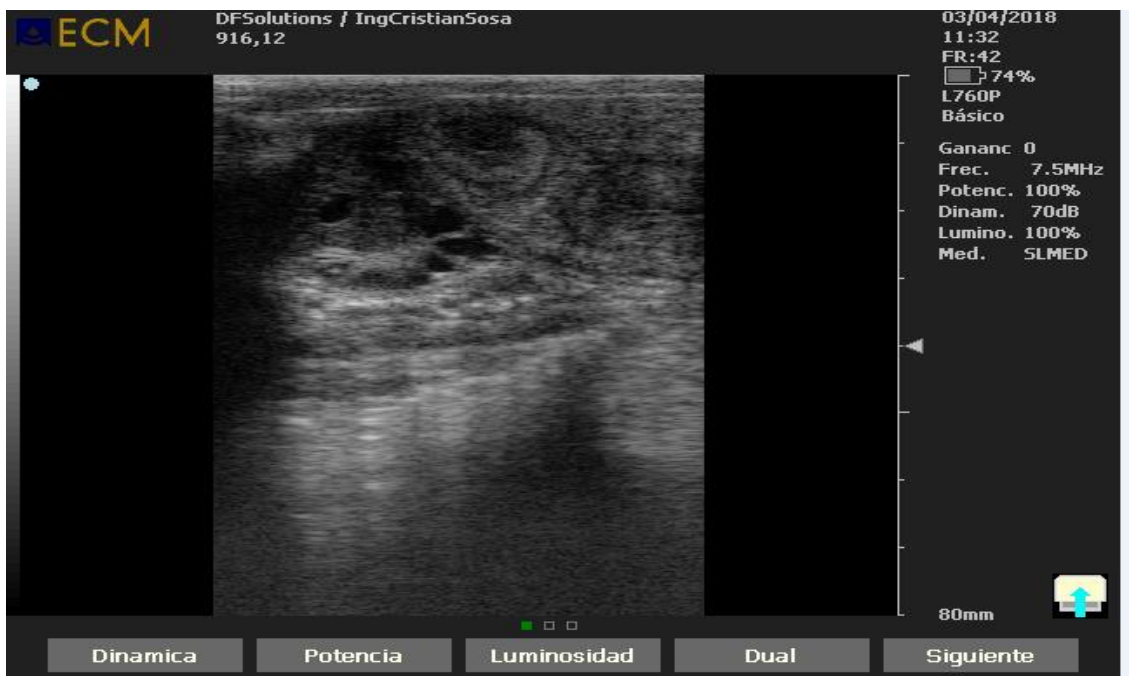
Anexo 20. Observación de tres cuerpos lúteos de diferentes tamaños



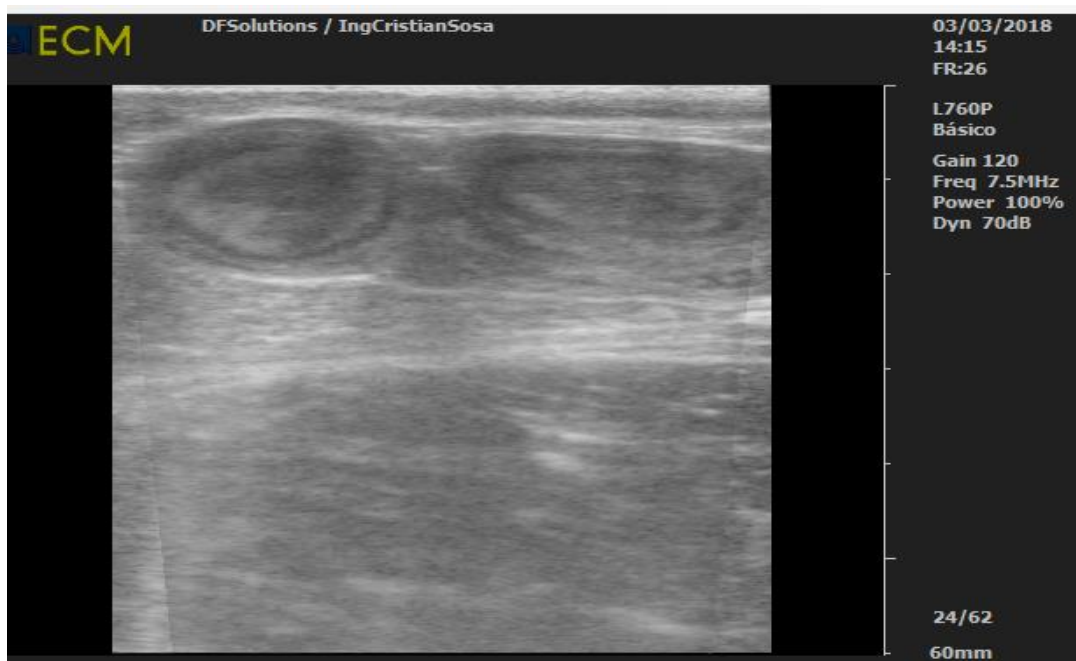
Anexo 21. Cuerpo lúteo de 17 mm de diámetro con su respectivo flujo sanguíneo



Anexo 22. Observación folículos ováricos sin presencia de cuerpo ruteo



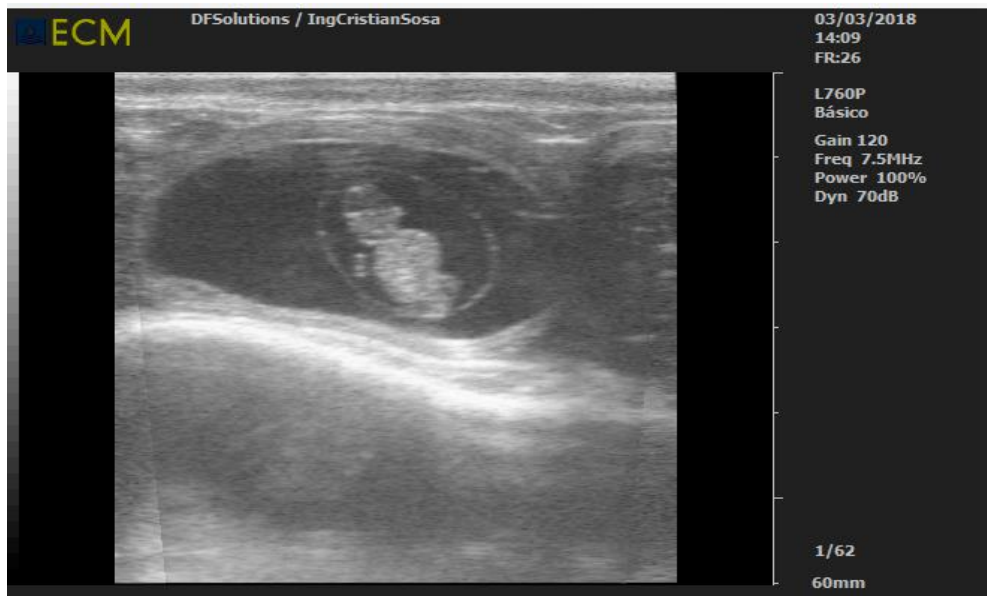
Anexo 23. Folículos ováricos



Anexo 24. Ultrasonografía de vaca vacía, donde se observa cuernos uterinos sin presencia de una gestación.



Anexo 25. Diagnóstico de gestación por ultrasonografía a los 40 días en vaca



Anexo 26. Diagnóstico de gestación por ultrasonografía a los 40 días en novilla



Anexo 27. Confirmación de preñez a los 90 días

Cuerpo lúteo		Estatus Reproductivo		Total
		Vaca	Novilla	
Ovario derecho (O.D)	Recuento	39	83	122
	% dentro de Estatus Reproductivo	49,4%	43,7%	45,4%
Ovario izquierdo (O.I)	Recuento	23	67	90
	% dentro de Estatus Reproductivo	29,1%	35,3%	33,5%
Superovulación	Recuento	2	14	16
	% dentro de Estatus Reproductivo	2,5%	7,4%	5,9%
Sin Cuerpo Lúteo	Recuento	15	26	41
	% dentro de Estatus Reproductivo	19,0%	13,7%	15,2%
Total	Recuento	79	190	269
	% dentro de Estatus Reproductivo	100,0%	100,0%	100,0%

Anexo 28. Ubicación ovárica de los cuerpos lúteos

Número de cuerpo lúteo		Estatus Reproductivo		Total
		Vaca	Novilla	
C.L 1	Recuento	40	89	129
	% dentro de Estatus Reproductivo	62,5%	54,3%	56,6%
C.L 2	Recuento	18	38	56
	% dentro de Estatus Reproductivo	28,1%	23,2%	24,6%
C.L 3	Recuento	4	23	27
	% dentro de Estatus Reproductivo	6,3%	14,0%	11,8%
C.L 4	Recuento	2	9	11
	% dentro de Estatus Reproductivo	3,1%	5,5%	4,8%
C.L 5	Recuento	0	5	5
	% dentro de Estatus Reproductivo	0,0%	3,0%	2,2%
Total	Recuento	64	164	228
	% dentro de Estatus Reproductivo	100,0%	100,0%	100,0%

Anexo 29. Número de cuerpos lúteos

Número de cuerpo lúteo		Estatus Reproductivo		Total
		Vaca	Novilla	
C.L 1	Recuento	18	39	57
	% dentro de Estatus Reproductivo	75,0%	56,5%	61,3%
C.L 2	Recuento	4	17	21
	% dentro de Estatus Reproductivo	16,7%	24,6%	22,6%
C.L 3	Recuento	1	6	7
	% dentro de Estatus Reproductivo	4,2%	8,7%	7,5%
C.L 4	Recuento	1	3	4
	% dentro de Estatus Reproductivo	4,2%	4,3%	4,3%
C.L 5	Recuento	0	4	4
	% dentro de Estatus Reproductivo	0,0%	5,8%	4,3%
Total	Recuento	24	69	93
	% dentro de Estatus Reproductivo	100,0%	100,0%	100,0%

Anexo 30. Gestación de las hembras bovinas en relación al número cuerpo lúteo

Tamaño de cuerpo lúteo (mm)		Estatus Reproductivo		Total
		Vaca	Novilla	
Grupo 1 (TCL 14-18)	Recuento	2	43	45
	% dentro de Estatus Reproductivo	3,1%	26,2%	19,7%
Grupo 2 (TCL 19-22)	Recuento	22	58	80
	% dentro de Estatus Reproductivo	34,4%	35,4%	35,1%
Grupo 3 (TCL 23-26)	Recuento	40	63	103
	% dentro de Estatus Reproductivo	62,5%	38,4%	45,2%
Total	Recuento	64	164	228
	% dentro de Estatus Reproductivo	100,0%	100,0%	100,0%

Anexo 31. Agrupación por tamaño del cuerpo lúteo

Estatus Reproductivo		Confirmación de preñez a los 90 días		Total	
		Preñada	Vacía		
Vaca	Grupo 1 (TCL 14-18)	Recuento	2	0	2
		% dentro de Confirmación de preñez a los 90 días	8,3%	0,0%	3,1%
	Grupo 2 (TCL 19-22)	Recuento	8	14	22
		% dentro de Confirmación de preñez a los 90 días	33,3%	35,0%	34,4%
Vaca	Grupo 3 (TCL 23-26)	Recuento	14	26	40
		% dentro de Confirmación de preñez a los 90 días	58,3%	65,0%	62,5%
	Total	Recuento	24	40	64
		% dentro de Confirmación de preñez a los 90 días	100,0%	100,0%	100,0%
Novilla	Grupo 1 (TCL 14-18)	Recuento	12	31	43
		% dentro de Confirmación de preñez a los 90 días	17,4%	32,6%	26,2%
	Grupo 2 (TCL 19-22)	Recuento	23	35	58
		% dentro de Confirmación de preñez a los 90 días	33,3%	36,8%	35,4%
Novilla	Grupo 3 (TCL 23-26)	Recuento	34	29	63
		% dentro de Confirmación de preñez a los 90 días	49,3%	30,5%	38,4%
	Total	Recuento	69	95	164
		% dentro de Confirmación de preñez a los 90 días	100,0%	100,0%	100,0%

Anexo 32. Gestación en relación a la agrupación del tamaño de los cuerpos lúteos

Diagnóstico de preñez los 40 días		Estatus Reproductivo		Total
		Vaca	Novilla	
Preñada	Recuento	27	77	104
	% dentro de Estatus Reproductivo	42,2%	47,0%	45,6%
Vacía	Recuento	37	87	124
	% dentro de Estatus Reproductivo	57,8%	53,0%	54,4%
Total	Recuento	64	164	228
	% dentro de Estatus Reproductivo	100,0%	100,0%	100,0%

Anexo 33. Diagnóstico de preñez a los 90 días por ultrasonografía

Confirmación de preñez a los 90 días		Estatus Reproductivo		Total
		Vaca	Novilla	
Preñada	Recuento	24	69	93
	% dentro de Estatus Reproductivo	37,5%	42,1%	40,8%
Vacía	Recuento	40	95	135
	% dentro de Estatus Reproductivo	62,5%	57,9%	59,2%
Total	Recuento	64	164	228
	% dentro de Estatus Reproductivo	100,0%	100,0%	100,0%

Anexo 34. Confirmación de gestación a los 90 días por palpación rectal