

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA



TESIS:

**Rendimiento ovárico de folículos antrales según estado
reproductivo en vacas criollas faenadas
en el matadero de Quicapata**

Para optar el título profesional de:
MÉDICO VETERINARIO

PRESENTADO POR:

Bach. Kleber Mirtiom TACURI MALLQUI

ASESOR:

Dr. Luis Arturo RODRÍGUEZ ZAMORA

AYACUCHO - PERÚ

2024

A mis Padres Juan y Juana; a mi Hermana Edith María; a mis amigos Miguel Ángel y Mariela, en especial a Marcela y Don Jorge que nos cuidan desde el cielo.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, por tenerme en esta casa de estudios donde aprendí y me instruí para mi desenvolvimiento profesional.

A la Facultad Ciencias Agrarias, en especial a la Escuela Profesional de Medicina Veterinaria y su plana de docentes, que compartieron conmigo todo su conocimiento y su experiencia para tener una formación profesional adecuada.

A mi asesor de tesis el Dr. Arturo Rodríguez Zamora, por darme la iniciativa y el apoyo y ser paciente y ayudarme a culminar este trabajo.

Al M.V julio Cesar Soto Palacios, por brindarme apoyo en la recolección de muestras en el Matadero de Quicapata.

Al Matadero “Quicapata” por facilitarme sus instalaciones y ambientes.

A mis padres y hermana por ayudarme a acabar mi carrera profesional, de quienes estoy muy orgulloso.

A mis hermanos de la TUNA de Ingeniería Civil y de Medicina Veterinaria por hacer diferente y divertida mi estadía en los claustros universitarios.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
ÍNDICE GENERAL	iv
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
ÍNDICE DE ANEXOS	viii
RESUMEN	x
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	3
MARCO TEÓRICO	3
1.1. Antecedentes	3
1.2. Importancia de las técnicas de reproducción asistida en vacunos	5
1.3. Ovogénesis	6
1.4. Foliculogénesis	6
1.4.1. Los folículos primordiales	7
1.4.2. Folículos secundarios	9
1.4.3. Folículo terciario o antral	10
1.4.4. Desarrollo de folículos antrales pequeños	10
1.4.5. Fases de desarrollo folicular	12
1.5. Características del ovocito vacuno	12
1.6. Calidad del complejo cúmulus-ovocito	13
1.7. Actividad ovárica durante el primer tercio de gestación	14
1.8. Obtención de los ovocitos	15
1.9. Técnicas de obtención de ovocitos	15
1.10. Factores que afectan la calidad de los ovocitos	17
1.11.1. Edad del animal	17
1.11.2. Nutrición del animal	17
1.11.3. Factores medioambientales	18
1.11.4. Recuperación de los ovocitos	18
1.11.5. Tamaño de los ovarios	18
1.11.6. Peso de los ovarios	19
1.11. Principales indicadores de calidad de un ovocito	19

1.12. Criterio de selección de los complejos cúmulus-ovocito (COCs).....	20
CAPÍTULO II.....	24
METODOLOGÍA.....	24
2.1. Ubicación.....	24
2.2. Tamaño de muestra	26
2.3. Materiales y equipos.....	26
2.3.1 Material de laboratorio	26
2.3.2 Material de campo	26
2.3.3 Material biológico	27
2.3.4 Equipos y aparatos.....	27
2.4. Método procedimental.....	27
2.4.1 <i>Recolección del material biológico</i>	27
2.4.2 <i>Aspiración de ovocitos</i>	30
2.4.3 <i>Búsqueda, selección y clasificación de ovocitos</i>	32
2.4.4. Análisis estadístico	33
CAPÍTULO III.....	35
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	35
3.1. Comparación de la cantidad de ovocitos obtenidos de ovarios de las vacas criollas faenadas según el estado reproductivo	35
3.2. Comparación de la calidad de ovocitos según el estado reproductivo	37
3.3. Comparación del peso de los ovarios sobre el rendimiento total y la calidad de los ovocitos recuperados según el estado reproductivo	41
3.4. Comparación del tamaño de los ovarios sobre el rendimiento total y la calidad de las vacas criollas faenadas según el estado reproductivo	45
CONCLUSIONES	52
RECOMENDACIONES.....	53
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54
ANEXOS	61

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 3.1 <i>Cantidad de ovocitos obtenidos de ovarios según estado reproductivo de vacas criollas faenadas en el Matadero de Quicapata, Ayacucho-2024...</i>	35
Tabla 3.2 <i>Distribución de ovocitos por categoría según el estado reproductivo de las vacas faenadas en el camal de Quicapata. Ayacucho.....</i>	38
Tabla 3.3 <i>Rendimiento de la calidad de ovocitos de folículos antrales según el estado reproductivo en vacas criollas faenadas en el matadero de Quicapata – Ayacucho</i>	40
Tabla 3.4 <i>Resultado de significancia del coeficiente de correlación, presentando las características ováricas en evaluación de las vacas vacías y Preñadas, faenadas en el matadero de Quicapata. Ayacucho-2024.....</i>	50

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.1 <i>Folículo antral fuertemente adherido a las células de la granulosa</i>	11
Figura 1.2 <i>Ovocitos rodeados con más de tres capas de células del cúmulus.</i>	20
Figura 1.3 <i>Ovocitos rodeados con menos de tres capas de células del cúmulus.</i>	21
Figura 1.4 <i>Ovocitos con una sola capa de cumulus.</i>	21
Figura 1.5 <i>Ovocitos que se encuentran desnudos.</i>	22
Figura 1.6 <i>Ovocito con cúmulus expandido. Después de 24 h. de la maduración.</i>	22
Figura 2.1 <i>Mapa departamental y mapa regional del ámbito de intervención del trabajo.</i>	24
Figura 2.2 <i>Mapa de localización distrital de intervención del trabajo</i>	25
Figura 2.3 <i>Mapa de localización del trabajo de campo del proyecto</i>	25
Figura 2.4 <i>Recolección de ovarios en la zona de evisceración Matadero Quicapata Ayacucho</i>	28
Figura 2.5 <i>Recolección de ovarios de vaca vacía y preñadas</i>	28
Figura 2.6 <i>Recolección de ovarios de vacas preñadas</i>	29
Figura 2.7 <i>Rotulado de ovarios de acuerdo al estado de gravidez.</i>	29
Figura 2.8 <i>Desempacado de muestras en laboratorio</i>	30
Figura 2.9 <i>Muestras llevadas a baño maría</i>	31
Figura 2.10 <i>Secado de superficies de ovarios y aspiración del líquido folicular.</i>	31
Figura 2.11 <i>Pesado y medido de los ovarios</i>	32
Figura 2.12 <i>Búsqueda y selección de ovocitos.</i>	33
Figura 2.13 <i>Clasificación de ovocitos.</i>	33

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Registro de colección y selección de ovocitos de vacas criollas vacías	62
Anexo 2. Base de datos de selección de ovocitos de vacas criollas preñadas	63
Anexo 3. Datos de los pesos y tamaño de los ovarios de vacas criollas vacías	64
Anexo 4. Datos de los pesos y tamaño de los ovarios de vacas criollas preñadas	64
Anexo 5. Resumen de los ovocitos recuperados, Ayacucho-2024.....	64
Anexo 6. Estadística descriptivo general en software SPSS	65
Anexo 7. Estadística descriptiva de estructuras ováricas según estado reproductivo	67
Anexo 8. Prueba de normalidad	71
Anexo 9. Prueba de hipótesis de Mann-Whitney	72
Anexo 10. Cantidad de ovocitos calidad excelente (A) (N°) obtenidos de ovarios según estado reproductivo de vacas faenadas en el Matadero de Quicapata, Ayacucho-2024.....	73
Anexo 11. Cantidad de ovocitos viables (B) (N°) obtenidos de ovarios según estado reproductivo de vacas faenadas en el Matadero de Quicapata, Ayacucho-2024.....	73
Anexo 12. Cantidad de ovocitos calidad regular (C)(N°) obtenidos de ovarios según estado reproductivo de vacas faenadas en el Matadero de Quicapata, Ayacucho-2024	74
Anexo 13. Cantidad de ovocitos calidad malos (D)(N°) obtenidos de ovarios según estado reproductivo de vacas faenadas en el Matadero de Quicapata, Ayacucho-2024	74
Anexo 14. Cantidad de ovocitos calidad pésimos (E) (N°) obtenidos de ovarios según estado reproductivo de vacas faenadas en el Matadero de Quicapata, Ayacucho-2024.....	75
Anexo 15. Total de ovocitos (N°) obtenidos de ovarios según estado reproductivo de vacas faenadas en el Matadero de Quicapata, Ayacucho-2024	75
Anexo 16. Cantidad de ovocitos viables (N°) obtenidos de ovarios según estado reproductivo de vacas faenadas en el Matadero de Quicapata, Ayacucho-2024.....	76
Anexo 17. Cantidad de ovocitos no viables (N°) obtenidos de ovarios según estado reproductivo de vacas faenadas en el Matadero de Quicapata, Ayacucho-2024.....	76

Anexo 18. Peso total de ovarios (g) según estado reproductivo de vacas faenadas en el Matadero de Quicapata, Ayacucho-2024.....	77
Anexo 19. Longitud promedio de ovarios (mm) según estado reproductivo de vacas faenadas en el Matadero de Quicapata, Ayacucho-2024.....	77
Anexo 20. Coeficiente de correlación del peso con cantidad total de ovocitos de vacas preñadas	78
Anexo 21. Coeficiente de correlación del peso con cantidad total de ovocitos de vacas criollas vacías	79
Anexo 22. Coeficiente de correlación del peso con la calidad de viables (A+B) de ovocitos de vacas criollas preñadas	80
Anexo 23. Coeficiente de correlación del peso con la calidad de viables (A+B) de ovocitos de vacas vacías	81
Anexo 24. Regresión de la cantidad de ovocitos de vacas criollas preñadas por la longitud ovárica promedio	82
Anexo 25. Regresión de la cantidad de ovocitos de vacas criollas vacías por la longitud ovárica promedio	83
Anexo 26. Regresión de la calidad de ovocitos viables (A+B) de vacas criollas vacías por la longitud ovárica promedio	84
Anexo 27. Regresión de la calidad de ovocitos viables (A+B) de vacas criollas vacías por la longitud ovárica promedio	85
Anexo 28. Regresión multivariada de la cantidad de ovocitos por el peso ovárico promedio y longitud ovárica en vacas preñadas	86
Anexo 29. Regresión multivariada de la cantidad de ovocitos por el peso ovárico promedio y longitud ovárica en vacas vacías	87
Anexo 30. Regresión multivariada de la calidad de ovocitos viables (A+B) por el peso ovárico promedio y longitud ovárica en vacas preñadas.....	88
Anexo 31. Regresión multivariada de la calidad de ovocitos viables (A+B) por el peso ovárico promedio y longitud ovárica en vacas vacías	89

RESUMEN

El objetivo de este trabajo de investigación ha sido determinar el rendimiento ovárico de folículos antrales según el estado reproductivo en vacas criollas faenadas en el matadero de Quicapata –Ayacucho. Este trabajo fue realizado en los laboratorios de la Escuela Profesional de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional De San Cristóbal de Huamanga, con muestras recolectadas del Matadero de Quicapata del distrito de Carmen Alto, Ayacucho a 2750 msnm. Considerando criterios de inclusión de las vacas criollas en cada estado reproductivo: preñadas (primer tercio de gestación) vs vacías, se trabajó con 50 pares de ovarios de vacas respectivamente. Las muestras fueron evaluadas mediante el análisis descriptivo de medidas de tendencia central y de inferencia como los estadísticos de U de Mann Witney, y la correlación del peso y tamaño de los ovarios utilizando el programa Excel. Los resultados de la cantidad de ovocitos obtenidos en vacas preñadas fueron similares al de vacas vacías, con 12.86 ± 3.625 y 13.48 ± 3.48 ovocitos, respectivamente. La calidad de ovocitos (A+B) según el estado reproductivo en vacas criollas, no mostró diferencia significativa entre el grupo de preñadas y vacías. Así, se obtuvo 4.20 ± 2.449 y 3.64 ± 2.008 para ovocitos viables, y 8.66 ± 2.670 y 9.84 ± 3.582 para no viables. El peso de los ovarios en las vacas criollas preñadas condiciona moderadamente el rendimiento de la calidad de los ovocitos recuperados $Y=0.8436x + 7.4382$ ($R^2=0.4089$); mientras que el peso de los ovarios en vacas criollas vacías condiciona ligeramente el rendimiento de la calidad de los ovocitos recuperados $Y=0.8727x + 8.2895$ ($R^2=0.2364$). La longitud ovárica no es un factor determinante para el rendimiento de la calidad de ovocitos tanto en vacas criollas preñadas y vacías con $Y=1.2855x - 0.1694$ ($R^2=0.112$) y $Y=0.1829x + 3.0213$ ($R^2=0.0029$) respectivamente. En conclusión, independientemente del estado reproductivo, podemos contar con rendimientos ovocitarios similares tanto en vacas criollas preñadas como vacías que bien se podrían utilizar en trabajos de biotecnología reproductiva.

Palabra clave: Rendimiento ovárico, folículo, vacas criollas.

INTRODUCCIÓN

El bovino criollo en Ayacucho está siendo reemplazado por razas de aptitudes mejoradas las cuales estarían causando procesos de erosión genética, desaprovechando su condición de raza primaria adquirida a través del tiempo, que posee virtudes como rusticidad, resiliencia tanto a enfermedades parasitarias, bacterianas, metabólicas, entre otras. Y aún en estas condiciones y adversidades produce leche y crías.

Para el éxito de la ganadería bovina es necesario tener en consideración la eficiencia reproductiva y productiva, es por eso que en la actualidad debiera tomarse en cuenta la utilización de tecnologías reproductivas, las cuales están a disposición y medianamente son fáciles de ser aplicadas. En el mundo se han desarrollado una variedad de técnicas de reproducción asistidas que han sido implementadas en la reproducción.

Una de las tecnologías reproductivas de mayor auge y aplicación consiste en la recuperación de ovocitos a partir de ovarios ya sea de animales beneficiados o de animales vivos. Esta técnica nos ayudará a obtener ovocitos que posteriormente serán embriones. Se necesitan los ovocitos para diferentes técnicas de reproducción como la fecundación *in vitro*, transferencia de embriones, clonación, etc. El recolectar ovocitos del matadero ayuda a poner a punto un laboratorio de biotecnologías reproductivas, y dado el caso permite aprovechar la genética para no perder esos potenciales futuros terneros, debido a que, aunque la madre ya haya sido sacrificada aún puede generar descendencia. También nos ayuda a la clonación como fuente de ovocitos, a las cuales se les retira el núcleo y se les implantará un núcleo de la célula somática del animal que se desea clonar. También nos permite el almacenamiento indefinido del material biológico proveniente de diversas especies animales vulnerables, de alto valor genético o en peligro de extinción sin pérdida funcional de su actividad y sin alteraciones genéticas, esto posibilitaría el aprovechamiento del gran potencial de genes útiles del bovino criollo.

En Ayacucho la actividad ganadera tiene como base principal la crianza de bovino criollo. Como consecuencia hay una necesidad de seleccionar y multiplicar genes de mayor producción y adaptación. No existen trabajos en Ayacucho sobre el potencial de la reserva ovárica de nuestro ganado criollo con miras a su crío preservación y/o su debida multiplicación genética, por lo que creemos necesario realizar trabajos en ganado criollo sobre recuperación de ovocitos, determinar su capacidad ovárica, la influencia del estado de vacía o gravidez (primer tercio) con la intención de utilizarlo posteriormente con la técnica del Ovum Pick Up (OPU) para la producción de embriones *in vitro*, o para su correspondiente crío preservación, y finalmente su mejoramiento en el futuro, por lo cual se planteó los siguientes objetivos:

Objetivo general

Determinar el rendimiento ovárico de folículos antrales según el estado reproductivo en vacas criollas faenadas en el matadero de Quicapata –Ayacucho.

Objetivos específicos

1. Comparar la cantidad de ovocitos obtenidos de ovarios de las vacas faenadas según el estado reproductivo.
2. Comparar la calidad de ovocitos obtenidos de ovarios de las vacas faenadas según el estado reproductivo.
3. Comparar el peso de los ovarios sobre el rendimiento y calidad de los ovocitos recuperados según el estado reproductivo.
4. Comparar el tamaño de los ovarios sobre el rendimiento y calidad de los ovocitos recuperados según el estado reproductivo.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes

La aspiración folicular es una técnica con muchas posibilidades ya que puede ser usada en vacas adultas en varios estados fisiológicos: cíclicas, no cíclicas, durante el primer tercio de la gestación y en las que no responden a estímulos hormonales, pero también en animales viejos con desórdenes reproductivos de origen no genético (Galli et al., 2001), y en terneras y novillas prepúberes a partir del 6°-8° mes de edad (Taneja, et al., 2000).

Alvarado (2017) en su trabajo de investigación titulada “Evaluación de la calidad de ovocitos provenientes de vaconas criollas y ovarios de matadero” tuvo como objetivo: Evaluar la calidad de ovocitos en bovinos recuperados a partir de dos fuentes, aspiración folicular transvaginal guiada por ultrasonografía (OPU) en ganado criollo y aspiración folicular en ovarios de matadero. Se emplearon 10 novillas criollas cíclicas de 3 a 3,5 CC mantenidas en pastoreo y con suministro de sales minerales; y 200 ovarios de matadero. La recuperación ovocitaria por OPU y por aspiración folicular se realizó con agujas descartables 18G y a una presión de vacío de 90mmHg. La morfometría se lo realizó con ayuda de una cámara de alta definición montada sobre un microscopio invertido con lente 10X y equipado con el software AmScope V.3.7. La viabilidad se evaluó con azul tripan y la actividad enzimática con el test de azul de cresil brillante. Para el análisis estadístico se empleó la prueba de Chi-cuadrado y el estadístico U de Mann Withney ($P < 0,05$). Los resultados demuestran diferencias significativas para las fuentes de los ovocitos ($P < 0,05$) mientras que para la viabilidad y actividad enzimática no hay diferencias significativas ($P > 0,05$). Se concluyó que las fuentes de recuperación ovocitaria producen diferentes calidades de ovocitos, pero con viabilidad y actividad enzimática similar.

Rodríguez (2013) en su investigación titulada “Optimización del método de recuperación de ovocitos para la fecundación *in vitro*”, tuvo objetivo principal:

Resolver la eficiencia en su obtención de ovocitos de vacas faenadas en un matadero según su aptitud reproductiva en función a su técnica utilizada. La clasificación de los ovocitos recolectados se realizó en función del número y compactación de las células del cúmulo, así como del grado de homogeneidad y color del citoplasma, estableciendo cinco categorías (A, B, C, D y E). Se recuperaron una media de $6,4 \pm 2,4$ de ovocitos con la técnica de aspiración. el mayor número de ovocitos por aspiración de calidad superior fue de 47%. Además, determinó la posible influencia del peso de los ovarios, de sobre la recolección de ovocitos. Para lo que, se recuperaron 105 pares de ovarios durante los meses de febrero y marzo 2011, en un matadero local de la provincia de Lugo. Los ovocitos fueron obtenidos por la técnica de slicing y clasificados en las cinco categorías ya mencionadas. Los resultados de este estudio indicaron que la fase del ciclo estral no afectaba al número ni la calidad de ovocitos recuperados.

Tinco (2021) en su investigación titulada “Cantidad, calidad y estado nuclear de ovocitos aspirados según condición corporal de vacas criollas faenadas en el Matadero Municipal de Abancay” tuvo como objetivo:

Evaluar la cantidad, calidad y el estado nuclear de ovocitos aspirados de ovarios de acuerdo a condición corporal en vacas criollas faenadas en el matadero. La condición corporal (CC) de las vacas se consideró en escala 1 a 5 (1 = emaciada, 5 = obesa) con valores intermedios de 0.5, formándose grupos: CC baja (≤ 1.5), CC moderada (2 a 2.5), CC alta (≥ 3). Se obtuvieron 212 ovarios de vacas criollas del Matadero Municipal de Abancay, se transportaron con NaCl 0.9% al Laboratorio, luego los ovocitos se recuperaron mediante aspiración folicular. Los ovocitos se clasificaron en tipos A, B y C; se consideró ovocitos viables (aptos para maduración *in vitro*) a los A y B, los que fueron seleccionados para evaluar el estado nuclear, vesícula germinal intacta (GV) y vesícula germinal rota (GVBD); estos ovocitos, a 30 min post recuperados, fueron colocados con etanol - ácido acético (3:1) por 24 h, luego fueron teñidos con Lacmoid al 2%. El análisis estadístico, para medir el grado de asociación entre variables se utilizó la correlación no paramétrica de Spearman, luego, el análisis de varianza no paramétrica de Kruskal-Wallis. El número de ovocitos recuperados por ovario

entre condición corporal baja, moderada y alta de las vacas fueron similares ($P > 0.05$). Se encontró mayor promedio de ovocitos viables de categoría A y B por ovario para la condición corporal alta seguida de moderada y baja ($P \leq 0.05$). Se encontraron asociación positiva moderada ($P = 0.001$) entre CC y calidad de ovocitos tipo A; asociación positiva muy baja ($P = 0.018$) entre CC y ovocitos tipo B; asociación negativa muy baja ($P = 0.016$) entre CC y ovocitos tipo C. Se obtuvo mayor ($P \leq 0.05$) cantidad de ovocitos tipo A y B con la CC moderada y alta; se encontró mayor ($P \leq 0.05$) cantidad de ovocitos tipo C en vacas de CC baja. No se encontró asociación ($P = 0.073$) entre CC y ovocitos con GV intacta tampoco ($P = 0.737$) ovocitos con GVBD. La CC no influyó ($P > 0.05$) sobre el estado nuclear del ovocito GV y GVBD. Se concluye, que la CC se asocia y afecta sobre la calidad de ovocitos de tipo A, B y C, mientras el estado nuclear GV y VGBD no es influido por la CC de las vacas criollas del matadero.

1.2. Importancia de las técnicas de reproducción asistida en vacunos

Los avances en el mejoramiento genético del ganado bovino han sido posibles gracias al trabajo constante de genetistas e investigadores alrededor del mundo. En este contexto, Barba (2016) destaca la importancia de la "seleccionando animales genéticamente superiores en cuanto a producción se refiere. Para ello, a lo largo de todos estos años, el desarrollo y perfeccionamiento de una serie de biotecnologías reproductivas que se han convertido en herramientas fundamentales para este fin.

Los progresos significativos en biotecnologías reproductivas requieren componentes específicos para su éxito. En este sentido, Nava (2005) enfatiza que tecnologías avanzadas como "la reproducción *in vitro*, la clonación y la inyección intracitoplasmática de espermatozoides tienen en común la necesidad de utilizar ovocitos de alta calidad o capacidad de desarrollo, factor que es clave para lograr una alta eficiencia de estas biotecnologías.

En relación a los avances en reproducción animal, Palma (2008) en su investigación "Biotecnología de la reproducción: ciencia tecnología y sociedad" explica que las biotecnologías reproductivas abarcan diversas técnicas, desde las más básicas hasta las más avanzadas, orientadas a optimizar la eficiencia reproductiva animal. Este campo representa un logro significativo en las ciencias biológicas y zootécnicas, pues ha

permitido mejorar sustancialmente el progreso genético en la producción de diversos productos animales desde mediados del siglo XX. Es importante destacar que estas técnicas no solo son valiosas individualmente, sino que además actúan como base para el desarrollo de tecnologías más sofisticadas. Por ejemplo, la inseminación artificial es fundamental para los programas de superovulación y transferencia de embriones, mientras que esta última es esencial para la producción de embriones *in vitro*, la clonación y el desarrollo de animales transgénicos.

1.3. Ovogénesis

La ovogénesis es una secuencia de procesos en el cual las células germinales primitivas se convierten en ovocitos maduros. Es un proceso complejo regulado por una gran cantidad de factores intra y extra ováricos (Sanchez & Smitz, 2012).

El desarrollo ovocitario en mamíferos sigue patrones comunes, aunque con variaciones temporales significativas entre especies. Al respecto, Pepling (2013) señala que mientras algunos animales domésticos han sido extensamente estudiados, otros aún requieren mayor investigación. El autor enfatiza que un conocimiento más profundo de la ovogénesis en especies domésticas facilitará el desarrollo de nuevas técnicas para optimizar tanto la capacidad reproductiva como la calidad del ganado.

1.4. Foliculogénesis

Según Zarco (2018) en su obra sobre fisiología reproductiva, el desarrollo de los óvulos comienza sorprendentemente temprano, durante la etapa fetal. Alrededor de la quinta semana de gestación, las células que darán origen a los óvulos encuentran su camino hacia lo que será el futuro ovario. Estas células especiales se multiplican para crear las llamadas ovogonias. El folículo ovárico es la unidad funcional del ovario e involucra al ovocito y sus células somáticas asociadas. (Mcgee & Hsueh, 2000)

Lo interesante es que el proceso no se completa inmediatamente - espera hasta después del nacimiento, cuando el animal alcanza su madurez reproductiva. Es entonces cuando comienza una fase de desarrollo acelerado, donde el folículo (la estructura que contiene y nutre al óvulo) atraviesa diferentes etapas de maduración: comienza como un folículo primordial, que en el caso específico de las vacas se forma alrededor de los 90 días, y progresa gradualmente transformándose primero en folículo primario, luego en

secundario, después en antral, hasta alcanzar su estado final como folículo preovulatorio o de Graaf."El desarrollo de los folículos ováricos es un proceso fascinante que no ocurre en un solo momento, sino que se extiende a lo largo de diferentes etapas de la vida: comienza cuando el animal está en el vientre materno, continúa durante su juventud antes de alcanzar la madurez sexual, e incluso durante futuras gestaciones. Estos investigadores describen que un folículo primordial es como una estructura básica donde encontramos un óvulo en pausa - específicamente detenido en una fase llamada diploteno de la profase I de la meiosis, antes del nacimiento. Este óvulo está protegido por una capa única de células especiales llamadas pre-granulosa, que actúan como su escudo protector. Lo particularmente interesante es que el desarrollo completo del folículo hasta alcanzar su estado maduro (conocido como folículo de Graaf) y la posterior ovulación, solo ocurre en hembras que no están gestantes, y esto únicamente después de que han alcanzado la pubertad y durante sus ciclos reproductivos normales (Roberts & Leroith. 1971).

“La foliculogénesis también se define como la sucesión de formación, crecimiento y diferenciación folicular. Abarca desde el estadio de folículo primordial hasta el de folículo pre ovulatorio” (Gigh, 2006, p. 186).

La vaca ovula un solo folículo, que llega a identificarse por sus dimensiones unos tres días antes del inicio del celo, cuando hay uno o dos folículos grandes en los ovarios. El crecimiento final en vacas ocurre en un lapso que va de 12 a 34 días; la duración total del crecimiento folicular es más de 20 días y quizá hasta unos 6 meses. (Hafez, 2002)

1.4.1. Los folículos primordiales

Los folículos primordiales son pequeñas estructuras tienen una forma particular: si las observáramos al microscopio son ligeramente ovaladas, aunque en la mayoría de los cortes aparecen como círculos casi perfectos. Sin embargo, cuando se observan desde un corte lateral (sagital), muestran una forma más alargada (Filipiak et al., 2016)

Lo fascinante de estas estructuras es su composición: en su centro encontramos un óvulo que está como en 'modo pausa' - específicamente en una fase especial de división celular llamada diploteno de la profase I de la meiosis. Esta pausa es única y característica de los mamíferos hembras, tanto que tiene su propio nombre: dictioteno (Filipiak et al., 2016).

El óvulo no está solo: lo protege una única capa de células especiales llamadas pregranulosas, que tienen una forma particular, como pequeños husos aplanados, formando una especie de escudo protector alrededor del óvulo (Wandji, 1996)

Las células se organizan en las primeras etapas de formación de un óvulo. Es una estructura diminuta pero perfectamente organizada: en el centro, tenemos un óvulo joven que se originó de las primeras células reproductivas del cuerpo. Este óvulo no está solo - está protegido por una capa de células especiales que son como una manta protectora a su alrededor. Pero aquí viene la parte más interesante: estas células protectoras son mucho más que simples guardaespaldas. Tienen dos trabajos super importantes: primero, actúan como un 'semáforo en rojo', impidiendo que el óvulo madure antes de tiempo. Lo hacen pausando su desarrollo en un momento específico, durante el cual el óvulo desarrolla un núcleo tan llamativo que los científicos lo han bautizado como 'vesícula germinal'. Además, estas células también funcionan como una especie de 'termostato', controlando cuidadosamente que el óvulo crezca exactamente lo necesario, ni más ni menos. (Wandji, 1996)

En la sección transversal que atraviesa el folículo primordial por su diámetro máximo, se identifica un promedio de 5 células pregranulosas. Esta característica microscópica ofrece una mirada íntima a la estructura reproductiva bovina, donde cada célula pregranulosa juega un papel crucial en los procesos de desarrollo folicular y potencial reproductivo (Rajakoski, 1960). El complejo folicular bovino se caracteriza por contener menos de 10 células planas pregranulosas. En esta etapa temprana, el ovocito presenta un diámetro aproximado de 30 micrómetros, mientras que el folículo primordial completo no supera los 40 micrómetros de diámetro total (Wandji et al., 1996).

Los ovarios de los mamíferos ya al nacimiento tienen una reserva de folículos primordiales, el número de folículos primordiales (reserva folicular) es determinante de la vida reproductiva de las hembras, así como de su vida fértil (Hirshfield, 1991); Durante cada ciclo estral, un grupo de folículos ováricos experimenta un proceso dinámico: desarrollándose, secretando hormonas y finalmente concluyendo mediante atresia u ovulación. El crecimiento de las células germinales es un proceso que se inicia previamente al desarrollo folicular y continúa simultáneamente durante su progresión. (McNatty & col., 2000).

1.4.2. Folículos secundarios

Los folículos secundarios son como pequeñas maravillas biológicas en constante transformación. Imagina una estructura donde el óvulo está rodeado por múltiples capas de células especiales llamadas granulosa. Pero esto no es todo - por fuera de estas células, aparece otro grupo de células diferentes, las células de la teca, que son más alargadas, como pequeños husos. Durante esta etapa, todo el conjunto crece considerablemente, alcanzando un tamaño entre 80 y 250 micrómetros (Filipiak et al., 2016).

Lo interesante es lo que sucede después, pues las células granulosa comienzan a producir un líquido especial (el licor folicular) que va creando pequeños espacios entre ellas. Con el tiempo, estos espacios se unen formando una especie de 'laguna' dentro del folículo, que los científicos llaman antrum folicular. Como si fuera poco, estas mismas células tienen otra tarea importante: producen unas sustancias especiales (mucopolisacáridos) que crean algo así como un 'escudo protector' alrededor del óvulo, conocido como zona pelúcida. Es como si la naturaleza hubiera diseñado un sistema de protección multicapa para asegurar el desarrollo adecuado del óvulo. (Filipiak et al., 2016)

El folículo secundario se caracteriza por múltiples capas celulares que envuelven el ovocito, En el desarrollo folicular ovárico, se genera un espacio donde se deposita un material glicoproteico amorfo que, al condensarse, se recubre completamente al ovocito, dando origen a la zona pelúcida. Esta estructura, previamente conocida como membrana pelúcida, es esencialmente no celular, caracterizada únicamente por las microvellosidades provenientes del ovocito y las células granulosa. La formación de esta zona ocurre sobre una lámina basal que delimita las células de la granulosa del estroma circundante, donde simultáneamente se produce el reclutamiento y diferenciación de células estromales que conformarán la teca folicular interna (Bloom-Fawcett, 1992).

La maduración del ovocito es impulsada por las hormonas folículo estimulante (FSH) y luteinizante (LH), que promueven la proliferación y diferenciación celular, capacitando al folículo para producir esteroides. Durante esta etapa, los folículos dependen parcialmente del suministro de hormonas gonadotrópicas. Gilchrist et al (2008)

1.4.3. Folículo terciario o antral

El folículo terciario o antral es una estructura clave en el desarrollo ovárico. A medida que el animal madura, este folículo antral va creciendo gradualmente. Una vez que el animal alcanza la pubertad, el folículo antral adquiere las características de un folículo preovulatorio, también conocido como folículo de Graaf. La formación del antro, o cavidad central del folículo, ocurre en folículos que miden entre 0,2 y 0,4 milímetros de diámetro en el ganado bovino. En este momento, el óvulo en su interior ya mide aproximadamente 93 micrómetros de diámetro. Conforme el animal madura, estos folículos preovulatorios pueden llegar a alcanzar un tamaño de unos 15 milímetros de diámetro. A medida que las células que rodean al óvulo (células de la granulosa) se siguen dividiendo, el estroma conectivo que las rodea se va organizando para formar las capas interna y externa de la teca folicular. En resumen, el desarrollo del folículo antral y preovulatorio es un proceso gradual y cuidadosamente orquestado que prepara al óvulo para la ovulación y la posible fecundación. (Filipiak et al., 2016).

El folículo terciario o antral se caracteriza porque las células de la granulosa empiezan a secretar líquido que causa la formación de una cavidad entre ellas; esta cavidad se la denomina antro folicular y va aumentando de tamaño en la medida que mayor volumen de líquido folicular se acumula en el mismo. Este se denomina líquido folicular, y a partir de la aparición del antro folicular a estos folículos se les denomina folículos terciarios. Los folículos terciarios que han alcanzado su madurez y se encuentran listos para ovular se denominan folículos preovulatorios o De Graaf. (Palma et al., 2011)

1.4.4. Desarrollo de folículos antrales pequeños

Los folículos pequeños con un antro recién formado crecen lentamente, tardando aproximadamente 27 días en pasar de 0.13 a 0.67 milímetros de diámetro. Sin embargo, a medida que el folículo aumenta de tamaño, su velocidad de crecimiento se acelera, llegando a pasar de 0.68 a 3.67 milímetros en solo 6.8 días. (Adams et al., 2008).

Los autores estiman que se necesitan aproximadamente 2 ciclos estrales completos para que un folículo pase de la etapa preantral a la etapa antral. Sorprendentemente, este cambio no parece estar relacionado con variaciones en los niveles de gonadotropinas ni con la emergencia de nuevas ondas foliculares. Estudios recientes también revelaron que la hormona folículo estimulante (FSH) se une a sus receptores en las células de la

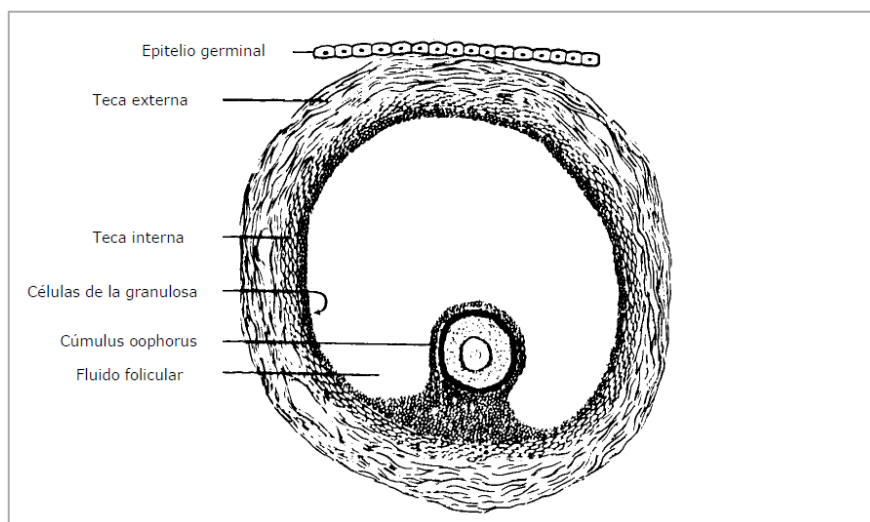
granulosa de los folículos primarios, pero esta unión no parece activar eficazmente el sistema de segundos mensajeros de la adenil ciclasa, por lo que no induce señalización celular para la producción de proteínas. Solamente cuando los folículos alcanzan de 1 a 3 milímetros de diámetro son capaces de responder adecuadamente a la FSH. Además, los autores mencionan que el futuro folículo dominante es el primero en alcanzar 1 milímetro de diámetro, emergiendo de 6 a 12 horas antes que el primer folículo subordinado y siendo de mayor tamaño. (Filipiak et al., 2016).

El equipo de Adams (2008) ha logrado desentrañar importantes detalles sobre la dinámica de crecimiento de los folículos ováricos en el ganado bovino, aportando nuevos conocimientos sobre los complejos procesos fisiológicos que regulan la ovulación.

La formación del antro folicular es debida a que las células granulosas producen hialurona y versican que generan un gradiente osmótico que atrae fluidos procedentes de los capilares de la teca. El inhibidor de la inter-alfa tripsina también se encuentra en este fluido; éste puede ligarse al versican o a la hialurona, resultando en la retención de estas moléculas dentro del antro folicular. Las acuaporinas (moléculas que facilitan el transporte de agua en la célula) también están presentes en las células granulosas, por lo que también pueden estar implicadas en el transporte de agua al interior del folículo. (Rodgers et al., 2010)

Figura 1.1

Folículo antral fuertemente adherido a las células de la granulosa



Nota: obtenido de "embryo transfer and associated techniques in cattle. Gordon I (ed.) Controlled Reproduction in Cattle and Buffaloes" (Gordon, 1999, p. 267)

1.4.5. Fases de desarrollo folicular

El crecimiento y desarrollo de los folículos de los ovarios de las vacas es un muy proceso complejo. inicia con el reclutamiento de un grupo de folículos, los cuales luego compiten por ser seleccionados. Finalmente, uno o más de ellos se vuelven dominantes, lo que significa que se desarrollan más rápidamente que los demás. Este proceso está muy influenciado por las hormonas reproductivas, llamadas gonadotropinas, que estimulan a los folículos y les permiten crecer y madurar. A medida que los folículos avanzan por estas diferentes etapas, los patrones de actividad genética dentro de las células que los componen también cambian. Algunos genes se expresan más, produciendo más de sus respectivas proteínas, lo que ayuda a guiar el desarrollo folicular. Es realmente asombroso cómo el cuerpo de la vaca coordina tan eficientemente este proceso, permitiendo que solo unos pocos folículos logren la madurez y la ovulación, mientras que el resto son desechados. Es una muestra increíble de la complejidad y la sofisticación de los sistemas biológicos. Senger (2005)

1.5. Características del ovocito vacuno

El corazón de la reproducción asistida es la calidad de los óvulos que se utilizan. Uno de los mayores desafíos ha sido determinar el nivel de madurez de los óvulos, ya que el citoplasma (la parte líquida dentro de la célula) juega un papel crucial en esto.

El factor limitante a la hora de recolectar los complejos cúmulo-ovocito (COC) es, sin duda, el tamaño de los folículos de los cuales se extraen. Los folículos son las estructuras de los ovarios donde se desarrollan y maduran los óvulos. En otras palabras, la calidad y el estado de desarrollo de los óvulos es fundamental para el éxito de las técnicas de reproducción asistida. Pero obtener estos óvulos en el momento justo y en el estado de madurez adecuado sigue siendo uno de los mayores retos que enfrentan los especialistas en este campo. El tamaño de los folículos de los cuales se extraen los óvulos es un factor clave que limita y condiciona este proceso. (Fernandez et al., 2010)

En las vacas, el ovocito es una célula grande y esférica. Un ovocito maduro es aquel que se libera durante la ovulación. Se caracteriza por presentar el primer cuerpo polar, que es una pequeña célula que se separa del ovocito principal durante la primera división meiótica. En este momento, el ovocito se encuentra detenido en la metafase de la segunda división meiótica, es decir, en metafase II (MII). El ovocito es la célula aislada

más grande del organismo. La relación entre la superficie y el volumen del ovocito disminuye a medida que éste aumenta de tamaño. Las células más grandes contienen más agua y, proporcionalmente, tienen menos superficie a través de la cual el agua y las sustancias crioprotectoras pueden entrar y salir. Otra característica importante del ovocito en metafase II es que sus componentes internos, como los cromosomas y los microtúbulos del huso meiótico, son extremadamente sensibles a los cambios de temperatura, osmolaridad e iones. En esta etapa, estos componentes están libremente suspendidos en el citoplasma, y los gránulos corticales, que contienen sustancias que ayudan a la fecundación, se encuentran cerca de la membrana celular. El huso meiótico se forma cuando la proteína tubulina se polimeriza, alcanzando una concentración crítica. Este proceso de polimerización da lugar a los microtúbulos que conforman la estructura del huso. (Magistrini y Szollosi, 1980).

Los ovocitos maduros presentan una gran heterogeneidad en la distribución y organización de los organelos citoplasmáticos y en la permeabilidad de la membrana del agua (Fabbri et al., 2000). Están rodeados por las células de la corona y más externamente por las células granulosas del cúmulo (Hafez, 2002).

El ovocito inmaduro, con vesícula germinal visible, es decir, en profase I (PI), tiene los cromosomas condensados y localizados dentro del núcleo o vesícula germinal. Están protegidos por la membrana nuclear a diferencia de los cromosomas del ovocito en MII. En el ovocito inmaduro no se ha formado el huso meiotico. La congelación de ovocitos en PI previene la alteración del huso y la aneuploidía (Eroglu, et al., 1988).

1.6. Calidad del complejo cúmulo-ovocito

Los expertos evalúan la calidad de los ovocitos observando principalmente tres aspectos clave: qué tan grande es el ovocito, cómo se ve su interior (el citoplasma) y las células especiales que lo rodean, conocidas como células del cúmulo. Es interesante notar que cuando estas células del cúmulo forman varias capas bien unidas alrededor del ovocito, hay más probabilidades de que este madure correctamente. Para saber si un ovocito es de buena calidad, los especialistas lo observan cuidadosamente bajo el microscopio, fijándose en detalles como qué tan juntas están las células que lo rodean y cómo se ven las diferentes estructuras en su interior. Es como si tuvieran una lista de

verificación visual para clasificar cada ovocito según su apariencia y determinar cuáles tienen mejores posibilidades de desarrollarse bien (Andrade, 2020)

La selección de los ovocitos junto con sus células del cúmulo (COCs) es un paso crucial cuando se planea realizar fertilización *in vitro*. Esta no es un proceso exacto como las matemáticas, sino que se basa en la selección y el "ojo clínico" del profesional que los examina bajo el microscopio. Cuando el especialista evalúa los ovocitos, es como si fuera un chef experto seleccionando los mejores ingredientes: se fija en varios aspectos que, según la experiencia, indican si el ovocito tiene buenas posibilidades de madurar correctamente, ser fertilizado y desarrollarse bien en el laboratorio. Sin embargo, es importante mencionar que este proceso tiene un componente subjetivo - lo que un profesional considera un ovocito de excelente calidad podría ser evaluado de manera ligeramente diferente por otro, similar a como dos chefs podrían tener opiniones distintas sobre el punto exacto de maduración de una fruta. A pesar de esto, existen guías y criterios establecidos que ayudan a estandarizar esta evaluación, basándose en características como: Qué tan compactas están las células que rodean al ovocito, la apariencia de las diferentes estructuras celulares y otros detalles que se pueden observar bajo el microscopio estereoscópico (Gordon, 2003)

1.7. Actividad ovárica durante el primer tercio de gestación

Las investigaciones de Ginther et al., (1989b), posteriormente respaldadas por Henao y Trujillo (2016), han demostrado que, durante el primer trimestre de gestación bovina, los ovarios mantienen su actividad mediante ondas foliculares sucesivas. Un hallazgo notable es que el folículo dominante de la primera onda post-concepción alcanza un tamaño similar al de un folículo ovulatorio, aunque posteriormente, en las siguientes ondas, los folículos dominantes experimentan una reducción gradual en su diámetro, aproximándose al tamaño de los folículos subordinados.

Los vacunos desde que nacen, sus ovarios contienen una cantidad variable de ovocitos, como si fueran pequeños tesoros guardados para el futuro. Es interesante ver cómo esta cantidad puede variar enormemente de una hembra a otra, algunas pueden nacer sin ningún ovocito (lo que significa que serán estériles), mientras que otras pueden tener hasta 700,000 folículos en sus ovarios, estos ovocitos son como semillas en estado dormido que, poco a poco, van "despertando" y comienzan su desarrollo dentro de

estructuras llamadas folículos antrales. Una vez que un folículo comienza a desarrollarse, solo tiene dos caminos posibles, puede llegar a la ovulación (liberando el ovocito para una posible fertilización), o se degenerará naturalmente en un proceso llamado atresia (Erickson, 1966).

Son necesarios 60 días para que un folículo primordial activado llegue al tamaño de ovulación. En este periodo, siguiendo un patrón de ondas foliculares (Wiltbank et al., 2012), ocurren varias fases de crecimiento y atresia folicular con la subsecuente maduración o degeneración oocitaria (Dayan et al., 2001).

1.8. Obtención de los ovocitos

La recolección de ovocitos permite recuperar y aprovechar folículos no ovulatorios, y que Bajo condiciones fisiológicas se tornarían en folículos atrésicos, con el fin de aprovechar el máximo potencial genético de una donadora por procedimiento *in vitro*. El número de ovocitos que se pueden madurar *in vivo* se ve limitado gracias al feed back de la regulación endocrina del crecimiento del folículo con el proceso de maduración. la obtención de los ovocitos se realiza a través de dos procedimientos básicos; A partir de hembras sacrificadas en el matadero, mediante la obtención de sus ovarios y la aspiración de los folículos con un diámetro comprendido entre 3 y 6 mm, a partir de animales vivos utilizando la aspiración transvaginal eco guiada (OPU). Esta técnica permite recoger ovocitos en las hembras de más de 6 meses de edad, durante los primeros 3 meses de gestación y a partir de las 2-3 semanas del postparto, por lo que no interfiere con los ciclos productivos o reproductivos de las hembras donantes. En el caso de hembras muy jóvenes (menos de 6 meses de edad) es necesario recurrir a la laparoscopia (Andrade, 2020).

1.9. Técnicas de obtención de ovocitos

1.9.1. Aspiración folicular

Sobre este método indica que consiste en la aspiración de los folículos que se encuentran en la superficie ovárica donde los folículos aspirados son los que tienen un diámetro mayor a 2 mm, aunque se ha indicado que se deben aspirar aquellos folículos que se encuentran entre 3 y 6 mm de diámetro. La aspiración se realiza con una aguja con un calibre entre 18 y 21 G conectada a una jeringa de 10 ml. El calibre de la aguja empleada tiene mucha importancia para preservar la integridad de los ovocitos. En un

estudio donde compararon diferentes diámetros de agujas frente a la calidad de los ovocitos, se determinó que, aunque con las agujas de calibre 18 G se obtuvo mayor número de ovocitos, con las agujas de menor calibre se recuperaron más ovocitos de buena calidad. La técnica consiste en cargar 1-2 ml de PBS en la jeringa conectada a la aguja, y luego proceder a succionar los folículos de la superficie ovárica que se encuentren entre los diámetros recomendados. Para realizar esta operación se ingresa por el estroma del ovario adyacente al folículo y este no se punciona directamente para evitar comprometer la integridad del mismo. Una vez obtenido el líquido folicular, se coloca en un tubo de precipitación dejándolo decantar por 10 a 20 minutos, para posteriormente eliminar el sobrenadante y aspirar y coloca el pellet en una caja Petri con PBS, con el fin de hacer la búsqueda y selección de los ovocitos aptos para continuar con la fase de maduración, bajo una lupa estereoscópica. Andrade (2020)

1.9.2. Seccionamiento ovárico

Comprende en la obtención de ovocitos que la recolección de ovocitos permite recuperar y aprovechar folículos no ovulatorios. A este método se lo conoce también con el nombre en inglés “slicing”, que básicamente consiste en hacer varios cortes longitudinales y transversales en la superficie ovárica, con el fin de seccionar los folículos localizados en la corteza ovárica y obtener los COCs que son recogidos en un vaso precipitado luego lavar el ovario. Andrade (2020)

1.9.3. Obtención de ovocitos in vivo

Este método consiste en que los ovocitos se obtienen de animales vivos, ya sean hembras jóvenes, vacas en producción o de descarte o vacas preñadas en el primer tercio de gestación. Permite entre otras cosas acortar el intervalo generacional de animales genéticamente superiores, produciendo un número elevado al año de embriones viables y terneros por cada donadora, incrementando además la eficiencia productiva de los hatos ganaderos. Andrade (2020), esta técnica es conocida como OPU (ovum pick up) que es una técnica muy difundida a nivel mundial hoy en día, que ha permitido la recuperación repetida de ovocitos en vaquillas mayores a 6 meses de edad, en animales gestantes durante los tres primeros meses de gestación y también en vacas en producción, 2-3 semanas postparto, sin interferir con el ciclo productivo ni con el desempeño reproductivo de ellas. Por otro lado, esta técnica se puede aplicar al mismo animal durante 5-6 meses seguidos, con una frecuencia de aspiración de dos veces por semana, sin tener efectos

nocivos sobre la actividad reproductiva ni el bienestar animal. Para llevar a cabo este procedimiento primero es necesario sedar levemente al animal con Xilacina I.M. al 2%, o también con detomidina (0,016 mg/kg de peso vivo IV). Luego de esto, se debe aplicar anestesia epidural con el propósito de disminuir las contracciones abdominales y facilitar la manipulación de los ovarios y la operación de aspiración folicular. Una vez realizado esto, se procede a vaciar el recto teniendo cuidado de no permitir que ingrese aire al mismo, e inmediatamente a limpiar la zona perineal. El transductor se introduce por la vagina hasta el fondo de la misma, y luego por medio de manipulación rectal de los ovarios estos se retraen cerca del transductor, se visualizan los folículos y se aspiran los tengan un diámetro mayor a 2mm a través de la pared vaginal, depositándose el líquido folicular en tubos que contienen medio de mantenimiento (Andrade, 2020).

1.10. Factores que afectan la calidad de los ovocitos

La calidad del ovocito se ve afectada por factores propios del animal y/o ambientales. Así, Las afecciones presentes en un animal pueden comprometer la competencia funcional de los ovocitos y alterar sus características morfológicas, afectando su capacidad para madurar, ser fecundados y alcanzar el estadio de blastocisto. La calidad del ovocito está también influenciada por factores animales como la edad (donde los mayores problemas se presentan en vacas muy jóvenes o muy viejas, aunque la MIV es posible incluso en edades extremas con bajos porcentajes de éxito, como en ovocitos recuperados de fetos), la categoría (vacas o vaquillonas), el estado del ciclo estral y la condición corporal. Además, los factores ambientales como la temperatura, la cantidad de luz diaria y la estación del año también tienen un impacto significativo en esta calidad (Alvarado, 2017).

1.11.1. Edad del animal

Alvarado (2017) menciona que la edad del animal afecta la calidad de los ovocitos, Así, prepúberes presentan ovocitos menos aptos que vacas adultas; pero, responden similarmente en procesos de producción de embriones *in vitro*.

1.11.2. Nutrición del animal

La influencia del factor nutricional en la calidad de los ovocitos es esencial; sin embargo, hay poca literatura al respecto. La nutrición influye sobre el proceso reproductivo de las vacas, el desbalance de nutrientes con la alimentación inadecuada

alrededor del parto puede afectar la calidad de los ovocitos, por ejemplo, formulaciones de alimento con concentraciones elevadas de amoníaco afecta la competencia de los ovocitos (Alvarado, 2017)

1.11.3. Factores medioambientales

La zona termo neutral para los bovinos va de 0 a 16°C, y se produce estrés calórico cuando la temperatura supera los 23.6°C, lo cual reduce la intensidad y duración del estro de 20 horas a 11.9 horas, afecta la duración del ciclo estral (Gallegos, 1998); La capacidad reproductiva de los ovocitos abarca varios procesos cruciales: su maduración completa, la aptitud para ser fecundados por un espermatozoide, y la posterior progresión para desarrollarse hasta alcanzar el estadio de blastocisto (Lopez, 2012)

1.11.4. Recuperación de los ovocitos

La obtención de ovocitos a partir de ovarios procedentes del camal presenta una tasa de éxito entre el 50 y 60%, utilizando la punción folicular guiada por bomba de vacío (OPU), que es un método ampliamente implementado. No obstante, es fundamental considerar que la intensidad de la presión aplicada durante el procedimiento puede provocar daños significativos en las células que componen el complejo del cúmulo ovocitario (Alvarado 2017).

Prácticamente no se observan distinciones significativas entre la recuperación de ovocitos post mortem y los obtenidos in vivo. Sin embargo, existe una diferencia notable en términos de accesibilidad y manipulación: la obtención transrectal de ovocitos en animales vivos resulta considerablemente más compleja, mientras que, en ovarios de vacas faenadas, el operario cuenta con una ventaja única de poder realizar una inspección completa, exhaustiva. y detalladamente sin las restricciones físicas propias de un procedimiento en un animal vivo (Palma, 2001)

1.11.5. Tamaño de los ovarios

El número de ovocitos está estrechamente relacionado con el tamaño y peso del ovario, por lo tanto, en vacas adultas el número de ovocitos que se puede recuperar es mayor que en hembras jóvenes (Alvarado, 2017). El ovario mide aproximadamente de 2 – 4 cm de largo por 1 – 2 cm de ancho (Galina, 2003), Los ovarios miden en promedio 3.5 cm de largo, 2.5 cm de ancho (Rodríguez, 2008).

1.11.6. Peso de los ovarios

Así como en machos existe una alta correlación entre la circunferencia escrotal y la cantidad y calidad seminal (Gipson, et al., 1985) positivamente relacionado con la fertilidad en los toros (Garmyn, et al., 2011), se puede suponer que en hembras suceda algo semejante. Es decir, el peso o tamaño del ovario pueda determinar la cantidad y calidad de ovocitos. El peso de los ovarios es de 10 a 20 gramos, situados en una bolsa ovárica ancha y abierta en donde el número de folículos que maduran son 1 - 2 (Galina, 2003).

El peso de los ovarios bovinos tiene una estrecha relación con la edad. Así, observaron cómo el peso de los ovarios se incrementa desde 0,5g a las dos semanas de vida hasta 4g a los 4 meses y 10g en animales en torno a los 12 meses (Duby, et al., 1996.). Esta relación entre el ovario, sus gametos y la fertilidad de la hembra es un supuesto de muchos años en la biología reproductiva es, en esta última década, cuando se ha venido desarrollando estudios relacionados a este tema (Jimenez-Krassel, et al., 2009) (Ireland, et al, 2011) destinados principalmente a la caracterización fenotípica y la selección de los animales en relación a su reserva ovárica. Existen evidencias indirectas que indican que el número de folículos durante las oleadas foliculares se encuentra condicionado por el tamaño de sus ovarios. De manera semejante otro estudio describió que la proporción de ovocitos recuperados y el porcentaje del COC de buena calidad disminuía significativamente según el tamaño de los ovarios (Palma, 2008) Por todo ello, (Ireland, et al., 2011) indican que el ganado adulto joven, con ovarios más pequeños tienen un menor número de folículos antrales y además una disminución marcada del número total de folículos y ovocitos morfológicamente buenos; situación opuesta cuando se trata de ovarios grandes.

1.11. Principales indicadores de calidad de un ovocito

Los principales indicadores a tomar en cuenta son:

- a. Aspecto citoplasmático del ovocito:** este debe poseer un citoplasma granuloso fino y uniforme, sin mostrar espacio perivitelino ni vacuolizaciones.
- b. Aspecto y morfología del cúmulo celular que le rodea:** no debe encontrarse expandido ni disperso sino compacto y sin aglutinaciones. Varios autores señalan que se produce una mayor tasa de maduración *in vitro* cuando se seleccionan ovocitos que presentan las células de la corona radiada claramente

diferenciadas del resto del cúmulo celular que rodea al ovocito (Lonergan et al., 1991).

1.12. Criterio de selección de los complejos cúmulus-ovocito (COCs)

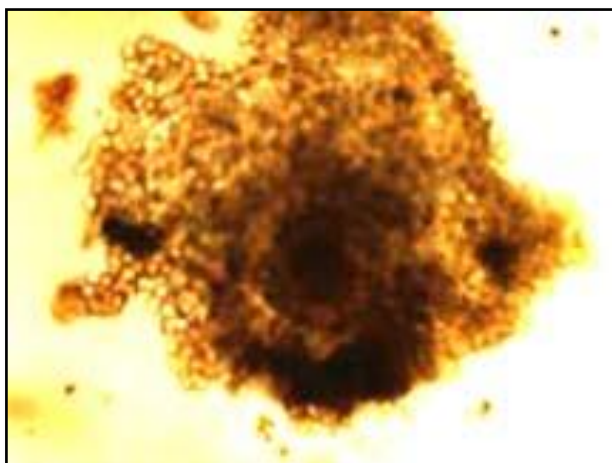
Los ovocitos inmaduros recolectados para FIV se clasificarán con la intención de identificar uno o varios marcadores de calidad morfológica del complejo cumulus-ovocito, con valor predictivo sobre las tasas de desarrollo de blastocistos. La evaluación morfológica se llevará a cabo con una lupa estereoscópica de 40 y 60X, tomando en cuenta el aspecto del cúmulo y del citoplasma del ovocito. La selección se efectúa siguiendo dos criterios:

La clasificación de los COCs obtenidos en cinco categorías, según homogeneidad, morfología del citoplasma y compactibilidad de las células del cumulo:

Tipo I: “Ovocitos con más de tres capas de células de cumulo compactas y con citoplasma homogéneo uniformemente granulado” (Pelaez, 2011, p. 18).

Figura 1.2

Ovocitos rodeados con más de tres capas de células del cúmulus.

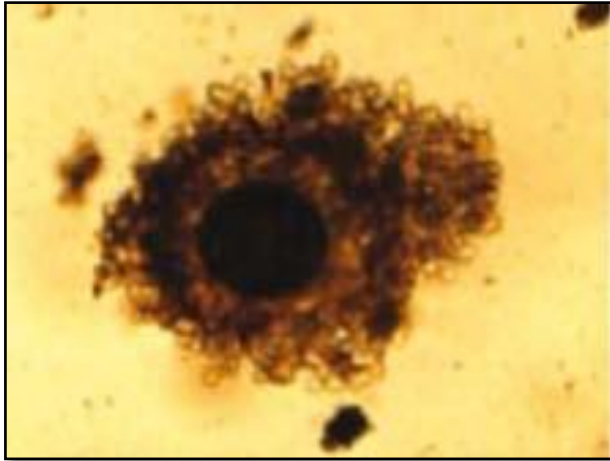


Nota: Obtenido de (Pelaez, 2011, p. 18).

Tipo II: “Ovocitos con menos de tres capas de células del cumulo y citoplasma generalmente homogéneo” (Pelaez, 2011, p. 19).

Figura 1.3

Ovocitos rodeados con menos de tres capas de células del cúmulo.

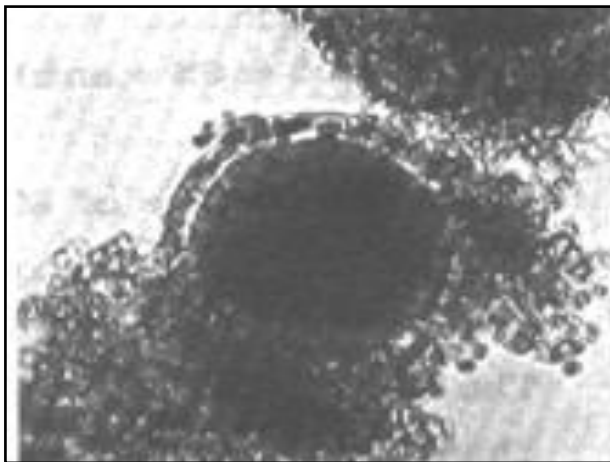


Nota: Obtenido de (Pelaez, 2011, p. 19).

Tipo III: “Ovocitos con una sola capa de células del cúmulo y citoplasma de aspecto irregular con áreas oscuras” (Pelaez, 2011, p. 19).

Figura 1.4

Ovocitos con una sola capa de cumulus.



Nota: Obtenido de (Pelaez, 2011, p. 19).

Tipo IV: “se encuentran desnudos” (Pelaez, 2011, p. 19).

Figura 1.5

Ovocitos que se encuentran desnudos.

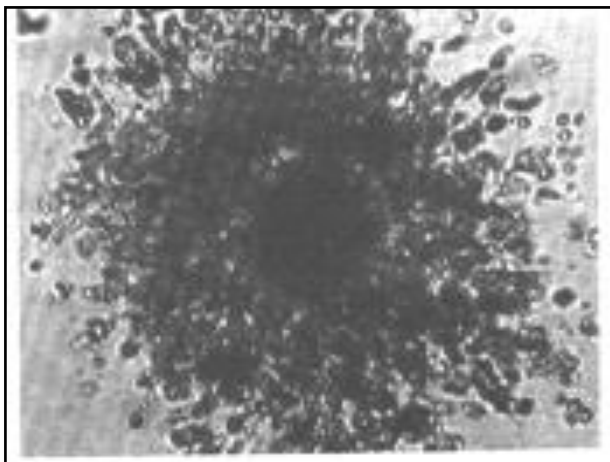


Nota: Obtenido de (Pelaez, 2011, p. 19).

Tipo V: “Ovocitos madurados *in-vivo*, con cúmulo expandido” (Pelaez, 2011, p. 20).

Figura 1.6

Ovocito con cúmulos expandido. Después de 24 h. de la maduración.



Nota: Obtenido de (Pelaez, 2011, p. 20).

CAPÍTULO II METODOLOGÍA

2.1. Ubicación

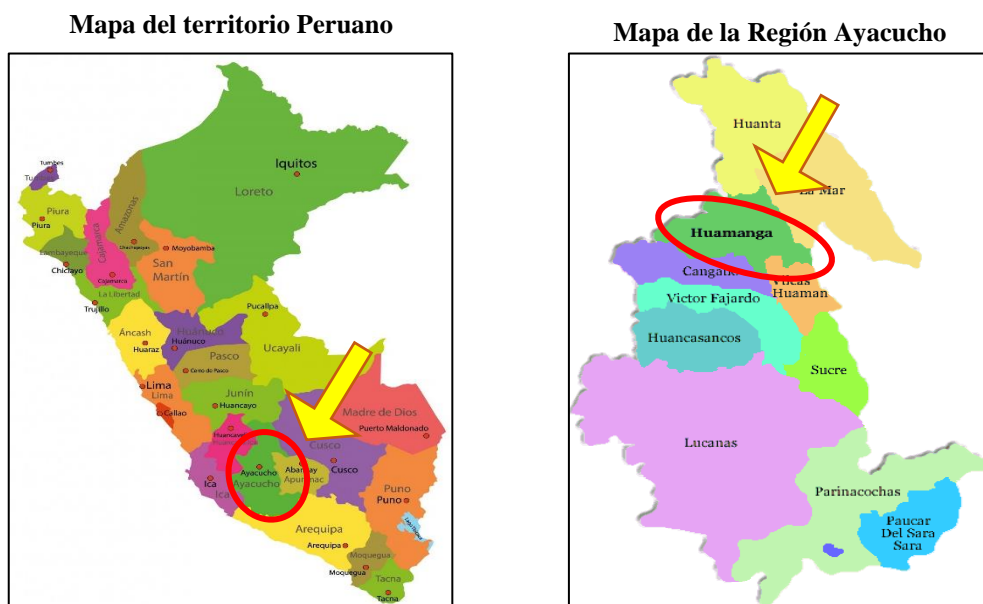
El presente trabajo de investigación se realizó en la Región Ayacucho, Provincia Huamanga y Distrito de Carmen Alto. A una altitud de 2750 m.s.n.m.

2.1.1. Localización del trabajo de campo

La colección de las muestras (ovarios) se realizó en el matadero de “Quicapata” que se encuentra ubicado en el distrito de Carmen alto, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho, a una altitud de 2735 m.s.n.m., latitud 13°47’87 S y longitud 74°13’38.99”, con una temperatura promedio de 12-18 °C, precipitación pluvial de 500 mm, humedad relativa 40-50%.

Figura 2.1

Mapa departamental y mapa regional del ámbito de intervención del trabajo.



Nota: Google mapa político Regional y Provincial

Figura 2.2

Mapa de localización distrital de intervención del trabajo



Nota: Google mapa político de la provincia de Huamanga – distrito de Carmen Alto.

Figura 2.3

Mapa de localización del trabajo de campo del proyecto



Nota: Adaptado de Google Earth.

2.1.2. Localización del trabajo de laboratorio

El proceso de evaluación de las muestras (ovarios) se realizó en el Laboratorio de Reproducción y Biotecnología Animal de la Escuela Profesional de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga que se encuentra ubicado en el distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho a una altitud de 2735 m.s.n.m.

La ejecución del presente trabajo de investigación fue de cuatro meses:

Fecha de inicio : abril del 2017

Fecha de término : julio del 2017

2.2. Tamaño de muestra

El tamaño muestral fue constituido por los ovocitos obtenidos a partir de 50 pares de ovarios de vacas vacías y 50 pares de ovarios de vacas preñadas del “Matadero de Quicapata”.

La unidad de muestreo fueron los ovocitos de las calidades A, B, C, D y E, seleccionados según Lonergan et al., (1991) haciendo un total de 674 ovocitos de ovarios de vacas vacías y 643 ovocitos de ovarios de vacas preñadas.

2.3. Materiales y equipos

2.3.1 *Material de laboratorio*

Vaso de precipitado

Solución fisiológica (NaCl 0.9%)

Jeringa de 20 ml y agujas de 18x1

Placas de Petri

Láminas porta objetos

Tubos falcón

Guantes quirúrgicos

Pipeta Pasteur.

Papel toalla

2.3.2 *Material de campo*

Termómetro

Termo

Calibrador Vernier

Libreta de campo

Bolsas pequeñas de polietileno

Bolsas herméticas de polietileno

Caja de tecnopor (recipiente isotérmico)

Tijeras

2.3.3 *Material biológico*

Ovarios de vacas

2.3.4 *Equipos y aparatos*

01 Estereoscopio Nikon®

01 Platina térmica Minitube®

2.4. Método procedimental

2.4.1 *Recolección del material biológico*

Se obtuvieron el par de ovarios procedente de las vacas preñadas en el primer tercio de gestación, y adicionalmente de vacas vacías. Esta colección se realizó dos veces por semana hasta completar el número de 50 vacas, tanto para las preñadas como para las vacías.

Criterios de inclusión:

1. Animales con apariencia de manto semejante al criollo. hembras de fenotipo variable en coloración del manto, característica primordial del ganado criollo Como por ejemplo pelajes de color yana, puka, yuraq, qarhua, allpa, husni, etc. Con colores combinados como pallar moru, yana moru, puka muru, allpa muru, qusni muru, etc. (Rosemberg, 2000)
2. Úteros correspondientes a animales adultos (vacas). No terneras ni vaquillas.
3. Vacas preñadas consideramos hasta el primer tercio de gestación con un tamaño del útero de entre 20 a 30 cm, y/o tamaño fetal de 10 a 12 cm. (Hafez & Hafez, 2000).
4. Vacas vacías y preñadas con aparato reproductor aparentemente sanos. Es decir, sin alteraciones aparentes o palpables.
5. Ovarios colectados funcionales con cantidad variable de estructuras: folículos, cuerpos lúteos, hemorrágicos y/o albicans. La evaluación de la funcionalidad ovárica es fundamental en la obtención de ovocitos para técnicas de reproducción asistida. La presencia de diversas estructuras en la superficie del ovario proporciona información crítica sobre el estado reproductivo y la actividad hormonal del mismo (Hafez & Hafez, 2000).

Criterios de exclusión:

1. Bovinos hembras de otras categorías distintas a vaquillas y vacas preñadas.
2. Bovinos hembras con alteraciones morfológicas aparentes o palpables en sus órganos reproductivos.

Figura 2.4

Recolección de ovarios en la zona de evisceración Matadero Quicapata Ayacucho



Figura 2.5

Recolección de ovarios de vaca vacía y preñadas



Figura 2.6

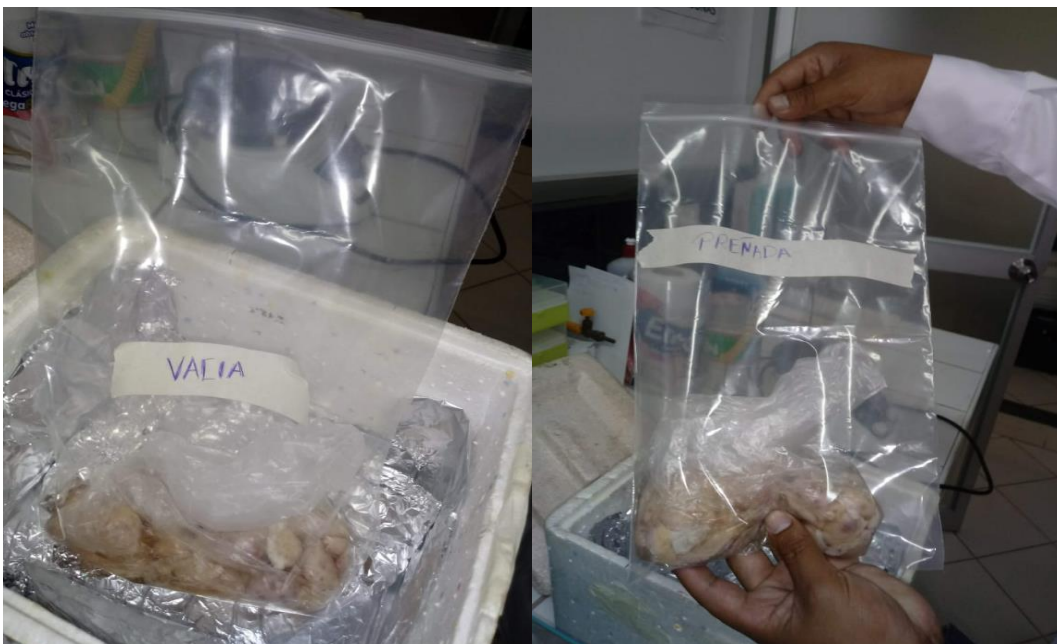
Recolección de ovarios de vacas preñadas



Las muestras recolectadas fueron colocadas en pequeñas bolsas plásticas, estas a su vez fueron colocadas a las bolsas herméticas que contenían 500 ml de solución salina (NaCl 0.9%) a 37 °C de temperatura y debidamente rotuladas tanto para vacas vacías y para vacas preñadas. Y finalmente transportados al laboratorio en cajas de tecnopor con temperaturas oscilante entre 36 a 38.5 °C. El tiempo transcurrido entre el beneficio de las vacas y el arribo al laboratorio fue entre 6 a 8 horas.

Figura 2.7

Rotulado de ovarios de acuerdo al estado de gravidez



Con el laboratorio en condiciones estériles y los equipos preparados previamente al ingreso de las muestras, se procedió a la limpieza y desinfección de las superficies de trabajo con alcohol al 70° y se verificó que estén todos los materiales necesarios.

2.4.2 Aspiración de ovocitos

Se realizó la aspiración (Hansen, 2002) siguiendo la metodología siguiente:

1. Lavado de los ovarios con solución salina al 0.9 % a 37 °C, tomándose el par de ovarios como una sola muestra, estos fueron pesados.
2. Colocado de los ovarios en un vaso de precipitado a baño María a 37°C.
3. Secado con papel toalla estéril de la superficie de los ovarios.
4. Pesado y medición del par de ovarios.
5. Los folículos a aspirar son de diámetros entre 2 a 7 mm, medidos con un calibrador vernier.
6. Exclusión de folículos degenerados según características morfológicas.
7. Aspiración realizada con una jeringa de 20 ml y aguja hipodérmica calibre 18. El líquido folicular fue depositado en tubos falcon a baño María 37° C por un tiempo aproximado de 15 minutos.
8. Precipitación por 15 minutos, aspirado del sedimento con una pipeta Pasteur y depositado del sedimento en una placa de Petri para realizar la búsqueda de los ovocitos al estereoscopio a un aumento de 2 x.

Figura 2.8

Desempacado de muestras en laboratorio



Figura 2.9

Muestras llevadas a baño maría



Figura 2.10

Secado de superficies de ovarios y aspiración del líquido folicular



Figura 2.11

Pesado y medido de los ovarios



2.4.3 Búsqueda, selección y clasificación de ovocitos

Seguidamente se efectuó la búsqueda de ovocitos en el estereoscopio y empleando una micro pipeta de 10 μ l. Seguidamente se clasificaron los ovocitos según las calidades A, B, C, D y E (Kawasaki et al., 1999).

- **Calidad A o Tipo I:** ovocito rodeado por más de tres capas compactas de células del cúmulo, citoplasma finamente granular dando una apariencia compacta y una zona pelúcida integra.
- **Calidad B o Tipo II:** ovocito rodeado parcialmente de dos o más capas de células del cúmulo, citoplasma se encuentran con algunos cuerpos pigmentados y la zona pelúcida integra.
- **Calidad C o Tipo III:** Las células de los cúmulos se encuentran parcialmente denudados.
- **Calidad D o Tipo IV:** El ovocito se encuentra totalmente denudado.
- **Calidad E o Tipo V:** Los ovocitos que se encuentran con cúmulos expandidos y/o citoplasma irregular.

Los complejos ovocito-cumulus (COC's) se clasificaron viables los de tipo I y II, y los no viables los de tipo III, IV y V. para que se puedan utilizar en procesos de maduración y fecundación *in vitro* (Lonergan et al., 1991).

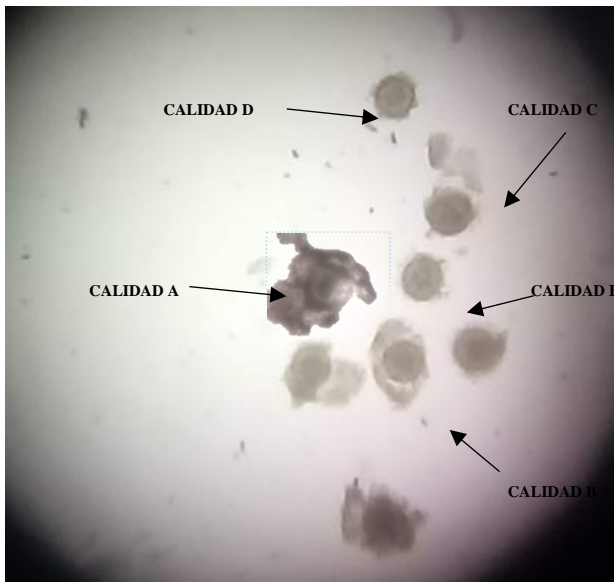
Figura 2.12

Búsqueda y selección de ovocitos



Figura 2.13

Clasificación de ovocitos



2.4.4. Análisis estadístico

Las respuestas del rendimiento ovárico según el estado reproductivo de las vacas se analizaron mediante el análisis descriptivo de medidas de tendencia central y de inferencia como los estadísticos de T de Student o U de Mann Witney de acuerdo a la

prueba de normalidad y homogeneidad de varianzas utilizando el programa SPSS versión

27. La prueba T de Student para muestras independientes:

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$

Donde:

\bar{x}_1 = Media de la primera muestra (número de ovocitos en vacas vacías).

\bar{x}_2 = Media de la segunda muestra (número de ovocitos en vacas preñadas).

s_1^2 = Varianza de la primera muestra.

s_2^2 = Varianza de la segunda muestra.

n_1 = Tamaño de la primera muestra.

n_2 = Tamaño de la segunda muestra.

La prueba de U de Mann Witney

$$U = n_1 n_2 + \frac{n_1(n_1 + 1)}{2} - R_1$$

Donde:

n_1 es el tamaño de la muestra 1 (preñadas)

n_2 es el tamaño de la muestra 2 (vacías)

R_1 es la suma de los rangos de la muestra 1

Para comparar tanto el peso o tamaño de los ovarios sobre el rendimiento de la calidad de los ovocitos recuperados según el estado reproductivo se utilizó el Modelo de regresión lineal utilizando fórmulas para desarrollar el complemento de los resultados con el uso del Microsoft Excel (versión 2016).

$$Y = \beta_0 + \beta_1 * X + \varepsilon$$

Donde:

Y es la variable dependiente (rendimiento ovárico en folículos antrales)

X es la variable independiente (estado reproductivo)

β_0 es la intersección o ordenada al origen (valor de Y cuando X = 0)

β_1 es la pendiente de la recta de regresión (cuánto cambia Y por cada unidad de cambio en X)

ε es el término de error, que representa la variabilidad de Y que no es explicada por X.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se presenta los resultados y la discusión respectiva dando a conocer los experimentos referidos a la recuperación de ovocitos tanto del rendimiento total, como de la calidad en vacas criollas de Ayacucho de acuerdo al estado reproductivo, es decir, comparando las vacas preñadas en primer tercio de gestación con las vacas vacías.

3.1. Comparación de la cantidad de ovocitos obtenidos de ovarios de las vacas criollas faenadas según el estado reproductivo

El resultado del procedimiento realizado con los ovocitos pertenecientes a los ovarios de las 50 vacas vacías y 50 vacas preñadas fue el siguiente: se obtuvo un número total de 1317 ovocitos, 643 ovocitos correspondientes a las vacas preñadas y 674 ovocitos a las vacas vacías.

Tabla 3.1

Cantidad de ovocitos obtenidos de ovarios según estado reproductivo de vacas criollas faenadas en el Matadero de Quicapata, Ayacucho-2024

Estado reproductivo	n	Promedio ± DE	Mínimo	Máximo	Coefficiente de variación
Vacas preñadas	50	12.86 ^a ± 3.63	6	26	28.19
Vacas vacías	50	13.48 ^a ± 3.48	8	25	25.81
TOTAL	100	13.17 ± 3.55	6	26	26.95

^{a,b} Letras diferentes en la columna indican diferencia estadística significativa a la prueba estadística de la U de Mann-Whitney.

En la Tabla 3.1 muestra el rendimiento ovárico de folículos antrales según el estado reproductivo (preñadas o vacías) de vacas criollas sacrificadas en el Matadero de Quicapata, Ayacucho-2024. Los resultados muestran que el promedio ± D.E. de ovocitos

obtenidos en vacas las preñadas fue de 12.86 ± 3.63 , mientras que en las vacas vacías fue de 13.48 ± 3.48 , no hallándose diferencias estadísticas significativas entre ambos grupos ($p > 0.05$).

Aun cuando estudios previos han sugerido que el estado reproductivo influye en la dinámica folicular de diferentes razas bovinas, generalmente con una menor disponibilidad de ovocitos en vacas preñadas debido a la regulación hormonal gestacional (Pierson & Ginther, 1988; Lucy, 2001). Así también, el feto sustrae energía, minerales, proteínas, vitaminas y la madre continúa en producción láctea, Hafes (2002). Entonces, la nutrición materna tiene efecto sobre la calidad de los ovocitos. En este contexto, es crucial mantener el balance energético (Abdelatty et al., 2018). Asimismo, el estado nutricional influye sobre la cantidad y composición de los lípidos, repercutiendo en la calidad de los ovocitos (De Andrade y Poehland, 2021). Nuestros hallazgos resultan relevantes al sugerir que el estado reproductivo no ejerce un efecto estadísticamente importante sobre el rendimiento ovárico en esta raza adaptada a las condiciones alto andinas de Ayacucho.

En el ganado criollo de Ayacucho no hay trabajos similares que consideren el estado reproductivo (primer tercio de gestación) para la colecta de ovocitos a partir de ovarios de matadero. Sin embargo, los resultados obtenidos muestran en general una colecta de ovocitos superior a los de Rodríguez (2013), quien recuperó una media de 6.4 ± 2.4 ovocitos/vaca mediante técnica de aspiración de ovarios de vacas españolas faenadas. Así mismo, los resultados son superiores a los ovocitos colectados por Tinco et al. (2021) En vacas criollas faenadas en el matadero de Abancay, donde la condición corporal (CC) no influyó en la cantidad de ovocitos recolectados con 4.14 ± 0.35 ovocitos en vacas con < 1.5 de CC, 4.88 ± 0.21 ovocitos en vacas con CC de 2 a 2.5 y 5.46 ± 0.36 ovocitos en vacas con > 3 de CC.

Otro aspecto a considerar es el coeficiente de variación (CV) registrado: 28.19% en vacas preñadas y 25.81% en vacas vacías. El CV alto podría reflejar variabilidad en las condiciones fisiológicas de las vacas en estudio, posiblemente debido a factores como la nutrición, el ambiente y el manejo, que afectan el desarrollo folicular (Gutiérrez et al., 2011). Esta variabilidad es común en estudios reproductivos de bovinos criollos, como se

observa en trabajos de Velásquez et al. (2020), quienes reportan que el entorno y las condiciones de manejo afectan la variabilidad en la respuesta reproductiva.

Los resultados del presente trabajo indican que el estado reproductivo (preñadas o vacías) no tiene un efecto estadísticamente significativo en la cantidad de ovocitos obtenidos en vacas criollas faenadas en el Matadero de Quicapata. Este hallazgo contribuye al entendimiento de la fisiología reproductiva de las vacas criollas, sugiriendo que, bajo las condiciones estudiadas, la cantidad de ovocitos disponibles es independiente del estado reproductivo, lo que podría representar una ventaja adaptativa en regiones altoandinas y su estabilidad reproductiva, representaría un factor clave en la implementación de programas de reproducción y conservación en condiciones de manejo extensivo (Mastromonaco et al, 2020).

3.2. Comparación de la calidad de ovocitos según el estado reproductivo

Los resultados del presente trabajo según la clasificación de ovocitos empleada: A, B, C, D y E, fueron de la siguiente manera: en los ovocitos del grupo vacías se tiene en A 81 (12%), B 101 (15%), C 134 (20%), D 166 (25%) y E 192 (28%). Mientras en los ovocitos del grupo preñadas se tiene en A 103 (16%), B 107 (17%), C 112 (17%), D 167 (26%) y E 154 (24%), como muestra en la Figura 3.1.

Figura 3.1

Rendimiento ovocitario total según el estado reproductivo

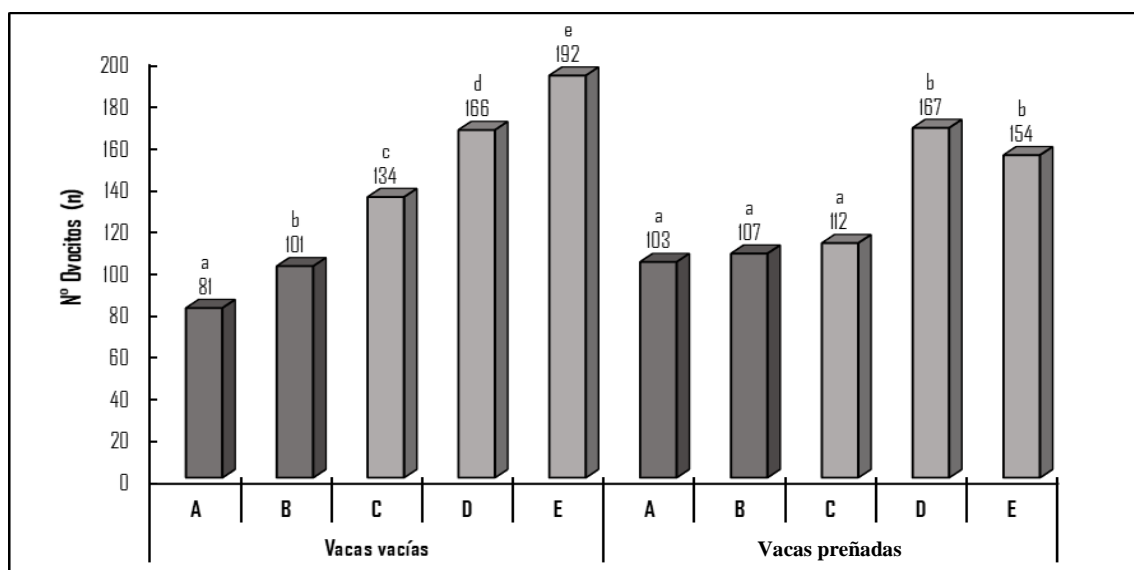


Tabla 3.2*Distribución de ovocitos por categoría según el estado reproductivo de las vacas faenadas en el camal de Quicapata, Ayacucho*

Estado reproductivo	n (vacas)	Categorías de ovocitos				
		Excelente (A)	Bueno (B)	Regular (C)	Malo (D)	Pésimo (E)
<u>Vacas Preñadas</u>						
Promedio ± DE n ovocitos (%)	50	2.06 ^a ± 1.549 103/643 (16%)	2.14 ^a ± 1.471 107/643 (17%)	2.24 ^a ± 1.451 112/643 (17%)	3.34 ^a ± 1.768 167/643 (26%)	3.08 ^a ± 1.563 154/643 (24%)
<u>Vacas vacías</u>						
Promedio ± DE n ovocitos (%)	50	1.62 ^a ± 1.497 81/674 (12%)	2.02 ^a ± 1.220 101/674 (15%)	2.68 ^a ± 1.647 134/674 (20%)	3.32 ^a ± 2.180 166/674 (25%)	3.84 ^a ± 1.754 192/674 (28%)
TOTAL	100	1.84 ± 1.523 184	2.08 ± 1.345 208	2.44 ± 1.549 246	3.33 ± 1.974 333	3.46 ± 1.658 346

^{a,b} Letras diferentes en la columna indican diferencia estadística significativa a la prueba estadística de la U de Mann-Whitney.

En la Tabla 3.2 se puede observar que no existe diferencia estadística entre las medias del rendimiento individual de cada una de las cinco categorías entre los grupos preñadas y vacías.

Los resultados del presente trabajo son superiores a Rodríguez (2013) quien reportó $1,2\pm 0,4$; $1,8\pm 0,6$; $1,5\pm 1,3$; $1,3\pm 0,9$ y $0,6\pm 0,4$ para las categorías A, B, C, D y E, respectivamente; probablemente el autor ha trabajado con diferentes tipos raciales de vacas (Frisona, Rubia Gallega y el colectivo “cruces”) quienes han vivido en distintas condiciones ambientales por lo que existiría amplia variabilidad, en la misma línea, la obtención de ovocitos podría haber sido en diferentes estadios, así también podría influir los detalles en cada una de las técnicas utilizadas. Así también, según Alvarado (2017), la calidad del ovocito puede ser afectada según categoría y condición corporal ya que puede estar relacionado con el nivel de energía en la dieta, por tanto, las vacas de condición corporal ≤ 2 tienen menos folículos en desarrollo durante la fase lútea del ciclo estral y tienden a producir menos durante la fase folicular que las vacas con condición corporal ≥ 3 (Dorice et al., 2019).

Por otro lado, el resultado del presente trabajo fue similar a Sulca (2017), quien reportó un promedio de recuperación 2.28 ± 2.02 y 1.41 ± 0.68 de calidad A y B respectivamente. Aunque la autora no evaluó las otras categorías, y no incluyó la edad y las condiciones fisiológicas. Ambos resultados, trabajados con vacas criollas en Ayacucho ratifican el rendimiento de ovocitos producidos según calidad en este tipo de ganado.

El estado fisiológico y nutricional de las vacas puede afectar la calidad de los ovocitos (López-Gatiús. 2003). Pues, vacas con extremas condiciones corporales (mal nutridas y/o enfermas) presentan ovocitos de pobre calidad (Bezdíček et al., 2020) Los procesos metabólicos energéticos de los ovocitos influyen en el crecimiento y maduración de los mismos, por ende, afecta la calidad de estos, principalmente los ácidos grasos tienen una participación esencial (D’Occhio et al., 201) En los folículos se realizan los procesos metabólicos de producción de estradiol y progesterona, y en la hipófisis las gonadotropinas. La calidad del ovocito va a estar dependiente del juego hormonal de estas hormonas. Por tanto, una vaca de baja condición puede tener niveles energéticos no deseados que afectarían el eje hormonal y por ende al folículo – ovocito. En este contexto,

las vacas criollas preñadas y vacías probablemente se han mantenido bajo las mismas condiciones medio ambientales y alimenticias. Adicionalmente, Lucy (2001) señaló que los factores como la alimentación, el manejo y el estado de salud general son factores que influyen significativamente en la calidad de los ovocitos.

Para fines prácticos, en la biotecnología reproductiva, se ha seleccionado los ovocitos en grupo de viables (A+B) y grupo no viables (C+D+E) (Tabla 3.3).

Tabla 3.3

Rendimiento de la calidad de ovocitos de folículos antrales según el estado reproductivo en vacas criollas faenadas en el matadero de Quicapata – Ayacucho

Estado reproductivo	VIABLES (A+B)			NO VIABLES (C+D+E)	
	n (vacas)	Prom ± DE	n ovocitos (%)	Prom. ± DE	n ovocitos (%)
Vacas Preñadas	50	4.20 ^a ± 2.44	210(32.7)	8.66 ^a ± 2.67	433(67.3)
Vacas vacías	50	3.64 ^a ± 2.00	182(27)	9.84 ^a ± 3.58	492(73)
TOTAL	100	3.92 ± 2.23		9.25 ± 3.13	

^{a,b} Letras diferentes en la columna indican diferencia estadística significativa a la prueba estadística de la U de Mann-Whitney.

En la Tabla 3.3 se muestra que no existe diferencia significativa entre las medias de los ovocitos viables (A+B) de los grupos de vacas preñadas y vacas vacías, en las vacas preñadas se obtuvo una media de 4.20 ± 2.44 , y en las vacas vacías 3.64 ± 2.00 . Por otro lado, se obtuvo una media de 8.66 ± 2.67 y 9.84 ± 3.58 en vacas preñadas y vacías respectivamente, para los ovocitos no viables (C+D+E).

De las tasas correspondientes para ovocitos viables (A+B), se obtuvieron en las vacas preñadas un 32.7% y en las vacas vacías un 27%. Por otro lado, para los ovocitos no viables se obtuvieron tasas de 67.3% y 73% para las vacas preñadas y vacías respectivamente. Berg et al. (2006), encontró que las vacas preñadas presentan ovocitos de mejor calidad en comparación con las vacas vacías, guardando relación con nuestros resultados obtenidos, donde las vacas preñadas presentaron un mayor porcentaje de ovocitos viables.

Los datos fueron inferiores a los reportados por Tinco (2021) quien trabajando en vacas de condición corporal moderada (2-2.5), encontró $3,94 \pm 0,18$ de ovocitos viables (A+B) en un ovario por lo que inferimos que en una pareja de ovarios ha sido el doble (7.88 ovocitos). Probablemente los autores han escogido los ovarios funcionales y/o las vacas criollas en Abancay han estado óptimas condiciones alimentarias indicando que la condición corporal juega un rol importante en la calidad ovocitaria. En los folículos se realizan los procesos metabólicos de producción de estradiol y progesterona, y en la hipófisis las gonadotropinas. La calidad del ovocito va a estar dependiente del juego hormonal de estas hormonas. Por tanto, una vaca de baja condición puede tener niveles energéticos no deseados que afectarían el eje hormonal y por ende al folículo – ovocito (De Andrade et. al., 2021).

Aunque en las Tablas 3.1. y 3.2 se muestra que no existe diferencia estadística entre las medias de los ovocitos del grupo de vacas preñadas y de las vacas vacías, encontramos que los resultados en cantidad y porcentaje existe superioridad a favor de los ovocitos recuperados a partir de las vacas preñadas. Estas vacas si bien presentan un feto que demanda energía, proteína y minerales entre otros componentes (Abdelatty et al., 2018), suelen tener ovocitos con mejor calidad en comparación con las vacas vacías (Berg et al., 2006), lo cual es consistente con nuestros resultados obtenidos, donde las vacas preñadas presentaron mayor cantidad de ovocitos viables. La presencia de más ovocitos en las vacas preñadas en comparación con las vacías puede atribuirse a los cambios hormonales y fisiológicos asociados con la gestación, en particular al papel de la progesterona y el cuerpo lúteo (CL). Si bien la progesterona tiene funciones anabólicas, su influencia en la calidad y cantidad de ovocitos es compleja y varía según el estado reproductivo de la vaca. Así, el CL en las vacas preñadas produce niveles significativamente más altos de progesterona, lo que es crucial para mantener el embarazo y apoyar el desarrollo embrionario (Sanchez & Moura, 2016), lo cual por su función anabólica podría influir en el mayor número de ovocitos viables en vacas preñadas.

3.3. Comparación del peso de los ovarios sobre el rendimiento total y la calidad de los ovocitos recuperados según el estado reproductivo

Con respecto al peso de los ovarios, las vacas vacías presentaron un peso promedio de 6.494 g. para el ovario izquierdo y 5.402 g. para el ovario derecho. De igual manera,

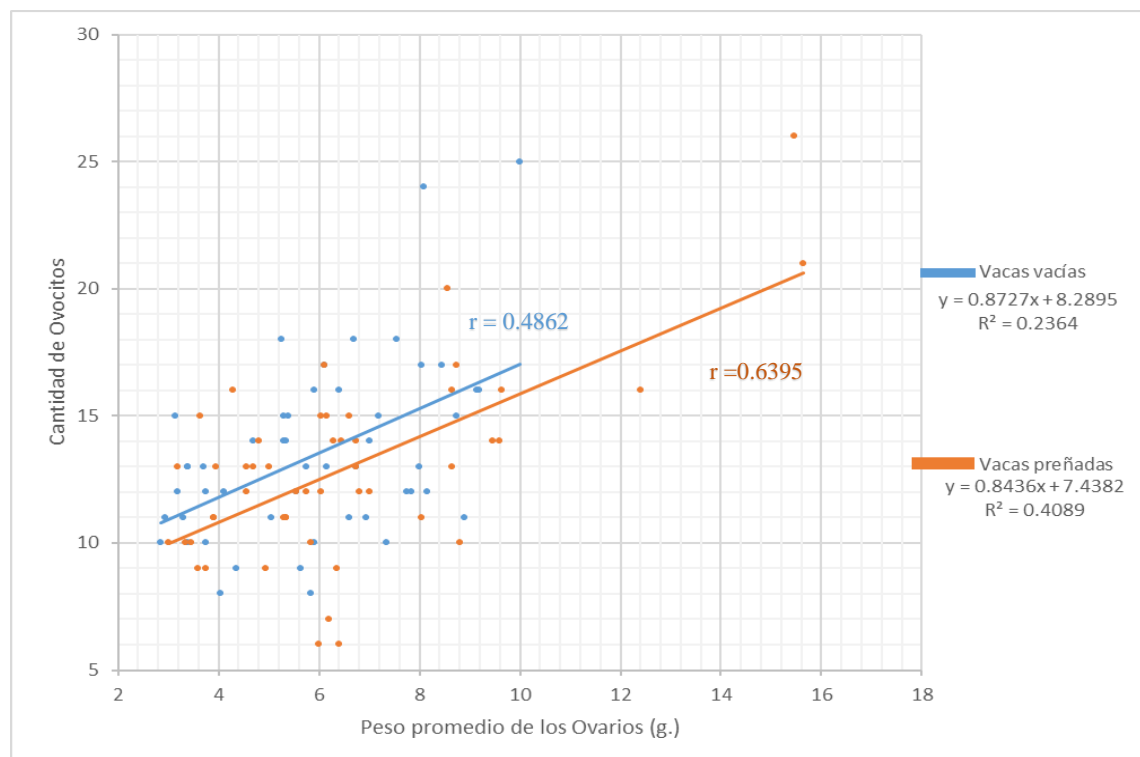
en las vacas preñadas se presentó un peso promedio de 6.636 g. para el ovario izquierdo y 6.218 g. para el ovario derecho (Anexos 3 y 4).

Los pesos se compararon en dos aspectos: El rendimiento total con la cantidad total de ovocitos recuperados con la técnica de aspiración y la calidad de los ovocitos viables de las categorías A+B, los cuales bien podrían utilizarse en técnicas de reproducción asistida.

El peso obtenido de los ovarios de las vacas criollas en nuestro estudio guarda similitud con el peso reportado por Gonzales et., al. (2017), quien en ovarios sin cuerpos luteos de hembras bovinas cebuinas faenadas en un matadero en Córdova, Colombia, obtiene pesos de 6.4 ± 4.6 g. en vacas gestantes y 6.3 ± 3.8 g. en vacas no gestantes.

Figura 3.2

Comparación entre el peso ovárico (g.) y el rendimiento total de ovocitos colectados de las vacas vacías y Preñadas, faenadas en el matadero de Quicapata. Ayacucho-2024



De la Figura 3.2 y la Tabla 3.4, el coeficiente de correlación entre el peso promedio del ovario (g) y la cantidad total de ovocitos colectados de las vacas vacías es de 0.4862 lo cual corresponde a una correlación positiva moderada. Mientras que para

vacas criollas preñadas es de 0.6395 lo cual corresponde a una correlación positiva moderada entre ambas variables.

Así también, los resultados indican que la relación entre el peso del ovario y la cantidad total de ovocitos en vacas vacías presenta un coeficiente de determinación (R^2) de 0.2364, lo que sugiere que solo el 23.64% de la variabilidad en la cantidad de ovocitos puede ser explicada por el peso del ovario. Esto indica que, si bien existe una relación, hay otros factores importantes que influyen en la cantidad de ovocitos que no están siendo considerados en este modelo de regresión lineal simple.

Santos et al. (2004), encontraron que a mayor peso ovárico se asocia mayor número de folículos y mayor producción de ovocitos. Esto es consistente con los resultados del presente estudio, donde el mayor peso ovárico se asocia con mayor rendimiento ovocitario. Adicionalmente, Ginther (1992), menciona que el tamaño y la actividad ovárica pueden influir en la capacidad de producción ovocitaria de las vacas. Los resultados de este estudio respaldan esta lógica, mostrando correlación positiva entre el peso de los ovarios y el número de ovocitos.

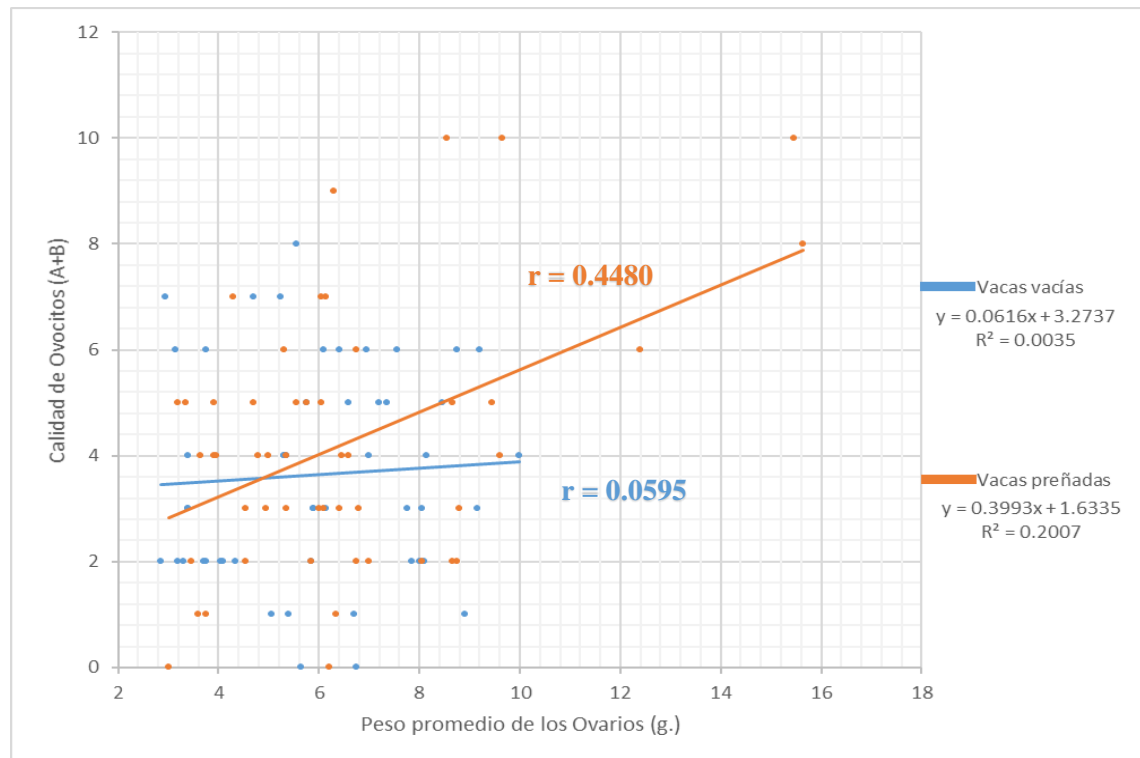
De otro lado para el caso de vacas preñadas, el análisis de la relación entre el peso del ovario y la cantidad total de ovocitos mostró un coeficiente de determinación (R^2) de 0.4089, indicando que el 40.89% de la variabilidad en la cantidad de ovocitos puede ser explicada por el peso del ovario, esto indica una relación más fuerte, sin embargo, dado que el R^2 no es cercano a 1, deberían considerarse otros factores que influirían en el rendimiento.

De acuerdo con Lucy et al. (2014), el peso de los ovarios puede estar relacionado directamente con la actividad folicular y la capacidad de respuesta ovárica, lo cual puede explicar la mayor correlación observada. También, Smith et al. (2004) encontraron una relación positiva entre el peso ovárico y la eficiencia reproductiva, sugiriendo que las vacas con mayor peso ovárico presentan mayor capacidad para producir ovocitos viables. Este estudio respalda la correlación moderada a fuerte entre el peso ovárico y el número de ovocitos en vacas preñadas. A priori, parece fácilmente justificable, ya que si en el macho una mayor circunferencia escrotal se relaciona con mayor cantidad y calidad de los espermatozoides (Gipson et al., 1985). Una situación similar debería producirse con

los ovarios de mayor tamaño. En adición, Diskin et al. (2006), mencionan que los factores nutricionales, manejo y el estado de salud general de las vacas pueden influir en la producción y calidad de los ovocitos, en una correlación positiva.

Figura 3.3

Comparación entre la calidad de ovocitos colectados de las categorías A y B, y el peso ovárico (g.) de las vacas vacías y Preñadas, faenadas en el matadero de Quicapata. Ayacucho-2024.



De la Figura 3.2 y la Tabla 3.4, el coeficiente de correlación entre el peso ovárico promedio (g.) y la calidad de ovocitos de la categoría viables (A+B), se tiene en las vacas vacías un coeficiente de correlación positiva muy baja de 0.0595, mientras en las vacas preñadas es 0.4480 lo cual corresponde a una correlación positiva moderada.

Así también, los resultados indican que la relación entre el peso ovárico y la calidad de ovocitos de la categoría viables en las vacas vacías, presenta un coeficiente de determinación de 0.0035, lo que sugiere que solo el 0.35% de la variabilidad en la cantidad de ovocitos puede ser explicada por el peso del ovario. Esto indica que, si bien existe una relación muy baja, existen otros factores que influirían en la calidad de ovocitos que no están siendo considerados en este modelo de regresión lineal simple.

Para el análisis de las vacas preñadas, se muestra una relación entre el peso del ovario y la calidad de ovocitos con un coeficiente de determinación (R^2) de 0.2007, indicándose que el 20.07% de la variabilidad en la calidad de los ovocitos puede ser explicada por el peso del ovario.

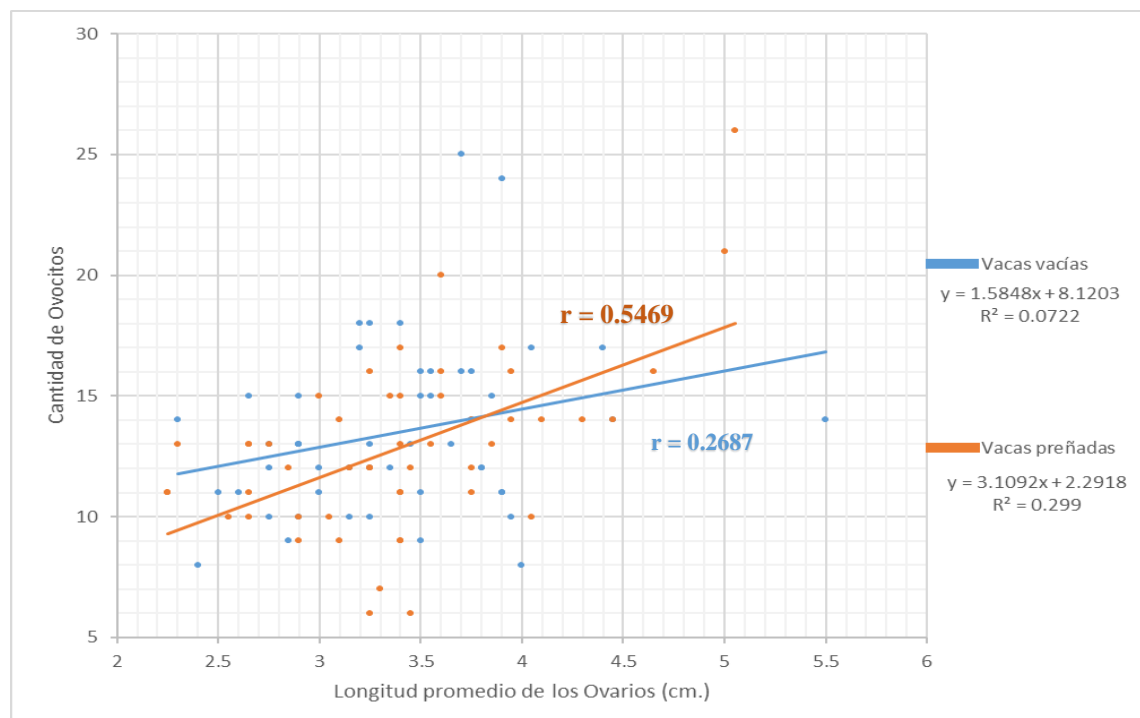
3.4. Comparación del tamaño de los ovarios sobre el rendimiento total y la calidad de las vacas criollas faenadas según el estado reproductivo

Con respecto al tamaño de los ovarios, se obtuvo en las vacas vacías una longitud promedio de 3.304 cm. para el ovario izquierdo y 3.460 cm. para el ovario derecho. De la misma manera, la longitud promedio de vacas preñadas presenta una longitud promedio de 3.446 cm. para el ovario izquierdo y 3.352 g. para el ovario derecho (Anexos 3 y 4).

Trabajos como Gomes et al. (2006) clasifican los ovarios de vacas cebú en pequeños (1.0 a 2.4 cm), medianos (2.5 a 3.5 cm) y grandes (3.6 a 5.5 cm), reportando presencia de ovarios pequeños y medianos en novillas, mientras, las vacas presentan ovarios medianos y grandes. En este contexto, nuestros resultados muestran similitud al compararlos con los ovarios medianos.

Figura 3.4

Comparación entre la longitud ovárica (cm.) y la cantidad total de ovocitos colectados de las vacas vacías y Preñadas, faenadas en el matadero de Quicapata. Ayacucho-2024



De la Figura 3.4 y la Tabla 3.4, el coeficiente de correlación entre la cantidad total de ovocitos y la longitud ovárica promedio (cm.) de las vacas vacías y preñadas, se tiene existencia de regresión con coeficiente de correlación positiva débil de 0.2687 para el número total de ovocitos a influencia de la longitud ovárica promedio de las vacas vacías. En el mismo sentido, existe regresión con un coeficiente de correlación moderada de 0.5469 para el número total de ovocitos a influencia de la longitud ovárica de las vacas preñadas. Este coeficiente de correlación sugiere un factor importante en la capacidad reproductiva de las vacas preñadas. La literatura sugiere que otros factores como la nutrición, manejo y variabilidad individual también influye significativamente.

Así también, los resultados indican que la relación entre la longitud promedio (cm.) de los ovarios y la cantidad total de ovocitos en las vacas vacías, presenta un coeficiente de determinación de 0.0722, indicando que sólo el 7.2% de la variabilidad en la cantidad de ovocitos puede ser explicada por la longitud del ovario. Esto indica que, si bien existe correlación, existen otros factores importantes que influyen en la cantidad de ovocitos que no han sido considerados en este modelo de regresión lineal simple. En síntesis, aunque existe una correlación positiva débil entre el tamaño de los ovarios y el rendimiento en términos del número de ovocitos, la relación es débil y la variabilidad del rendimiento no se explica en gran medida por el tamaño de los ovarios. Otros factores pueden influir en el rendimiento y deberían ser investigados para tener una mayor comprensión. Según Menchaca et al. (2017), varios factores pueden influir en la producción ovárica, incluyendo el estado nutricional y el manejo reproductivo, lo que podría explicar la baja correlación observada.

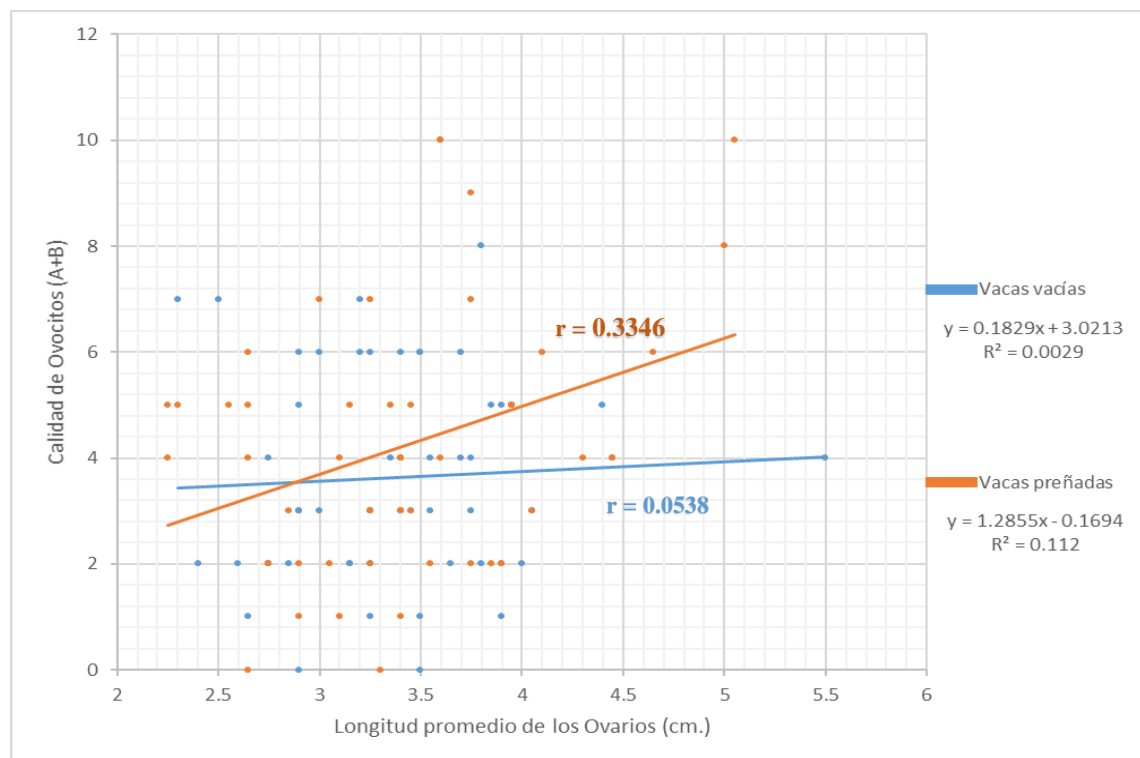
De otro lado para el caso de vacas preñadas, el análisis de la relación entre la longitud del ovario y la cantidad total de ovocitos mostró un coeficiente de determinación (R^2) de 0.299, indicando que el 29.9% de la variabilidad en el rendimiento o en la cantidad de ovocitos puede ser explicada por la longitud del ovario. En suma, la correlación moderada a fuerte entre el tamaño de los ovarios y el rendimiento en términos del número de ovocitos sugiere que el tamaño de los ovarios es un factor importante en la capacidad reproductiva de las vacas preñadas.

La literatura sugiere que otros factores como la nutrición, el manejo y la variabilidad individual son influyen significativamente. Adicionalmente, Lucy (2001)

menciona que las características fisiológicas, como el tamaño de los ovarios, influyen en la capacidad reproductiva y el rendimiento ovocitario. Esto concuerda con nuestros resultados, donde a mayor tamaño de ovarios se asocia un mayor número de ovocitos. En el mismo sentido, Allen y Bradford (2007) discuten la importancia de una buena nutrición y manejo para el desarrollo y funcionamiento óptimo del sistema reproductivo en el ganado. Esto indicaría que la cantidad de ovocitos en las vacas preñadas puede estar influenciada por las prácticas de manejo que optimizan el crecimiento y desarrollo de los ovarios. Aunque también es importante indicar que existen variables intrínsecas como la genética y la reserva ovárica de las vacas que también influye en la cantidad de ovocitos (Mossa & Evans, 2023).

Figura 3.5

Comparación entre la longitud ovárica (cm) y la calidad de ovocitos colectados de las categorías A y B, de las vacas vacías y Preñadas, faenadas en el matadero de Quicapata. Ayacucho-2024.



De la Figura 3.5 y la Tabla 3.4, el coeficiente de correlación entre la calidad de ovocitos de las categorías A y B, y la longitud ovárica promedio (g.) de las vacas vacías y preñadas, se tiene para ambos estados reproductivos una baja existencia de regresión, con coeficiente de correlación positiva muy baja de 0.0538 y correlación débil de 0.3346

para la calidad de los ovocitos de las vacas vacías y vacas preñadas respectivamente a influencia de la longitud ovárica. promedio.

Así también, los resultados indican que la relación entre la longitud promedio (cm.) de los ovarios y la calidad de ovocitos de la categoría viables en vacas vacías, presenta un coeficiente de determinación de 0.0029, lo que sugiere que solo el 0.29% de la variabilidad en la cantidad de ovocitos puede ser explicada por longitud del ovario. Esto indica que, si bien existe una relación muy baja, existen otros factores de mayor importancia que influyen en la calidad de los ovocitos que no están siendo considerados en este modelo de regresión lineal simple. En conclusión, la correlación casi nula entre el tamaño de los ovarios y la calidad A+B observada en vacas criollas vacías sugiere que el tamaño ovárico no es un factor determinante para la calidad de los ovocitos en estas condiciones. La literatura existente respalda la idea de que otros factores, como la nutrición, las condiciones de manejo, y los factores genéticos y fisiológicos, juegan un papel más significativo en la calidad ovocitaria. Adicionalmente, Dobson et al. (2008) señalan factores como el estrés y las condiciones ambientales tienen impacto significativo en la reproducción de las vacas, a veces más que las características físicas como el tamaño de los ovarios. Así mismo, Diskin y Morris (2008) discuten cómo la genética y la fisiología del individuo pueden influir en la calidad de los ovocitos, independientemente del tamaño ovárico. Este enunciado explicaría la baja correlación en nuestro estudio. Por otro lado, Butler (2000) menciona que la nutrición juega un papel crucial en la calidad de los ovocitos y la fertilidad en general.

De otro lado para el caso de vacas preñadas, el análisis de la relación entre la longitud del ovario y la calidad total de ovocitos mostró un coeficiente de determinación (R^2) de 0.112, indicando que el 11.2% de la variabilidad en la calidad de ovocitos puede ser explicada por la longitud del ovario. La correlación moderada entre el tamaño de los ovarios y la calidad de los ovocitos en vacas criollas preñadas indica que, aunque existe una relación positiva, el tamaño ovárico por sí solo no es un predictor fuerte de la calidad ovocitaria. La combinación de factores nutricionales, ambientales y genéticos optimizan la reproducción en bovinos, además de la gestión integral de la salud y el bienestar del ganado, son esenciales en la calidad ovocitaria y por tanto en la eficiencia reproductiva. Los resultados obtenidos se alinean parcialmente con estudios previos donde se ha demostrado que ciertos factores anatómicos, como el tamaño ovárico influyen en la

calidad y cantidad de los ovocitos recuperados (Lonergan et al., 2007; Santos et al., 2004). Sin embargo, la baja correlación sugiere que otros factores tienen un mayor impacto en la calidad ovocitaria. Por otro lado, Dobson et al. (2008) y Santos et al. (2004) demostraron que la interacción entre factores genéticos y fisiológicos también desempeña un papel crucial en la calidad de los ovocitos. Esto sugiere que el tamaño de los ovarios, aunque relevante, es sólo un factor menor en un conjunto más amplio de factores que deben ser considerados en la eficiencia reproductiva.

3.5. Análisis multivariado del peso y tamaño de los ovarios de las vacas criollas faenadas según el estado reproductivo

Tabla 3.4

Resultado de significancia del coeficiente de correlación, presentando las características ováricas en evaluación de las vacas vacías y Preñadas, faenadas en el matadero de Quicapata. Ayacucho-2024

Características ováricas	Estado reproductivo			
	Vacías		Preñadas	
	Cantidad total de ovocitos	Calidad de ovocitos (A+B)	Cantidad total de ovocitos	Calidad de ovocitos (A+B)
Peso promedio del ovario	0.4862	0.0595	0.6395	0.4480
Longitud promedio del ovario	0.2687	0.0538	0.5469	0.3346
Coefficiente de correlación múltiple	0.4871	0.0657	0.6399	0.4537
Peso y longitud promedio del ovario	0.2373	0.0043	0.4095	0.2058

Fuente: Base de datos obtenidos del trabajo de tesis.

De la Tabla 3.4, se muestran los coeficientes de correlación de la cantidad y calidad de los ovocitos a razón del peso y longitud ovárica de las vacas vacías y preñadas, mismos resultados descritos anteriormente en las secciones 3.3 y 3.4.

Con el objetivo de mejorar la estimación y exactitud en la predicción de la cantidad y calidad de los ovocitos, se empleó una regresión multivariante del peso y la longitud ovárica.

Para la cantidad total de ovocitos de las vacas vacías, el análisis multivariado muestra existencia de regresión a razón del peso y longitud ovárico promedio, con un coeficiente de correlación positiva moderada de 0.4871. De manera similar, para la cantidad de ovocitos de las vacas preñadas, el análisis multivariado muestra existencia de regresión a razón del peso y longitud ovárico promedio, aunque con un coeficiente de correlación positiva muy baja de 0.1869.

Para la calidad de ovocitos (categorías A y B) de las vacas vacías, el análisis multivariado no muestra existencia de regresión a razón del peso y longitud ovárico promedio, con un coeficiente de correlación positiva muy baja de 0.0657. Del mismo modo, para la calidad de ovocitos categorías (A y B) de las vacas preñadas, el análisis multivariado tampoco muestra existencia de regresión a razón del peso y longitud ovárico promedio, con un coeficiente de correlación positiva muy baja de 0.0640. En la misma línea el coeficiente de determinación de 0.0043 infiere que la calidad de ovocitos sólo es atribuida a los factores peso ovárico y longitud ovárica en un 0.43%.

CONCLUSIONES

1. Según el estado reproductivo, la cantidad de ovocitos obtenidos en vacas preñadas fue similar al de vacas vacías, con 12.86 ± 3.625 y 13.48 ± 3.48 ovocitos respectivamente.
2. La calidad de ovocitos según el estado reproductivo en vacas criollas, no mostró diferencia significativa entre el grupo de preñadas y vacías. Así, se obtuvo 4.20 ± 2.449 y 3.64 ± 2.008 para ovocitos viables, y 8.66 ± 2.670 y 9.84 ± 3.582 para no viables
3. El peso de los ovarios en las vacas criollas preñadas condiciona moderadamente el rendimiento de la calidad de los ovocitos recuperados ($R^2=0.2007$); mientras que el peso de los ovarios en vacas criollas vacías condiciona levemente el rendimiento de la calidad de los ovocitos recuperados ($R^2=0.0035$).
4. La longitud ovárica no es un factor determinante para el rendimiento de la calidad de ovocitos tanto en vacas criollas preñadas y vacías, así los resultados fueron: ($R^2=0.0538$) y ($R^2=0.3346$) respectivamente.

RECOMENDACIONES

- Realizar trabajos similares de recuperación de ovocitos criollos a partir del matadero donde se tomen otros factores que afecten la calidad de ovocitos, como sanidad, alimentación, condición corporal, sistema de crianza, procedencia, etc.
- Realizar más trabajos sobre la correlación de la viabilidad rendimiento de ovocitos con respecto a la edad y número de partos de vacas criollas
- Estandarizar protocolos para la obtención de ovocitos viables para vacas criollas para posteriores trabajos *In Vitro*.
- Comparar el rendimiento del bovino criollo con otras razas adaptadas a la altura como son los Brown Swiss y sus cruces, los Simmental y sus cruces, etc.
- Hacer un banco de germoplasma de ovocitos criopreservados del bovino criollo y otras razas adaptadas a la altura.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdelatty, A. M., Iwaniuk, M. E., Potts, S. B., & Gad, A. (2018). Influence of maternal nutrition and heat stress on bovine oocyte and embryo development. *International Journal of Veterinary Science and Medicine*, 6(Suppl), S1-S5.
- Adams, GP, Jaiswal, R., Singh, J. y Malhi, P. (2008). Progresos en la comprensión de la dinámica folicular ovárica en el ganado. *Theriogenology*, 69(1), 72-80.
- Alfaro-Astorima, M. I., Ormachea-Sánchez, H., & Alvarado-Malca, A. (2020). Dinámica folicular ovárica en vacas criollas bajo condiciones de pastoreo en la zona altoandina del Perú. *Scientia Agropecuaria*, 11(4)-628. <https://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.04.18>
- Allen, M. S., & Bradford, B. J. (2007). The relationships between reproductive performance and nutrition in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 90(Suppl 1), E99-E109. <https://doi.org/10.3168/jds.2006-650>
- Alvarado, J.M. . (2017). *Evaluación de la calidad de ovocitos provenientes de vaconas criollas y ovarios de matadero. “Tesis previa a la obtención del título de Magister en Reproducción animal”*. Cuen. Cuenca, Ecuador.: Universidad de Cuenca Facultad de Ciencias Agropecuarias, universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias Agropecuarias.
- Andrade M, V. B. (2020). *Evaluación del efecto de la cianocobalamina sobre el desarrollo de ovocitos recuperados de ovarios bovinos post mortem de centros de faenamiento, en el laboratorio de biotecnología de la reproducción de la carrera de medicina veterinaria de la universidad técnica de Cotopaxi* (Bachelor's thesis, Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC).)
- Barba E M. (2016) *Evaluación de dos crioprotectores en la congelación de embriones bovinos producidos in vitro, en medios sintéticos*. Tesis previa a la obtención del título de Magister en Reproducción animal. Cuenca: Universidad de Cuenca Facultad de Ciencias Agropecuarias.
- Bezdíček, J., Nesvadbová, A., Makarevich, A. y Kubovičová, E. (2020). Relationship between the animal body condition and reproduction: The biotechnological aspects. *Archives Animal Breeding*, 63(1), 203–209. <https://doi.org/10.5194/aab-63-203-2020>.

- Bloom W y Fawcett DW. (1992). Tratado de Histología. 11ª Edición. México: Editorial Interamericana, McGraw-Hill.
- Butler, W. R. (2000). Nutritional interactions with reproductive performance in dairy cattle. *Animal Reproduction Science*, 60-61, 449-457. [https://doi.org/10.1016/S0378-4320\(00\)00076-2](https://doi.org/10.1016/S0378-4320(00)00076-2)
- Dayan A, Watanabe MR, Watanabe YF. (2000). Fatores que interferem na produção comercial de embriões FIV. Arquivos da Faculdade de Veterinária UFRGS 28: 181- 185.
- De Andrade Melo-Sterza F, Poehland R. (2021). *Lipid Metabolism in Bovine Oocytes and Early Embryos under In Vivo, In Vitro, and Stress Conditions*. Int J Mol Sci. Mar 26;22(7):3421. <https://doi: 10.3390/ijms22073421>
- Diskin, M. G., & Morris, D. G. (2008). Embryo loss, early embryonic death and the formulation of fertilization rates in cattle. *Reproduction, Fertility and Development*, 20(1), 1-10. <https://doi.org/10.1071/RD07148>
- Dobson, H., Smith, R. F., Royal, M. D., Knight, C. H., & Sheldon, I. M. (2008). The high-producing dairy cow and its reproductive performance. *Reproduction in Domestic Animals*, 43(Suppl 2), 17-23. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0531.2008.01148.x>
- Dorice AK, Ferdinand N, Justin K, Augustave K, Linda KK. (2019). Effects of Breed, Age, Body Condition Score, and Nutritional Status on Follicular Population, Oocyte Yield, and Quality in Three Cameroonian Zebus Cattle *Bos indicus*. Adv Agric.;1–15.
- Duby, R., Damiani, P., Looney, C., Fissore, R., Robl, J. (1996.). Prepuberal calves as oocyte donors: Promises and problems. . *Theriogenology*, 45, ., 121-130.
- Erickson, BH. (1966). Development and senescence of the postnatal bovine ovary. *Journal of Animal Science* 25: 800-805.
- Eroglu A., Toner M., Leykin L., Toth T.L. (1988). Cytoskeleton and polyploidy after maturation, and fertilization of cryopreserved germinal vesicle-stage mouse oocytes. . *J. Assist. Reprod. Genet.*, 15, 447-454.
- Fernández, A., Díaz, T., Muñoz, G., Bohuslavo, G., Muñoz, G., & Cabrera, P. (2010). *Efecto del diámetro del folículo sobre la competencia in vitro de ovocitos bovinos obtenidos de ovarios de matadero*. *Revista de la Facultad de Ciencias Veterinarias*, 51(1), 5-13.

- Filipiak, Y, Viqueira, M, & Bielli, A. (2016). *Desarrollo y dinámica de los folículos ováricos desde la etapa fetal hasta la prepuberal en bovinos*. Veterinaria (Montevideo), 52(202), 2. Recuperado en 17 de noviembre de 2024, de http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1688-48092016000200002&lng=es&tlng=es.
- Galina H, C. (2003). Reproducción de animales domésticos. Editorial Limusa.
- Galli C, Crotti G, Notari C, Turini P, Duchi R, Lazzari G. Embryo production by ovum pick up from live donors. *Theriogenology*. 2001 Apr 1;55(6):1341-57. doi: 10.1016/s0093-691x(01)00486-1. PMID: 11327688
- Garmyn, A.J., Moser, D.W., Christmas, R.A., Minick Bormann, J.,. (2011). Estimation of semen quality traits in Angus bulls. *Journal of Animal Science*, 89,, 693-698.
- Gigh I, Russo A., Agüero A., (2006). Consideraciones sobre la dinámica ovárica en equino bovino y cometidos sudamericanos . *In Vet 8(1)* , 183 - 204.
- Ginther, O. J. (1992). Reproductive biology of the mare: Basic and applied aspects. Equiservices Publishing.
- Ginther, O.J; Knopf, L; Kastelic, J.P. 1989b. Temporal associations among ovarian events in cattle during oestrous cycles with two and three follicular waves. *J Reprod Fertil.*, 87:223-230
- Gipson, T., Vogt, D., Massey, J., Ellersieck, M.,. (1985). . *Associations of scrotal circumference with semen traits in young beef bulls*. *Theriogenology*, 24, 217-225.
- González T, Marco, De La Rosa T, Eduardo, & Mendoza M, Carlos. (2017). Morfometría macroscópica del cuerpo lúteo de vacas cebú gestantes y no gestantes en el trópico colombiano. *Revista colombiana de ciencia animal recia*, 9(2), 190-197. <https://doi.org/10.24188/recia.v9.n2.2017.556>
- Gordon I. (2003) *Laboratory Production of Cattle Embryos*. CABI Publishing.
- Gutiérrez, K., Arteaga, A., & Ramírez, M. (2011). Influencia de factores ambientales en la reproducción de bovinos en climas tropicales. *Revista de Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 63(2), 137-145.
- Hafez, B. (2002). *Reproducción e inseminación artificial en animales*. México: MC Graw Hill.
- Hansen, M. (2002). Recuperación de ovarios colección y maduración de ovocitos (COCs). Universidad de Florida. Departament. Of animal science. Traducido Mayo 2007 por Luis A Dávila.

- Henao, G., & Trujillo, LE (2016). Establecimiento y desarrollo de la dominancia folicular bovina. Revisión. *Revista Colombiana De Ciencias Pecuarias* , 13 (2), 108–120. <https://doi.org/10.17533/udea.rccp.323733>
- Hirshfield AN (1991). *Development of follicles in the mammalian ovary*. *Int Rev Cytol* 124:43-101.
- Ireland, J.J., Smith, G.W., Scheetz, D., Jimenez-Krassel, F., Folger, J.K., Ireland, J.L.H., Mossa, F., Lonergan, P., Evans, A.C.O., (2011). Does size matter in females? An overview of the impact of the high variation in the ovarian reserve on ovarian function and fertility, utility of anti-Müllerian hormone as a diagnostic marker for fertility and causes of variation in the ovarian reserve in. *Fertility and Development*, 23,, 1-14.
- Jimenez-Krassel, F., Folger, J.K., Ireland, J.L.H., Smith, G.W., Hou, X., Davis, J.S., Lonergan, P., Evans, A.C.O., Ireland, J.J. (2009.). Evidence that high variation in ovarian reserves of healthy young adults has a negative impact on the corpus luteum and endometrium during estrous cycles in cattle. *Biol. Reprod.*, 80, , 1272- 1281.
- Kawasaki, Y., Hishunuma, M., Oura, R., Sekine, J.,. (1999). *In Vitro* Maturation and Fertilization of Bovine Follicular Oocytes with Various Morphologies. *Bulletin of the Faculty of Agriculture, Tottori University*, 52, 67-73.
- Lonergan, P., Fair, T., Corcoran, D., & Evans, A. C. (2007). Effect of culture environment on gene expression and developmental characteristics in IVF-derived embryos. *Theriogenology*, 68(Suppl 1), S99-S109. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2007.04.037>
- López-Gatius, F. (2003). Is fertility declining in dairy cattle? A retrospective study in northeastern Spain. *Theriogenology*, 60(1), 89-99. [https://doi.org/10.1016/S0093-691X\(02\)01359-3](https://doi.org/10.1016/S0093-691X(02)01359-3)
- Lucy, M. C. (2001). Reproductive loss in high-producing dairy cattle: where will it end? *Journal of Dairy Science*, 84(6), 1277-1293. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(01\)70158-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(01)70158-0)
- Lucy, M. C., McDougall, S., & Nation, D. P. (2014). The reproductive performance of lactating dairy cows: a review. *Animal Production Science*, 54(12), 27-47. <https://doi.org/10.1071/AN13286>
- Magistrini M., szollosi D. (1980). Effects of cold of isopropyl N-phenylcarbamate on the second meiotic spindle of mouse oocyte. *Eur. J. cell.biol.*, 22, 699-707.

- Mastromonaco, G.F.; Gonzalez, A.L. 2020. Reproduction in female wild cattle: Influence of seasonality on ARTs. *Theriogenology* 150: 396-404.
- McGee EA, Hsueh AJ. Initial and cyclic recruitment of ovarian follicles. *Endocr Rev.* 2000 Apr;21(2):200-14. doi: 10.1210/edrv.21.2.0394.
- McNatty KP, Fidler AE, Juengel JL, Quirke LD, Smith PR, Heath DA, Lundy T, O'Connell A y Tisdall DJ. (2000). *Growth and paracrine factors regulating follicular formation and cellular function.* *Mol Cell Endocrinol* 163:11-20.
- Menchaca, A., Miller, V., & Salveraglio, V. (2017). Reproductive performance and management of sheep and cattle in South America. *Animal Reproduction*, 14(1), 31-38. <https://doi.org/10.21451/1984-3143-AR904>
- Mossa, F., & Evans, A. (2023). Review: The ovarian follicular reserve - Implications for fertility in ruminants. *Animal*, 17(Suppl 1), Article 100744. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2023.100744>
- Nava T. Hector, Fernandez F. Hugo. (2005) *Aspiración folicular transvaginal.* Maracaibo Venezuela.
- Palma G. & Brem G.: (2011). *Biotecnología en la reproducción animal.* 1° Edición. 1-8.
- Palma G. (2008). *Biotecnología de la reproducción. Segunda edición.* Córdoba: Ed. Reprobiootec. Pp 73-90.
- Peláez Peláez, V. A. (2011). Producción in vitro de embriones bovinos (Bachelor's thesis). Retrieved from <https://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/3053>
- Pepling M. (2013) *Oocyte Development before and during Folliculogenesis.* In: Krisher RL, editor. *Oocyte Physiology and Development in Domestic Animals.* First Edit. USA: Wiley-Blackwell; p. 1–14.
- Pierson, R. A., & Ginther, O. J. (1988). Follicular populations during the estrous cycle in heifers. *Theriogenology*, 30(6), 1231-1236.
- Rajakoski, E. (1960). The ovarian follicular system in sexually mature heifers with special reference to seasonal, cyclical and left-right variations. *Acta Endocrinol*, 34: 1-64.
- Rege, JEO y Gibson, JP (2003). Recursos genéticos animales y desarrollo económico: cuestiones relacionadas con la valoración económica. *Ecological Economics*, 45(3), 319-330. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(03\)00087-9](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(03)00087-9)
- Roberts, I.; Leroith D. (1971.). *Interactions in vitro insuline like growth factor signaling system.* *NIPS* 7, 69-77.

- Rodgers R, Irving-Rodgers H. (2010). *Formation of the Ova-rian Follicular Antrum and Follicular Fluid. Biology Of Reproduction.*
- Rodriguez, F. 2008. Tecnologías en administraciónde empresas agropecuarias.
- Rodríguez, Z.A. (2013). *Optimización del método de recuperación de ovocitos para la fecundación in vitro* (Doctoral dissertation, Universidade de Santiago de Compostela). *Biol Reprod.*, 62: 206-213.
- Rosemberg, B. M. (2000). Production de ganado vacuno de carne y de doble proposito. Universidad Nacional Agraria la Molina. Primera edition mayo 2000 - CONCYTEC
- Sanchez DJD., & Moura AA. (2016). Protein profile in corpus luteum during pregnancy in cows. *Animal reproduction*, 14(1):200-200.
- Sánchez F, Smitz J. (2012) Molecular control of oogenesis. *Biochim Biophys Acta* [Internet]. 2012; 1822 (12) :1896 – 912. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.bbadis.2012.05.013>
- Santos, J. E. P., Thatcher, W. W., Chebel, R. C., Cerri, R. L. A., & Galvão, K. N. (2004). The effect of embryonic death rates in cattle on the efficacy of estrus synchronization programs. *Animal Reproduction Science*, 82-83, 513-535. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2004.04.015>
- Santos, J. E. P., Thatcher, W. W., Pool, L., & Overton, M. W. (2004). Effect of human chorionic gonadotropin on luteal function and reproductive performance of high-producing lactating dairy cows. *Journal of Animal Science*, 82(4), 1271-1281. <https://doi.org/10.2527/2004.8241271x>
- Senger Pl. (2005). *Pathways to pregnancy and parturition*. Washington.: Segunda Edition Current conceptions inc.
- Smith, M. F., Ricke, W. A., Bakke, L. J., Dow, M. P., & Smith, G. W. (2004). Ovarian follicle development and the corpus luteum. In M. T. Zavy & R. D. Geisert (Eds.), *Embryonic Mortality in Domestic Species* (pp. 67-80). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9780203024341.ch5>
- Sulca, L. (2017). Viabilidad post descongelación de ovocitos en bovinos criollos según diámetro folicular Ayacucho 2750 msnm – 2016, Tesis de grado. Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga
- Taneja M, Bols PE, Van de Velde A, Ju JC, Schreiber D, Tripp MW. (2000). Developmental competence of juvenile calf oocytes *in vitro* and *in vivo*:

influence of donor animal variation and repeated gonadotropin stimulation. *Biol Reprod.*, 62: 206-213.

- Tinco, S. J. (2021) *Cantidad, calidad y estado nuclear de ovocitos aspirados según condición corporal de vacas criollas faenadas en el Matadero Municipal de Abancay*. Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac.
- Wandji, S. A., Eppig, J. J., & Fortune, J. E. (1996). *FSH and growth factors affect the growth and endocrine function in vitro of granulosa cells of bovine preantral follicles*. *Theriogenology*, 45(4), 817-832.
- Wiltbank MC, Souza AH, Giordano JO, Nascimento AB, Vasconcelos JM, Pereira MHC, Fricke PM, Surjus RS, Zinsly FCS, Carvalho PD, Bender RW, Sartori R. 2012. Positive and negative effects of progesterone during timed AI protocols in lactating dairy cattle. *Animal Reproduction* 9: 231-241.
- Zarco L. (2018), *Gametogénesis*. In: Rangel L, Hernández Medrano JH, editors. *Fisiología reproductiva de los animales domésticos*. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México Ciudad.

ANEXOS

Anexo 1. Registro de colección y selección de ovocitos de vacas criollas vacías

OVARIOS DE VACAS VACIAS										
N°	CATEGORIA					TOTAL	PESO/Gr		MEDIDA/Cm	
	A	B	C	D	E		OV IZQ	OV DER	OV IZQ	OV DER
1	0	2	1	2	3	8	5.3	6.4	3.5	4.5
2	0	1	3	3	4	11	11.4	6.4	4.3	3.5
3	1	3	2	2	4	12	5.7	10.6	3	3.7
4	1	2	3	3	4	13	8.1	4.2	3.5	3.4
5	1	1	3	1	2	8	5.3	2.8	2.5	2.3
6	0	2	3	1	4	10	4.6	2.9	3.3	3
7	2	0	3	2	6	13	9.6	6.4	3.8	3.5
8	2	2	1	2	7	14	8.7	5.3	4	3.5
9	0	2	2	2	6	12	10.1	5.6	4.1	3.5
10	2	2	2	3	4	13	4.9	1.9	3	2.5
11	0	2	3	3	1	9	3.8	4.9	2.7	3
12	1	4	0	2	4	11	7	6.2	4	3.8
13	0	0	4	2	3	9	3.6	7.7	3.5	3.5
14	0	2	5	3	2	12	3.3	4.9	2.8	2.7
15	2	3	1	1	3	10	7.7	7	3.6	4.3
16	4	2	3	0	2	11	5.8	8.1	3.2	2.8
17	0	0	4	2	7	13	3.5	10	2.8	3
18	2	0	3	5	1	11	2.6	4	2.5	2.7
19	1	1	3	3	2	10	4.4	1.3	3	2.5
20	1	3	9	8	4	25	8.4	11.6	3.6	3.8
21	1	2	1	6	6	16	12.5	5.8	4	3.5
22	2	5	1	3	0	11	3.5	2.4	2.5	2.5
23	0	1	2	4	4	11	5.4	4.7	3.5	3.5
24	0	3	1	4	2	10	9	2.8	3	2.8
25	2	0	5	8	9	24	10.1	6.1	4	3.8
26	1	0	1	8	5	15	5	5.8	2.7	2.6
27	2	1	2	2	5	12	6.2	9.3	2.8	3.2
28	0	1	2	11	4	18	7.5	5.9	3	3.5
29	3	1	1	5	4	14	6.1	4.5	3.4	5.5
30	4	2	2	5	2	15	11.2	6.3	3	4
31	2	3	2	2	4	13	8.1	3.4	3	2.8
32	0	2	4	3	4	13	3	4.4	3.3	3.2
33	4	2	0	3	3	12	4.7	2.8	3	3.5
34	1	3	3	3	4	14	4.2	6.5	2.7	8.3
35	2	3	3	6	3	17	8	8.9	4.5	4.3
36	3	3	3	2	4	15	3.5	2.8	3	2.8
37	3	4	2	4	5	18	3.1	7.4	3	3.4
38	2	3	4	2	4	15	9.2	5.2	4	3.7
39	1	5	4	3	3	16	11.6	6.8	3.6	3.4
40	0	3	4	4	5	16	7.7	4.1	3.6	3.5
41	4	2	6	4	2	18	7.5	7.6	3.5	3.3
42	2	1	4	7	3	17	9.1	7	3.9	4.2
43	1	2	2	1	4	10	4.7	2.1	3	3.5
44	3	3	4	2	4	16	7.5	5.3	3.7	3.7
45	4	3	2	2	3	14	7	2.4	2.1	2.5
46	6	2	1	1	2	12	4.1	7	3.5	4.1
47	5	1	3	3	5	17	8.2	4	3.2	3.2
48	1	3	5	3	3	15	4.4	6.2	3.5	3.6
49	0	2	1	1	8	12	4.2	2.2	3.5	2.8
50	2	1	1	4	5	13	4.6	2.2	3	2.8
total x calida	81	101	134	166	192	674				

FUENTE PROPIA

Anexo 2. Base de datos de selección de ovocitos de vacas criollas preñadas

OVARIOS DE VACAS LLENAS										
N°	CATEGORIA					TOTAL	PESO/Gr		MEDIDA/Cm	
	A	B	C	D	E		OV IZQ	OV DER	OV IZQ	OV DER
1	1	1	2	7	6	17	10.2	7.3	4	3.8
2	2	1	4	7	3	17	7.4	4.8	3	3.8
3	2	3	1	3	3	12	8.9	2.6	3.5	3.4
4	3	2	3	3	5	16	12	5.3	4.4	3.5
5	2	2	2	4	4	14	2.4	7.2	3	3.2
6	0	3	2	5	2	12	5.9	3.2	3.7	2.8
7	3	4	3	3	2	15	7.8	4.5	3	3
8	6	3	0	2	3	14	4.7	7.9	3.8	3.7
9	5	3	6	6	1	21	14.7	16.6	5.5	4.5
10	4	6	2	4	4	20	8.5	8.6	3.5	3.7
11	2	2	3	5	3	15	5.5	1.8	3.5	3.7
12	0	2	3	4	4	13	3.4	5.7	2.8	2.7
13	2	3	0	4	4	13	2.3	4.1	2	3.3
14	2	2	2	3	5	14	7.9	5	4.9	4
15	3	4	2	4	3	16	2.9	5.7	3.1	3.4
16	2	2	0	5	6	15	3.8	9.4	3	3.8
17	2	3	3	4	0	12	4.8	6.3	3.2	3.1
18	0	5	4	3	3	15	6.9	5.2	3.4	3.3
19	3	3	4	2	4	16	9.9	14.9	4.7	4.6
20	0	2	0	5	4	11	3.2	12.9	3.5	4
21	1	1	3	3	4	12	6.1	7.9	3.5	3
22	2	3	4	3	2	14	10.8	8.1	4.1	3.8
23	1	3	3	4	2	13	6.2	3.8	3.8	3
24	2	0	3	3	2	10	5.2	1.7	3.5	2.6
25	1	2	3	3	1	10	10.2	7.4	4.3	3.8
26	3	2	4	2	2	13	7	2.4	2.1	2.5
27	0	2	3	4	4	13	11.2	6.1	3.8	3.9
28	0	3	4	0	4	11	3.7	7	3.1	3.7
29	2	2	0	4	3	11	6	1.8	2.2	2.3
30	2	2	3	3	4	14	12.8	6.4	4.7	3.9
31	3	1	4	0	3	11	3.7	7	3.1	3.7
32	4	1	2	4	0	11	6	1.8	2.2	2.3
33	2	4	2	3	3	14	8.6	4.9	4.5	3.7
34	0	0	1	2	7	10	2.6	3.4	3	2.3
35	0	1	1	2	5	9	1.5	5.7	2.6	3.2
36	0	1	1	4	3	9	4.6	2.9	3.3	2.9
37	2	0	3	4	4	13	8.4	5.1	3.8	3.3
38	1	0	1	2	5	9	7.9	4.8	3	3.8
39	5	5	4	0	2	16	6.8	12.5	3.9	3.3
40	2	2	4	5	0	13	3.2	4.7	2.7	2.6
41	0	3	3	4	2	12	3.6	10	2.8	2.9
42	3	0	0	2	1	6	8.4	4.4	3.3	3.2
43	2	3	2	1	2	10	4.9	1.8	3	2.1
44	3	0	2	3	1	9	5.3	4.6	3.4	3.4
45	4	2	0	2	3	11	5	5.6	2.6	2.7
46	0	0	0	4	3	7	7.8	4.6	3	3.6
47	1	1	2	2	4	10	7.4	4.3	2.9	2.9
48	5	2	2	1	2	12	4.6	7.5	3.7	3.8
49	3	0	0	1	2	6	4.7	7.3	3.4	3.5
50	5	5	2	9	5	26	14.5	16.4	5.5	4.6
total x calidad	103	107	112	167	154	643				

FUENTE PROPIA

Anexo 3. Datos de los pesos y tamaño de los ovarios de vacas criollas vacías

	PESO OI	PESO OD	PESO PROM	LONGITUD OI	LONGITUD OD
PROMEDIO	6.494	5.402		3.304	3.46
MAXIMO	12.5	11.6		4.5	8.3
MINIMO	2.6	1.3		2.1	2.3
DS	2.595633	2.382718	1.9407015	0.5205805	0.929121

Anexo 4. Datos de los pesos y tamaño de los ovarios de vacas criollas preñadas

	PESO OI	PESO OD	PESO PROM	LONGITUD OI	LONGITUD OD
PROMEDIO	6.636	6.218		3.446	3.352
MAXIMO	14.7	16.6		5.5	4.6
MINIMO	1.5	1.7		2	2.1
DS	3.154573	3.532513	2.748157	0.785379	0.591518

Anexo 5. Resumen de los ovocitos recuperados, Ayacucho-2024

		CATEGORÍAS DE LOS OVOCITOS										TOTAL
		A	%	B	%	C	%	D	%	E	%	
Vacas vacías	Número	81	12%	101	15%	134	20%	166	25%	192	28%	674
(n=50 pares ovarios)	50											
Vacas preñadas	Número	103	16%	107	17%	112	17%	167	26%	154	24%	643
(n=50 pares ovarios)	50											
Total de Ovocitos		184		208		246		333		346		1317

Anexo 6. Estadística descriptivo general en software SPSS

		Descriptivos		Estadístico	Error estándar
Total de ovocitos bovinos	Media			13,17	,355
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior		12,47	
		Límite superior		13,87	
	Media recortada al 5%			12,96	
	Mediana			13,00	
	Varianza			12,607	
	Desviación estándar			3,551	
	Mínimo			6	
	Máximo			26	
	Rango			20	
	Rango intercuartil			4	
	Asimetría			1,048	,241
	Curtosis			2,375	,478
	Número de ovocitos excelente	Media			1,84
95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior		1,53	
		Límite superior		2,15	
Media recortada al 5%				1,74	
Mediana				2,00	
Varianza				2,398	
Desviación estándar				1,549	
Mínimo				0	
Máximo				6	
Rango				6	
Rango intercuartil				3	
Asimetría				,656	,241
Curtosis				-,125	,478
Número de ovocitos buenos		Media			2,08
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior		1,81	
		Límite superior		2,35	
	Media recortada al 5%			2,02	
	Mediana			2,00	
	Varianza			1,812	
	Desviación estándar			1,346	
	Mínimo			0	
	Máximo			6	
	Rango			6	
	Rango intercuartil			2	
	Asimetría			,384	,241
	Curtosis			,085	,478
	Número de ovocitos regular	Media			2,46
95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior		2,15	
		Límite superior		2,77	
Media recortada al 5%				2,39	
Mediana				2,00	
Varianza				2,433	
Desviación estándar				1,560	
Mínimo				0	
Máximo				9	
Rango				9	
Rango intercuartil				2	
Asimetría				,728	,241
Curtosis				2,062	,478

Número de Ovocitos malo	Media		3,33	,197
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	2,94	
		Límite superior	3,72	
	Media recortada al 5%		3,20	
	Mediana		3,00	
	Varianza		3,900	
	Desviación estándar		1,975	
	Mínimo		0	
	Máximo		11	
	Rango		11	
	Rango intercuartil		2	
	Asimetría		1,166	,241
	Curtosis		2,208	,478
	Número de Ovocitos pésimos	Media		3,46
95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior	3,12	
		Límite superior	3,80	
Media recortada al 5%			3,41	
Mediana			3,50	
Varianza			2,877	
Desviación estándar			1,696	
Mínimo			0	
Máximo			9	
Rango			9	
Rango intercuartil			2	
Asimetría			,438	,241
Curtosis			,784	,478
Ovocitos viables		Media		3,92
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	3,47	
		Límite superior	4,37	
	Media recortada al 5%		3,82	
	Mediana		4,00	
	Varianza		5,044	
	Desviación estándar		2,246	
	Mínimo		0	
	Máximo		10	
	Rango		10	
	Rango intercuartil		3	
	Asimetría		,604	,241
	Curtosis		,206	,478
	Ovocitos No Viables	Media		9,25
95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior	8,62	
		Límite superior	9,88	
Media recortada al 5%			9,06	
Mediana			9,00	
Varianza			10,230	
Desviación estándar			3,198	
Mínimo			3	
Máximo			22	
Rango			19	
Rango intercuartil			4	
Asimetría			1,159	,241
Curtosis			3,307	,478

Anexo 7. Estadística descriptiva de estructuras ováricas según estado reproductivo

		Descriptivos		Estadístico	Error estándar
Estado reproductivo					
Total de ovocitos bovinos	Preñada	Media		12,86	,513
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	11,83	
			Límite superior	13,89	
		Media recortada al 5%		12,68	
		Mediana		13,00	
		Varianza		13,143	
		Desviación estándar		3,625	
		Mínimo		6	
		Máximo		26	
		Rango		20	
		Rango intercuartil		4	
		Asimetría		1,004	,337
		Curtosis		2,787	,662
	Vacía	Media		13,48	,493
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	12,49	
			Límite superior	14,47	
		Media recortada al 5%		13,23	
		Mediana		13,00	
		Varianza		12,132	
		Desviación estándar		3,483	
		Mínimo		8	
		Máximo		25	
	Rango		17		
	Rango intercuartil		4		
	Asimetría		1,181	,337	
	Curtosis		2,349	,662	
Número de ovocitos Excelente	Preñada	Media		2,06	,224
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	1,61	
			Límite superior	2,51	
		Media recortada al 5%		1,99	
		Mediana		2,00	
		Varianza		2,507	
		Desviación estándar		1,583	
		Mínimo		0	
		Máximo		6	
		Rango		6	
		Rango intercuartil		2	
		Asimetría		,476	,337
		Curtosis		-,274	,662
	Vacía	Media		1,62	,212
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	1,19	
			Límite superior	2,05	
		Media recortada al 5%		1,51	
		Mediana		1,00	
		Varianza		2,240	
		Desviación estándar		1,497	
		Mínimo		0	
		Máximo		6	
	Rango		6		
	Rango intercuartil		2		
	Asimetría		,880	,337	
	Curtosis		,355	,662	

Número de ovocitos buenos	Preñada	Media		2,14	,208	
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	1,72		
			Límite superior	2,56		
	Media recortada al 5%		2,08			
	Mediana		2,00			
	Varianza		2,164			
	Desviación estándar		1,471			
	Mínimo		0			
	Máximo		6			
	Rango		6			
	Rango intercuartil		2			
	Asimetría		,430	,337		
	Curtosis		-,007	,662		
	Número de ovocitos regular	Vacía	Media		2,02	,173
			95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	1,67	
Límite superior				2,37		
Media recortada al 5%			1,98			
Mediana			2,00			
Varianza			1,489			
Desviación estándar			1,220			
Mínimo			0			
Máximo			5			
Rango			5			
Rango intercuartil			2			
Asimetría			,241	,337		
Curtosis			,043	,662		
Número de ovocitos malo		Preñada	Media		2,24	,205
			95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	1,83	
	Límite superior			2,65		
	Media recortada al 5%		2,22			
	Mediana		2,00			
	Varianza		2,104			
	Desviación estándar		1,451			
	Mínimo		0			
	Máximo		6			
	Rango		6			
	Rango intercuartil		2			
	Asimetría		-,020	,337		
	Curtosis		-,437	,662		
	Número de ovocitos malo	Vacía	Media		2,68	,233
			95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	2,21	
Límite superior				3,15		
Media recortada al 5%			2,58			
Mediana			3,00			
Varianza			2,712			
Desviación estándar			1,647			
Mínimo			0			
Máximo			9			
Rango			9			
Rango intercuartil			3			
Asimetría			1,196	,337		
Curtosis			3,148	,662		
Número de Ovocitos malo		Preñada	Media		3,34	,250
			95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	2,84	
	Límite superior			3,84		
	Media recortada al 5%			3,28		
	Mediana			3,00		
Varianza		3,127				

Número de Ovocitos pésimos		Desviación estándar	1,768	
		Mínimo	0	
		Máximo	9	
		Rango	9	
		Rango intercuartil	2	
		Asimetría	,587	,337
		Curtosis	1,451	,662
	Vacía	Media	3,32	,308
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	2,70
			Límite superior	3,94
		Media recortada al 5%	3,14	
		Mediana	3,00	
		Varianza	4,753	
		Desviación estándar	2,180	
		Mínimo	0	
		Máximo	11	
		Rango	11	
		Rango intercuartil	2	
		Asimetría	1,479	,337
		Curtosis	2,493	,662
	Preñada	Media	3,08	,221
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	2,64
			Límite superior	3,52
		Media recortada al 5%	3,07	
		Mediana	3,00	
		Varianza	2,442	
		Desviación estándar	1,563	
	Mínimo	0		
	Máximo	7		
	Rango	7		
	Rango intercuartil	2		
	Asimetría	,096	,337	
	Curtosis	-,030	,662	
Vacía	Media	3,84	,248	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	3,34	
		Límite superior	4,34	
	Media recortada al 5%	3,78		
	Mediana	4,00		
	Varianza	3,076		
	Desviación estándar	1,754		
	Mínimo	0		
	Máximo	9		
	Rango	9		
	Rango intercuartil	2		
	Asimetría	,609	,337	
	Curtosis	1,020	,662	
Preñada	Media	4,20	,346	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	3,50	
		Límite superior	4,90	
	Media recortada al 5%	4,10		
	Mediana	4,00		
	Varianza	6,000		
	Desviación estándar	2,449		
	Mínimo	0		
	Máximo	10		
	Rango	10		
	Rango intercuartil	3		
	Asimetría	,713	,337	

Ovocitos No Viabiles	Vacía	Curtosis		,328	,662
		Media		3,64	,284
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	3,07	
			Límite superior	4,21	
		Media recortada al 5%		3,62	
		Mediana		3,00	
		Varianza		4,031	
		Desviación estándar		2,008	
		Mínimo		0	
		Máximo		8	
		Rango		8	
		Rango intercuartil		3	
		Asimetría		,235	,337
		Curtosis		-,861	,662
	Preñada	Media		8,66	,378
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	7,90	
			Límite superior	9,42	
		Media recortada al 5%		8,59	
		Mediana		8,50	
		Varianza		7,127	
		Desviación estándar		2,670	
		Mínimo		3	
		Máximo		16	
		Rango		13	
		Rango intercuartil		3	
		Asimetría		,374	,337
		Curtosis		,831	,662
Vacía		Media		9,84	,507
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	8,82		
		Límite superior	10,86		
	Media recortada al 5%		9,56		
	Mediana		10,00		
	Varianza		12,831		
	Desviación estándar		3,582		
	Mínimo		4		
	Máximo		22		
	Rango		18		
	Rango intercuartil		3		
	Asimetría		1,318	,337	
	Curtosis		3,190	,662	

Anexo 8. Prueba de normalidad

Pruebas de normalidad							
	Estado reproductivo	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Total de ovocitos bovinos	Preñada	,117	50	,087	,936	50	,009
	Vacía	,135	50	,024	,917	50	,002
Número de ovocitos Excelente	Preñada	,175	50	,001	,914	50	,001
	Vacía	,181	50	,000	,881	50	,000
Número de ovocitos buenos	Preñada	,158	50	,003	,929	50	,005
	Vacía	,173	50	,001	,923	50	,003
Número de ovocitos regular	Preñada	,160	50	,003	,917	50	,002
	Vacía	,163	50	,002	,900	50	,000
Número de Ovocitos malo	Preñada	,174	50	,001	,938	50	,012
	Vacía	,238	50	,000	,857	50	,000
Número de Ovocitos pésimos	Preñada	,122	50	,061	,961	50	,093
	Vacía	,204	50	,000	,942	50	,017
Ovocitos viables	Preñada	,152	50	,006	,939	50	,012
	Vacía	,153	50	,005	,949	50	,032
Ovocitos No Viables	Preñada	,110	50	,176	,963	50	,120
	Vacía	,182	50	,000	,892	50	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

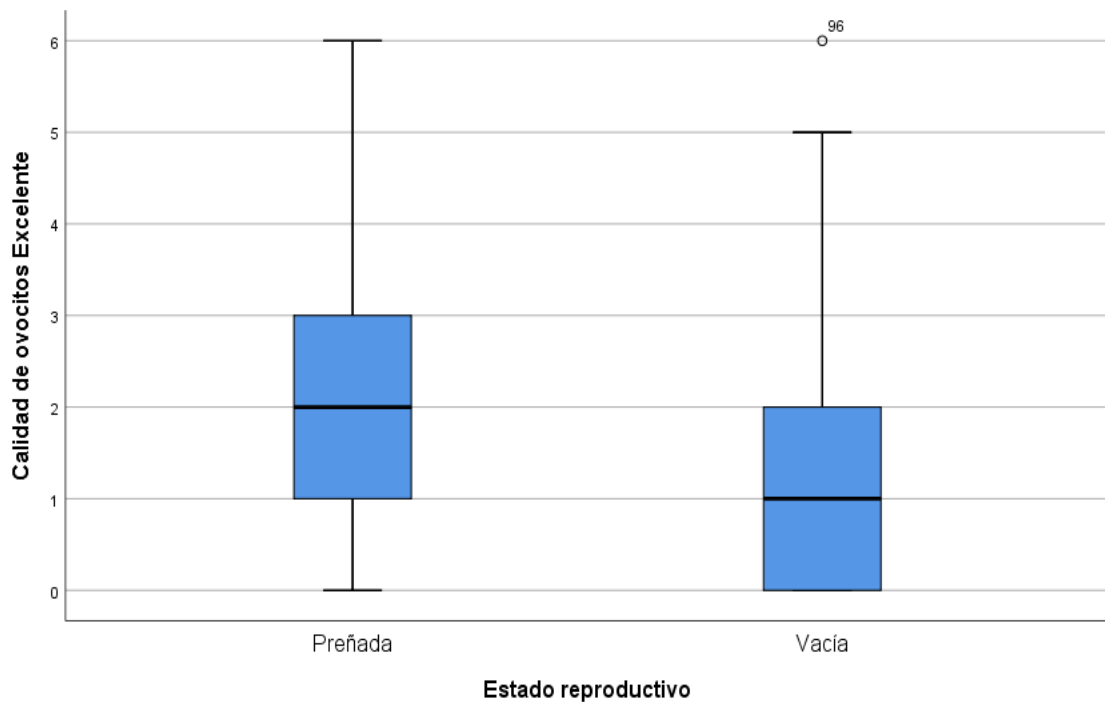
Anexo 9. Prueba de hipótesis de Mann-Whitney

Rangos				
	Estado reproductivo	N	Rango promedio	Suma de rangos
Calidad de ovocitos	Preñada	50	54,82	2741,00
	Vacía	50	46,18	2309,00
	Total	100		
Número de ovocitos buenos	Preñada	50	51,33	2566,50
	Vacía	50	49,67	2483,50
	Total	100		
Número de ovocitos regular	Preñada	50	47,52	2376,00
	Vacía	50	53,48	2674,00
	Total	100		
Número de ovocitos malo	Preñada	50	53,08	2654,00
	Vacía	50	47,92	2396,00
	Total	100		
Número de ovocitos pésimos	Preñada	50	44,51	2225,50
	Vacía	50	56,49	2824,50
	Total	100		
Total de ovocitos bovinos	Preñada	50	48,04	2402,00
	Vacía	50	52,96	2648,00
	Total	100		
Ovocitos viables	Preñada	50	53,28	2664,00
	Vacía	50	47,72	2386,00
	Total	100		
Ovocitos No Viables	Preñada	50	45,49	2274,50
	Vacía	50	55,51	2775,50
	Total	100		

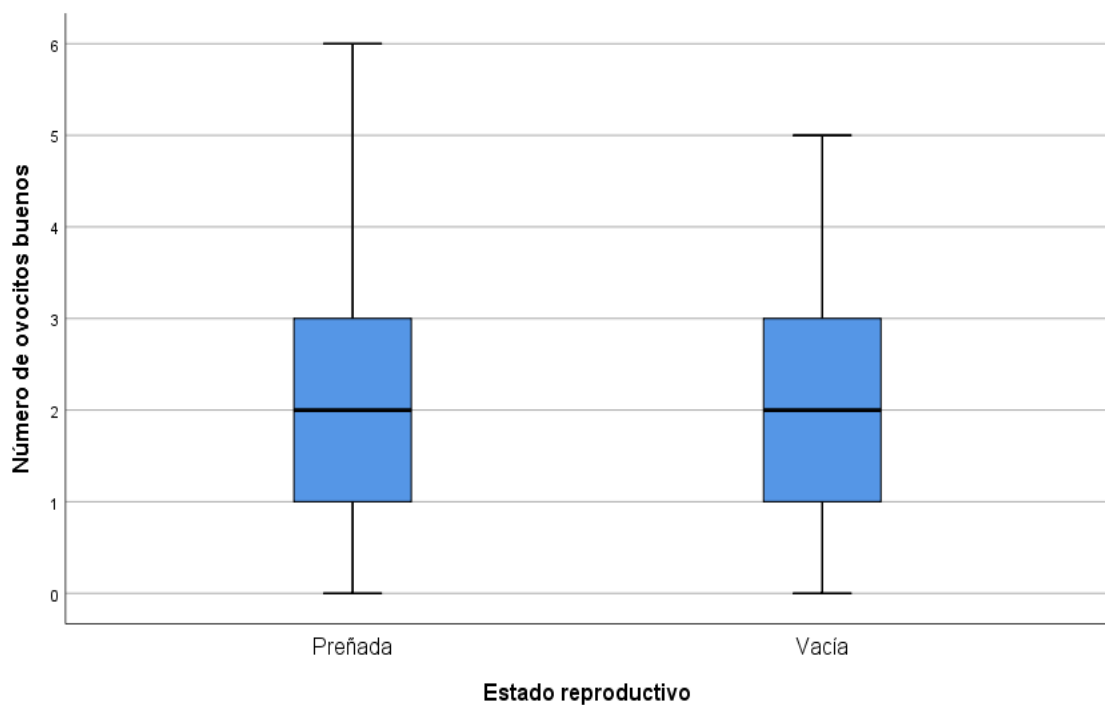
Estadísticos de prueba ^a								
	Calidad de ovocitos	Número de ovocitos buenos	Número de ovocitos regular	Número de Ovocitos malo	Número de Ovocitos pésimos	Total de ovocitos bovinos	Ovocitos viables	Ovocitos No Viables
U de Mann-Whitney	1034,000	1208,500	1101,000	1121,000	950,500	1127,000	1111,000	999,500
W de Wilcoxon	2309,000	2483,500	2376,000	2396,000	2225,500	2402,000	2386,000	2274,500
Z	-1,527	-,295	-1,049	-,906	-2,110	-,852	-,968	-1,742
Sig. asin. (bilateral)	,127	,768	,294	,365	,035	,394	,333	,082

a. Variable de agrupación: Estado reproductivo

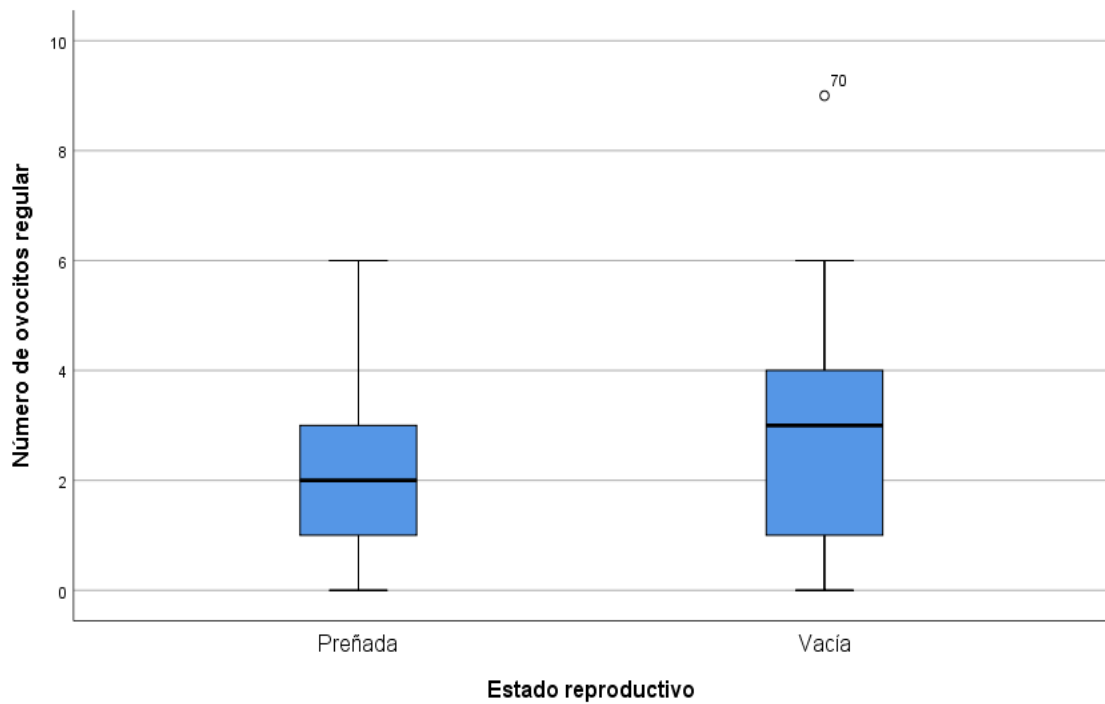
Anexo 10. Cantidad de ovocitos calidad excelente (A) (N°) obtenidos de ovarios según estado reproductivo de vacas faenadas en el Matadero de Quicapata, Ayacucho-2024



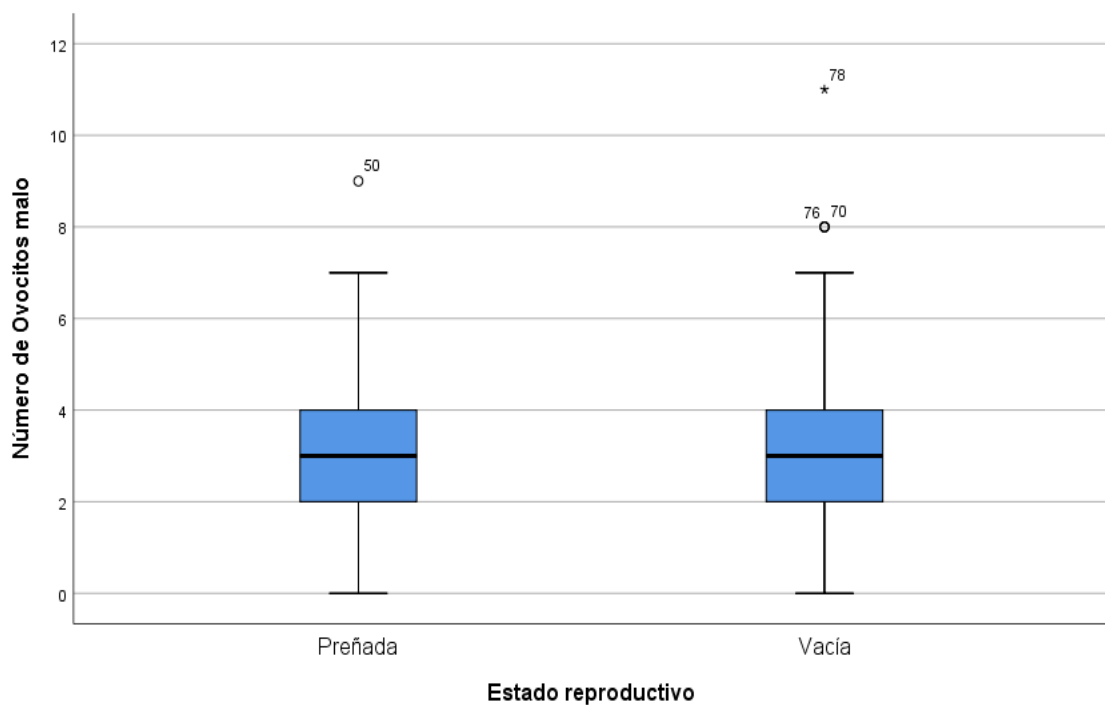
Anexo 11. Cantidad de ovocitos viables (B) (N°) obtenidos de ovarios según estado reproductivo de vacas faenadas en el Matadero de Quicapata, Ayacucho-2024



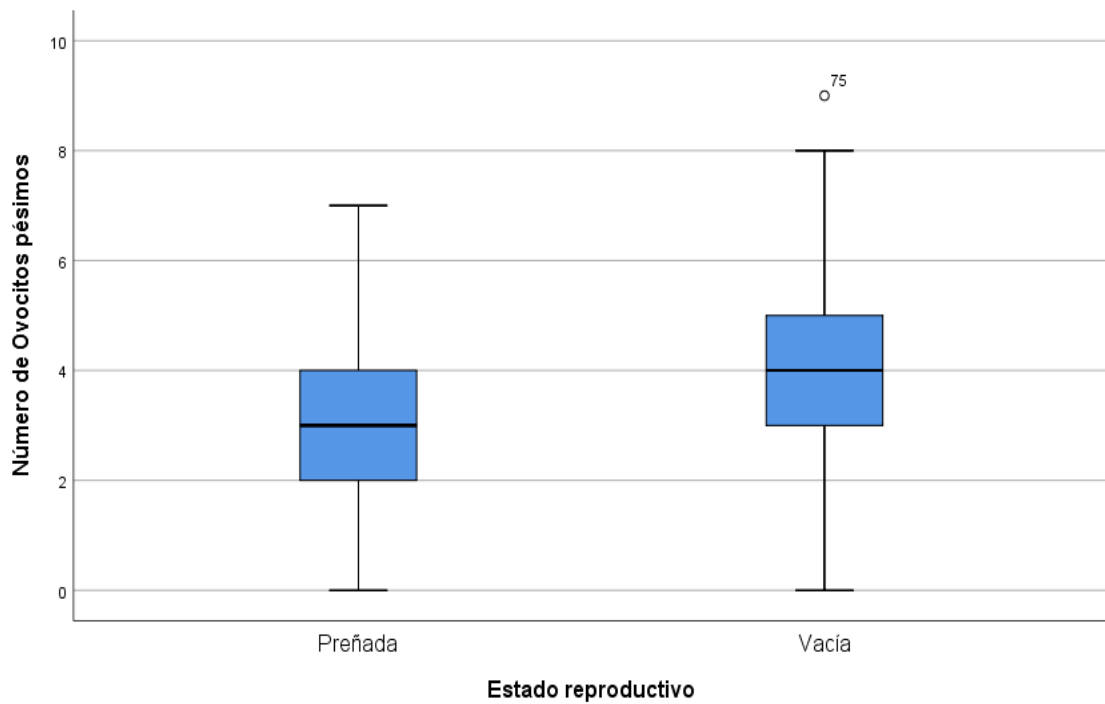
Anexo 12. Cantidad de ovocitos calidad regular (C)(N°) obtenidos de ovarios según estado reproductivo de vacas faenadas en el Matadero de Quicapata, Ayacucho-2024



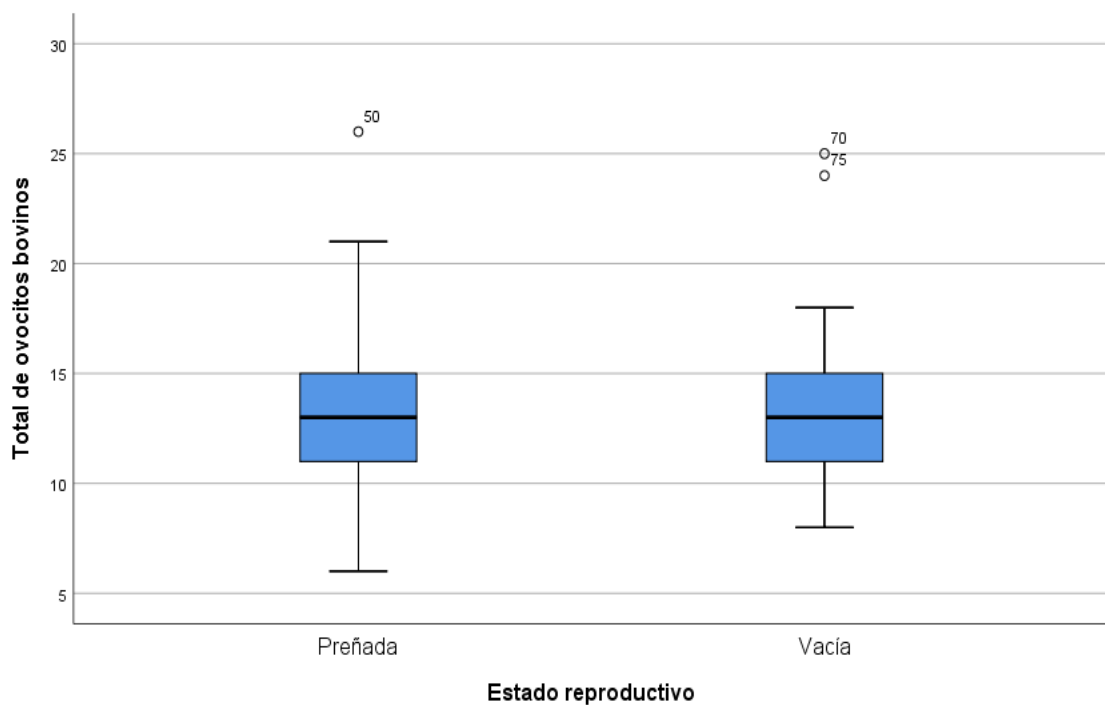
Anexo 13. Cantidad de ovocitos calidad malos (D)(N°) obtenidos de ovarios según estado reproductivo de vacas faenadas en el Matadero de Quicapata, Ayacucho-2024



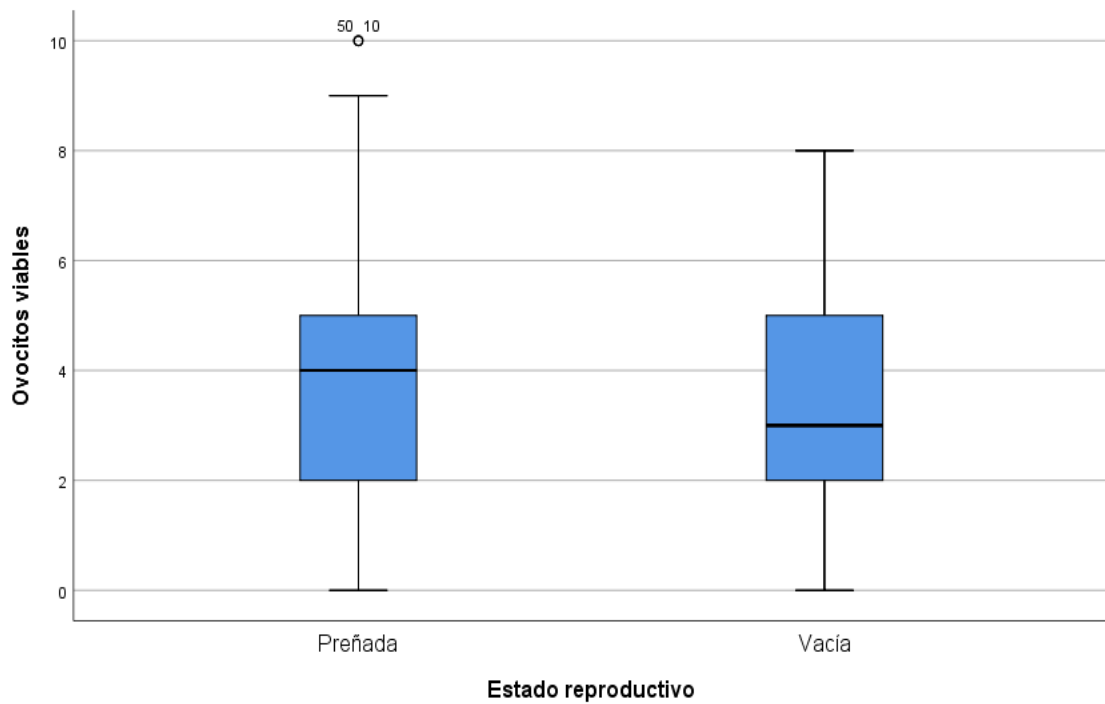
Anexo 14. Cantidad de ovocitos calidad pésimos (E) (N°) obtenidos de ovarios según estado reproductivo de vacas faenadas en el Matadero de Quicapata, Ayacucho-2024



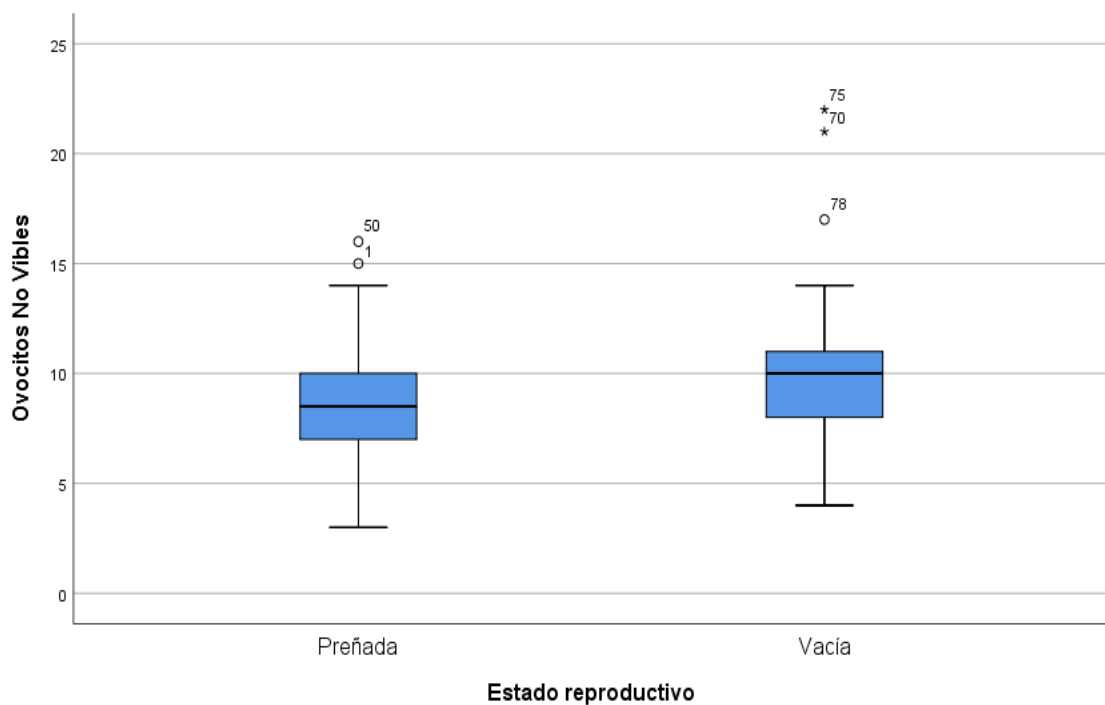
Anexo 15. Total de ovocitos (N°) obtenidos de ovarios según estado reproductivo de vacas faenadas en el Matadero de Quicapata, Ayacucho-2024



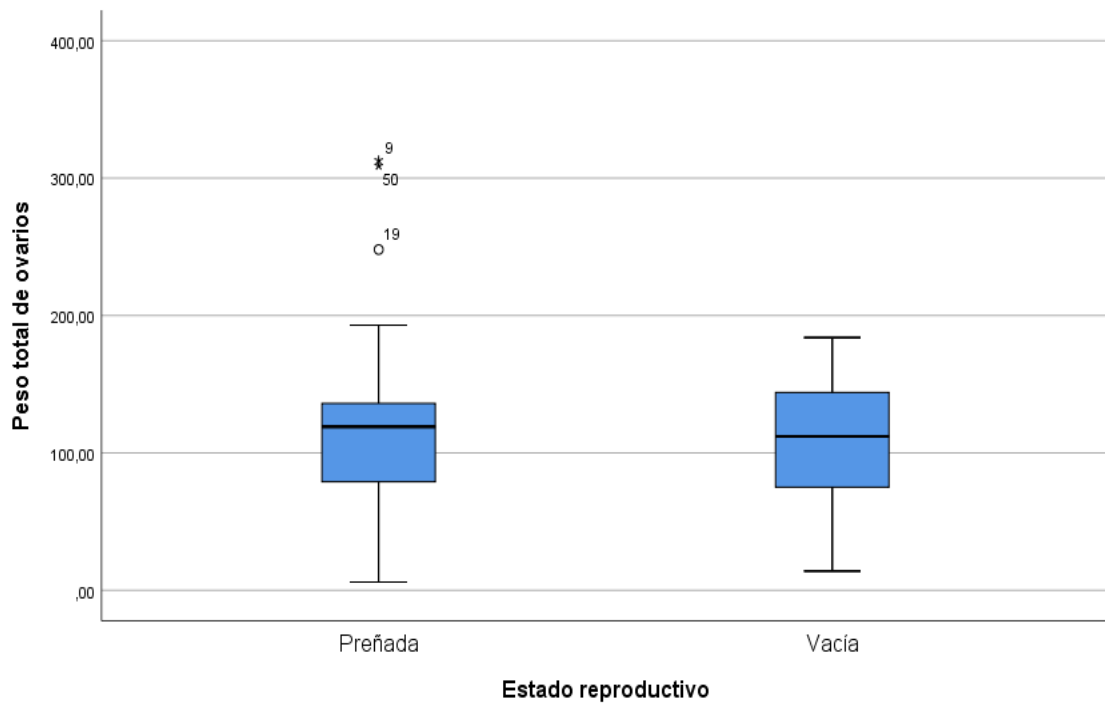
Anexo 16. Cantidad de ovocitos viables (N°) obtenidos de ovarios según estado reproductivo de vacas faenadas en el Matadero de Quicapata, Ayacucho-2024



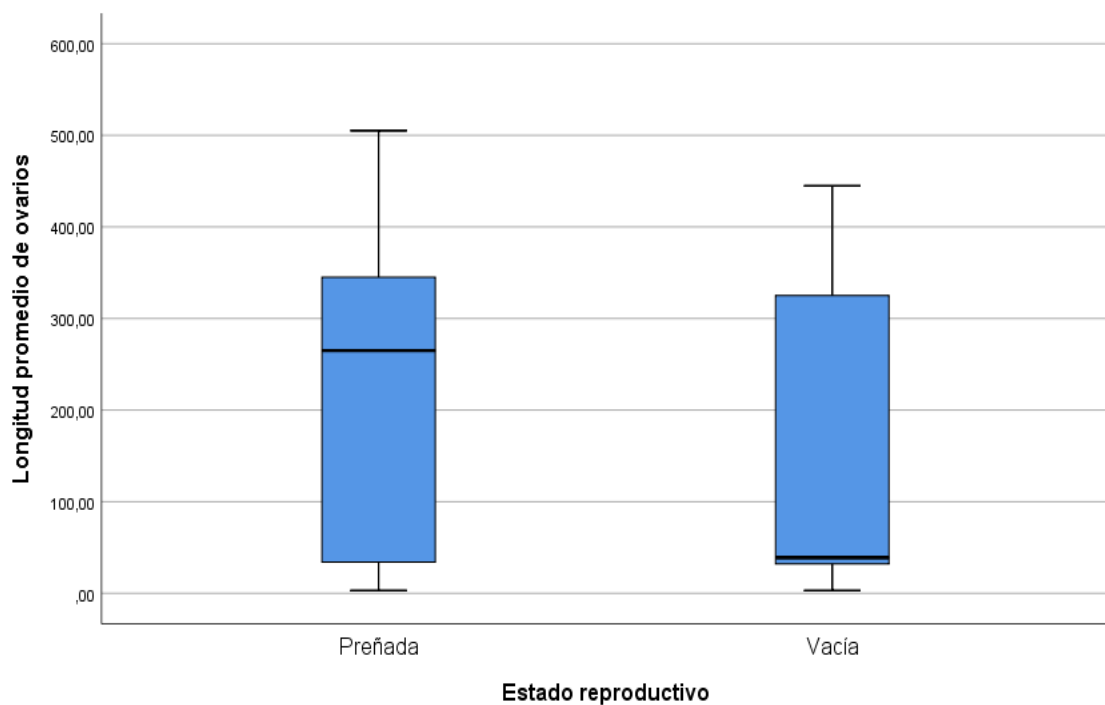
Anexo 17. Cantidad de ovocitos no viables (N°) obtenidos de ovarios según estado reproductivo de vacas faenadas en el Matadero de Quicapata, Ayacucho-2024



Anexo 18. Peso total de ovarios (g) según estado reproductivo de vacas faenadas en el Matadero de Quicapata, Ayacucho-2024



Anexo 19. Longitud promedio de ovarios (mm) según estado reproductivo de vacas faenadas en el Matadero de Quicapata, Ayacucho-2024



Anexo 20. Coeficiente de correlación del peso con cantidad total de ovocitos de vacas preñadas

Resumen

<i>Estadísticas de la regresión</i>		
Coeficiente de correlación múltiple	0.63948196	0.63948196
Coeficiente de determinación R ²	0.40893718	
R ² ajustado	0.39662337	
Error típico	2.81608579	
Observaciones	50	

ANÁLISIS DE VARIANZA								
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>			
Regresión	1	263.36372	263.36372	33.2096415	5.76304E-07			
Residuos	48	380.65628	7.93033916					
Total	49	644.02						
	<i>Coeficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95.0%</i>	<i>Superior 95.0%</i>
Intercepción	7.43816057	1.02165637	7.28049156	2.73541E-09	5.383982761	9.49233837	5.383982761	9.492338372
Peso promedio ovarios	0.84360346	0.14638826	5.76278071	5.76304E-07	0.549270129	1.13793679	0.549270129	1.13793679

Anexo 21. Coeficiente de correlación del peso con cantidad total de ovocitos de vacas criollas vacías

<i>Estadísticas de la regresión</i>		
Coeficiente de correlación múltiple	0.48621676	0.48621676
Coeficiente de determinación R ²	0.23640673	
R ² ajustado	0.22049854	
Error típico	3.07524025	
Observaciones	50	

ANÁLISIS DE VARIANZA								
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>			
Regresión	1	140.539076	140.539076	14.8606906	0.00034377			
Residuos	48	453.940924	9.45710259					
Total	49	594.48						
	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95.0%</i>	<i>Superior 95.0%</i>
Intercepción	8.28945791	1.41495393	5.8584649	4.1216E-07	5.44450237	11.1344135	5.444502366	11.13441346
Peso promedio ovarios	0.87265334	0.22637177	3.85495663	0.00034377	0.4175024	1.32780429	0.417502401	1.327804286

Anexo 22. Coeficiente de correlación del peso con la calidad de viables (A+B) de ovocitos de vacas criollas preñadas

<i>Estadísticas de la regresión</i>		
Coeficiente de correlación múltiple	0.44802513	0.44802513
Coeficiente de determinación R ²	0.200726517	
R ² ajustado	0.184074986	
Error típico	2.212589	
Observaciones	50	

ANÁLISIS DE VARIANZA								
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>			
Regresión	1	59.0135961	59.0135961	12.0545383	0.0011036			
Residuos	48	234.986404	4.89555008					
Total	49	294						
	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95.0%</i>	<i>Superior 95.0%</i>
Intercepción	1.633479618	0.80271193	2.03495123	0.04739869	0.01951912	3.24744012	0.019519121	3.247440115
Peso promedio ovarios	0.399334119	0.11501676	3.47196462	0.0011036	0.16807743	0.63059081	0.168077425	0.630590813

Anexo 23. Coeficiente de correlación del peso con la calidad de viables (A+B) de ovocitos de vacas vacías

<i>Estadísticas de la regresión</i>		
Coeficiente de correlación múltiple	0.05952082	0.05952082
Coeficiente de determinación R ²	0.00354273	
R ² ajustado	-0.0172168	
Error típico	2.0249498	
Observaciones	50	

ANÁLISIS DE VARIANZA								
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F			
Regresión	1	0.69975961	0.69975961	0.17065552	0.68136956			
Residuos	48	196.82024	4.10042167					
Total	49	197.52						
	Coeficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95.0%	Superior 95.0%
Intercepción	3.27374075	0.93170303	3.51371696	0.0009745	1.40042625	5.14705525	1.400426245	5.147055247
Peso promedio ovarios	0.06157688	0.14905875	0.41310474	0.68136956	-0.23812583	0.36127958	-0.238125826	0.361279576

Anexo 24. Regresión de la cantidad de ovocitos de vacas criollas preñadas por la longitud ovárica promedio

<i>Estadísticas de la regresión</i>		
Coefficiente de correlación múltiple	0.54685374	0.54685374
Coefficiente de determinación R ²	0.29904901	
R ² ajustado	0.28444587	
Error típico	3.06671124	
Observaciones	50	

ANÁLISIS DE VARIANZA								
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>			
Regresión	1	192.593544	192.593544	20.47839683	3.97402E-05			
Residuos	48	451.426456	9.40471784					
Total	49	644.02						
	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95.0%</i>	<i>Superior 95.0%</i>
Intercepción	2.29180899	2.37528347	0.96485705	0.339452555	-2.484018505	7.06763648	-2.484018505	7.067636484
Longitud promedio ovari	3.10920595	0.68707083	4.52530627	3.97402E-05	1.727757449	4.49065444	1.727757449	4.490654443

Anexo 25. Regresión de la cantidad de ovocitos de vacas criollas vacías por la longitud ovárica promedio

<i>Estadísticas de la regresión</i>		
Coefficiente de correlación múltiple	0.26869298	0.26869298
Coefficiente de determinación R ²	0.07219592	
R ² ajustado	0.05286667	
Error típico	3.38981615	
Observaciones	50	

ANÁLISIS DE VARIANZA								
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>			
Regresión	1	42.9190302	42.9190302	3.73506025	0.05919385			
Residuos	48	551.56097	11.4908535					
Total	49	594.48						
	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95.0%</i>	<i>Superior 95.0%</i>
Intercepción	8.12027176	2.81441072	2.88524759	0.00584258	2.46151974	13.7790238	2.461519743	13.77902377
Longitud promedio ovari	1.58478068	0.82001229	1.9326304	0.05919385	-0.06396454	3.23352589	-0.063964535	3.233525886

Anexo 26. Regresión de la calidad de ovocitos viables (A+B) de vacas criollas vacías por la longitud ovárica promedio

Estadísticas de la regresión

Coefficiente de correlación múltiple	0.334629743	0.33462974
Coefficiente de determinación R ²	0.111977065	
R ² ajustado	0.093476587	
Error típico	2.332196492	
Observaciones	50	

ANÁLISIS DE VARIANZA								
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>			
Regresión	1	32.9212572	32.9212572	6.05265801	0.01753628			
Residuos	48	261.078743	5.43914048					
Total	49	294						
	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95.0%</i>	<i>Superior 95.0%</i>
Intercepción	-0.1693617	1.8063741	-0.09375782	0.92569181	-3.80132026	3.46259686	-3.801320255	3.462596855
Longitud promedio ovarios	1.285484466	0.52250899	2.46021503	0.01753628	0.23490973	2.3360592	0.234909735	2.336059197

Anexo 27. Regresión de la calidad de ovocitos viables (A+B) de vacas criollas vacías por la longitud ovárica promedio

<i>Estadísticas de la regresión</i>		
Coefficiente de correlación múltiple	0.05380562	0.05380562
Coefficiente de determinación R ²	0.00289504	
R ² ajustado	-0.01787797	
Error típico	2.02560778	
Observaciones	50	

ANÁLISIS DE VARIANZA								
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>			
Regresión	1	0.57182927	0.57182927	0.13936562	0.71055619			
Residuos	48	196.948171	4.10308689					
Total	49	197.52						
	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95.0%</i>	<i>Superior 95.0%</i>
Intercepción	3.02134146	1.68177034	1.79652441	0.07870546	-0.36008443	6.40276736	-0.360084434	6.402767361
Longitud promedio ovarios	0.18292683	0.49000394	0.37331706	0.71055619	-0.80229213	1.16814579	-0.802292127	1.168145786

Anexo 28. Regresión multivariada de la cantidad de ovocitos por el peso ovárico promedio y longitud ovárica en vacas preñadas

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0.63992481
Coefficiente de determinación R ²	0.40950376
R ² ajustado	0.38437626
Error típico	2.84452213
Observaciones	50

ANÁLISIS DE VARIANZA								
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>			
Regresión	2	263.728612	131.864306	16.2970358	4.2034E-06			
Residuos	47	380.291388	8.09130613					
Total	49	644.02						
	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95.0%</i>	<i>Superior 95.0%</i>
Intercepción	6.90880272	2.69791013	2.56079795	0.01371466	1.48130762	12.3362978	1.481307619	12.33629783
Peso promedio ovarios	0.79601875	0.26846689	2.96505367	0.0047421	0.25593302	1.33610447	0.25593302	1.336104472
Longitud promedio ovarios	0.24571486	1.15706828	0.21235986	0.83274462	-2.08200627	2.57343599	-2.082006274	2.573435985

Anexo 29. Regresión multivariada de la cantidad de ovocitos por el peso ovárico promedio y longitud ovárica en vacas vacías

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0.48708634
Coefficiente de determinación R ²	0.2372531
R ² ajustado	0.20479579
Error típico	3.10606057
Observaciones	50

ANÁLISIS DE VARIANZA								
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>			
Regresión	2	141.042225	70.5211124	7.30969598	0.00172163			
Residuos	47	453.437775	9.64761224					
Total	49	594.48						
	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95.0%</i>	<i>Superior 95.0%</i>
Intercepción	7.79869893	2.58079188	3.02182404	0.00405778	2.60681535	12.9905825	2.606815353	12.99058251
Peso promedio ovarios	0.84244044	0.26415771	3.18915714	0.00254048	0.31102368	1.3738572	0.311023677	1.373857198
Longitud promedio ovarios	0.19824522	0.86808908	0.22836968	0.82034956	-1.54812474	1.94461519	-1.548124742	1.944615189

Anexo 30. Regresión multivariada de la calidad de ovocitos viables (A+B) por el peso ovárico promedio y longitud ovárica en vacas preñadas

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0.45367556
Coefficiente de determinación R ²	0.20582152
R ² ajustado	0.17202669
Error típico	2.22886516
Observaciones	50

ANÁLISIS DE VARIANZA								
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>			
Regresión	2	60.5115256	30.2557628	6.09032568	0.00444709			
Residuos	47	233.488474	4.96783988					
Total	49	294						
	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95.0%</i>	<i>Superior 95.0%</i>
Intercepción	2.70601913	2.11398527	1.28005581	0.20680762	-1.54677068	6.95880894	-1.546770677	6.958808945
Peso promedio ovarios	0.49574619	0.21036099	2.35664501	0.02266011	0.07255445	0.91893792	0.072554453	0.918937924
Longitud promedio ovarios	-0.49784639	0.90663705	-0.54911322	0.5855273	-2.32176489	1.3260721	-2.321764887	1.326072102

Anexo 31. Regresión multivariada de la calidad de ovocitos viables (A+B) por el peso ovárico promedio y longitud ovárica en vacas vacías

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0.06566056
Coefficiente de determinación R ²	0.00431131
R ² ajustado	-0.03805842
Error típico	2.04558908
Observaciones	50

ANÁLISIS DE VARIANZA								
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>			
Regresión	2	0.85156987	0.42578494	0.10175447	0.90344973			
Residuos	47	196.66843	4.18443468					
Total	49	197.52						
	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95.0%</i>	<i>Superior 95.0%</i>
Intercepción	3.00417143	1.69965768	1.76751558	0.08363377	-0.41509878	6.42344163	-0.41509878	6.42344163
Peso promedio ovarios	0.04498121	0.17396896	0.25855882	0.79710463	-0.30499919	0.39496161	-0.304999192	0.39496161
Longitud promedio ovarios	0.10889425	0.57170602	0.19047245	0.84975927	-1.04122992	1.25901842	-1.041229923	1.259018418

**UNSCH**FACULTAD DE CIENCIAS
AGRARIAS

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
Bach. KLEBER MIRTOM TACURI MALLQUI
R.D. N° 385-2024-UNSCH-FCA-D

En la ciudad de Ayacucho a los trece días del mes de diciembre del año dos mil veinticuatro, siendo las dieciséis horas, se reunieron en el auditorio de la Facultad de Ciencias Agrarias, bajo la presidencia del Dr. Felipe Escobar Ramírez Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias; los miembros del jurado conformado por Mg. Julio César Soto Palacios, Dr. Luis Arturo Rodríguez Zamora como asesor y Mg. Alfredo Pozo Curo; actuando como secretario de actas el Mtro. Rodolfo Alca Mendoza, para recibir la sustentación de la Tesis titulado: **Rendimiento ovárico de folículos antrales según estado reproductivo en vacas criollas beneficiadas en el matadero Quicapata**, para obtener el Título Profesional de Médico Veterinario presentado por el Bachiller **KLEBER MIRTOM TACURI MALLQUI**.

El señor Decano previa verificación de los documentos exigidos solicitó se proceda con la sustentación y posterior defensa de la tesis en un periodo de cuarenta y cinco minutos de acuerdo al reglamento de grados y títulos vigente. Terminado la exposición, los miembros del Jurado, formularon sus preguntas, aclaraciones y/o observaciones correspondientes. Luego se invito a los miembros del jurado pasar a otra aula para la deliberación y calificación del trabajo de tesis, teniendo el siguiente resultado:

Jurado evaluador	Exposición	Respuestas a las preguntas	Generación de conocimiento	Promedio
Mg. Julio César Soto Palacios	16	15	16	16
Dr. Luis Arturo Rodríguez Zamora	18	17	19	18
Mg. Alfredo Pozo Curo	15	14	15	15
PROMEDIO GENERAL				16

Acto seguido se invita al sustentante y público en general para dar a conocer el resultado final. Firman el acta.

OBSERVACION: Por acuerdo unánime de los miembros del jurado, el título del trabajo de investigación debe ser: **Rendimiento ovárico de folículos antrales según estado reproductivo en vacas criollas faenadas en el matadero de Quicapata**


.....
Mg. Julio César Soto Palacios
Presidente


.....
Dr. Luis Arturo Rodríguez Zamora
Asesor


.....
Mg. Alfredo Pozo Curo
Jurado


.....
Mtro. Rodolfo Alca Mendoza
Secretario Docente



UNSCH

FACULTAD DE CIENCIAS
AGRARIAS

CONSTANCIA DE CONTROL DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

El que suscribe coordinador responsable de la valoración y verificación de originalidad de los trabajos de investigación y de tesis de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, designado mediante la RCF N° 005-2024-UNSCH-FCA-CF; hace constar que el trabajo de tesis titulado;

Rendimiento ovárico de folículos antrales según estado reproductivo en vacas criollas faenadas en el matadero de Quicapata

Autor : Kleber Mirtiom TACURI MALLQUI
Asesor : Arturo RODRÍGUEZ ZAMORA

Ha sido sometido al control de originalidad mediante el software TURNITIN UNSCH, acorde al Reglamento de originalidad de trabajos de investigación, aprobado mediante RCU N° 039-2021-UNSCH-CU, y RCU N° 1530-2023-UNSCH-CU, emitiendo un resultado de **catorce (14 %)** de índice de similitud, realizado con **depósito de trabajos estándar**.

En consecuencia, se otorga la presente Constancia de Originalidad para los fines pertinentes.

Nota: Se adjunta el resultado con Identificador de la entrega: 2620687920

Ayacucho, 20 de marzo de 2025

UNIVERSIDAD NACIONAL DE
SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
Facultad de Ciencias Agrarias
Dr. Yuri Gálvez Gástelú
Coordinador de Control de originalidad de
trabajo de investigación

Rendimiento ovárico de folículos antrales según estado reproductivo en vacas criollas faenadas en el matadero de Quicapata

por Kleber Mirtiomi Tacuri Mallqui

Fecha de entrega: 20-mar-2025 10:28p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2620687920

Nombre del archivo: TESIS_KLEBER_MIRTIOM_TACURI_MALLQUI.docx (7.23M)

Total de palabras: 19303

Total de caracteres: 105067

Rendimiento ovárico de folículos antrales según estado reproductivo en vacas criollas faenadas en el matadero de Quicapata

INFORME DE ORIGINALIDAD

14%

INDICE DE SIMILITUD

13%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

2%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	3%
2	repositorio.unamba.edu.pe Fuente de Internet	3%
3	www.scielo.org.pe Fuente de Internet	2%
4	dspace.ucuenca.edu.ec Fuente de Internet	1%
5	investigacion.usc.es Fuente de Internet	1%
6	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	1%
7	repositorio.ufpso.edu.co Fuente de Internet	<1%
8	biblioteca.itson.mx Fuente de Internet	<1%

9	009e0546-31ac-4eb8-8b3c-e61a9c1140fd.filesusr.com	<1 %
	Fuente de Internet	
10	Submitted to Instituto Superior de Artes, Ciencias y Comunicación IACC	<1 %
	Trabajo del estudiante	
11	bdigital.zamorano.edu	<1 %
	Fuente de Internet	
12	qdoc.tips	<1 %
	Fuente de Internet	
13	hdl.handle.net	<1 %
	Fuente de Internet	
14	iracbiogen.com	<1 %
	Fuente de Internet	
15	www.coursehero.com	<1 %
	Fuente de Internet	
16	www.veterinaria.org	<1 %
	Fuente de Internet	

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias

< 30 words

Excluir bibliografía

Activo

Rendimiento ovárico de folículos antrales según estado reproductivo en vacas criollas faenadas en el matadero de Quicapata

Ovarian performance of antral follicles according to reproductive status in Creole cows slaughtered in the Quicapata slaughterhouse

Kleber Mirtiom Tacuri Mallqui¹

kleber.tacuri.24@unsch.edu.pe

Luis Arturo Rodríguez Zamora²

luis.rodriguez@unsch.edu.pe

Áreas de investigación: Biotecnología

Línea de investigación: Mejoramiento genético agropecuario

RESUMEN

El objetivo de este trabajo de investigación ha sido determinar el rendimiento ovárico de folículos antrales según el estado reproductivo en vacas criollas faenadas en el matadero de Quicapata –Ayacucho. Este trabajo fue realizado en los laboratorios de la Escuela Profesional de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional De San Cristóbal de Huamanga, con muestras recolectadas del Matadero de Quicapata del distrito de Carmen Alto, Ayacucho a 2750 msnm. Considerando criterios de inclusión de las vacas criollas en cada estado reproductivo: preñadas (primer tercio de gestación) vs vacías, se trabajó con 50 pares de ovarios de vacas respectivamente. Las muestras fueron evaluadas mediante el análisis descriptivo de medidas de tendencia central y de inferencia como los estadísticos de U de Mann Witney, y la correlación del peso y tamaño de los ovarios utilizando el programa Excel. Los resultados de la cantidad de ovocitos obtenidos en vacas preñadas fueron similares al de vacas vacías, con 12.86 ± 3.625 y 13.48 ± 3.48 ovocitos, respectivamente. La calidad de ovocitos (A+B) según el estado reproductivo en vacas criollas, no mostró diferencia significativa entre el grupo de preñadas y vacías. Así, se obtuvo 4.20 ± 2.449 y 3.64 ± 2.008 para ovocitos viables, y 8.66 ± 2.670 y 9.84 ± 3.582 para no viables. El peso de los ovarios en las vacas criollas preñadas condiciona moderadamente el rendimiento de la calidad de los ovocitos recuperados $Y=0.8436x + 7.4382$ ($R^2=0.4089$); mientras que el peso de los ovarios en vacas criollas vacías condiciona ligeramente el rendimiento de la calidad de los ovocitos recuperados $Y=0.8727x + 8.2895$ ($R^2=0.2364$). La longitud ovárica no es un factor determinante para el rendimiento de la calidad de ovocitos tanto en vacas criollas preñadas y vacías con $Y=1.2855x - 0.1694$ ($R^2=0.112$) y $Y=0.1829x + 3.0213$ ($R^2=0.0029$) respectivamente. En conclusión, independientemente del estado reproductivo, podemos contar con rendimientos ovocitarios similares tanto en vacas criollas preñadas como vacías que bien se podrían utilizar en trabajos de biotecnología reproductiva.

Palabra clave: Rendimiento ovárico, folículo, vacas criollas.

ABSTRACT

The objective of this research work has been to determine the ovarian performance of antral follicles according to the reproductive state in Creole cows slaughtered in the Quicapata - Ayacucho slaughterhouse. This work was carried out in the laboratories of the Professional School of Veterinary Medicine of the National University of San Cristóbal de Huamanga, with samples collected from the Quicapata Slaughterhouse in the district of Carmen Alto, Ayacucho at 2750 meters above sea level. Considering inclusion criteria for Creole cows in each reproductive state: pregnant (first third of gestation) vs empty, we worked with 50 pairs of cow ovaries respectively. The samples were evaluated through the descriptive analysis of measures of central tendency and inference such as the Mann Witney U statistics, and the correlation of the weight and size of the ovaries using the Excel program. The results of the number of oocytes obtained in pregnant cows were similar to that of empty cows, with 12.86 ± 3.625 and 13.48 ± 3.48 oocytes, respectively. The quality of oocytes (A+B) according to the reproductive status in Creole cows did not show a significant difference between the pregnant and empty groups. Thus, 4.20 ± 2.449 and 3.64 ± 2.008 were obtained for viable oocytes, and 8.66 ± 2.670 and 9.84 ± 3.582 for non-viable oocytes. The weight of the ovaries in pregnant Creole cows moderately determines the quality performance of the recovered oocytes $Y=0.8436x + 7.4382$ ($R^2=0.4089$); while the weight of the ovaries in empty Creole cows slightly conditions the performance of the quality of the recovered oocytes $Y=0.8727x + 8.2895$ ($R^2=0.2364$). Ovarian length is not a determining factor for the performance of oocyte quality in both pregnant and empty Creole cows with $Y=1.2855x - 0.1694$ ($R^2=0.112$) and $Y=0.1829x + 3.0213$ ($R^2=0.0029$) respectively. In conclusion, regardless of the reproductive state, we can count on similar oocyte yields in both pregnant and empty Creole cows that could well be used in reproductive biotechnology work.

Keyword: Ovarian performance, follicle, Creole cows.

¹ Escuela Profesional de Medicina Veterinaria, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga- Perú.
Tesisista¹ Asesor²

I. INTRODUCCIÓN

El bovino criollo en Ayacucho está siendo reemplazado por razas de aptitudes mejoradas las cuales estarían causando procesos de erosión genética, desaprovechando su condición de raza primaria adquirida a través del tiempo, que posee virtudes como rusticidad, resiliencia tanto a enfermedades parasitarias, bacterianas, metabólicas, entre otras. Y aún en estas condiciones adversas produce leche y crías.

Para el éxito de la ganadería bovina es necesario tener en consideración la eficiencia reproductiva y productiva, es por eso que en la actualidad debiera tomarse en cuenta la utilización de tecnologías reproductivas, las cuales están a disposición y medianamente son fáciles de ser aplicadas. En el mundo se han desarrollado una variedad de técnicas de reproducción asistidas que han sido implementadas en la reproducción. Una de las tecnologías reproductivas de mayor auge y aplicación consiste en la recuperación de ovocitos a partir de ovarios ya sea de animales beneficiados o de animales vivos. Esta técnica nos ayudará a obtener ovocitos que posteriormente serán embriones. Se necesitan los ovocitos para diferentes técnicas de reproducción como la fecundación *in vitro*, transferencia de embriones, clonación, etc. El recolectar ovocitos del matadero ayuda a poner a punto un laboratorio de biotecnologías reproductivas, y dado el caso permite aprovechar la genética para no perder esos potenciales futuros terneros, debido a que, aunque la madre ya haya sido sacrificada aún puede generar descendencia. También nos ayuda a la clonación como fuente de ovocitos, a las cuales se les retira el núcleo y se les implantará un núcleo de la célula somática del animal que se desea clonar. También nos permite el almacenamiento indefinido del material biológico proveniente de diversas especies animales vulnerables, de alto

valor genético o en peligro de extinción sin pérdida funcional de su actividad y sin alteraciones genéticas, esto posibilitaría el aprovechamiento del gran potencial de genes útiles del bovino criollo.

En Ayacucho la actividad ganadera tiene como base principal la crianza de bovino criollo. Como consecuencia hay una necesidad de seleccionar y multiplicar genes de mayor producción y adaptación. No existen trabajos en Ayacucho sobre el potencial de la reserva ovárica de nuestro ganado criollo con miras a su crio preservación y/o su debida multiplicación genética, por lo que creemos necesario realizar trabajos en ganado criollo sobre recuperación de ovocitos, determinar su capacidad ovárica, la influencia del estado de vacía o gravidez (primer tercio) con la intención de utilizarlo posteriormente con la técnica del Ovum Pick Up (OPU) para la producción de embriones *in vitro*, o para su correspondiente crio preservación, y finalmente su mejoramiento en el futuro, por lo cual se planteó los siguientes objetivos:

Objetivo general

Determinar el rendimiento ovárico de folículos antrales según el estado reproductivo en vacas criollas faenadas en el matadero de Quicapata – Ayacucho.

Objetivos específicos

1. Comparar la cantidad de ovocitos obtenidos de ovarios de las vacas faenadas según el estado reproductivo.
2. Comparar la calidad de ovocitos obtenidos de ovarios de las vacas faenadas según el estado reproductivo.
3. Comparar el peso de los ovarios sobre el rendimiento y calidad de los ovocitos recuperados según el estado reproductivo.
4. Comparar el tamaño de los ovarios sobre el rendimiento y calidad de los ovocitos recuperados según el estado reproductivo.

¹ Escuela Profesional de Medicina Veterinaria, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga- Perú.
Tesisista¹ Asesor²

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Localización de la zona de estudios

El presente trabajo de investigación se realizó en la Región Ayacucho, Provincia Huamanga y Distrito de Carmen Alto. A una altitud de 2750 m.s.n.m. La colección de las muestras (ovarios) se realizó en el matadero de “Quicapata” que se encuentra ubicado en el distrito de Carmen alto, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho, a una altitud de 2735 m.s.n.m., latitud 13°47'87 S y longitud 74°13'38.99”, con una temperatura promedio de 12-18 °C, precipitación pluvial de 500 mm, humedad relativa 40-50%.

2.2. Localización del trabajo de laboratorio

El proceso de evaluación de las muestras (ovarios) se realizó en el Laboratorio de Reproducción y Biotecnología Animal de la Escuela Profesional de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga que se encuentra ubicado en el distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho a una altitud de 2735 m.s.n.m. La ejecución del presente trabajo de investigación fue de cuatro meses:

Fecha de inicio : abril del 2017

Fecha de término: julio del 2017

2.3. Tamaño de muestra

El tamaño muestral fue constituido por los ovocitos obtenidos a partir de 50 pares de ovarios de vacas vacías y 50 pares de ovarios de vacas preñadas del “Matadero de Quicapata”.

La unidad de muestreo fueron los ovocitos de las calidades A, B, C, D y E, seleccionados según Lonergan et al., (1991) haciendo un total de 674 ovocitos de ovarios de vacas vacías y 643 ovocitos de ovarios de vacas preñadas.

2.4. Materiales y equipos

2.4.1. Material de laboratorio

- Vaso de precipitado

- Solución fisiológica (NaCl 0.9%)
- Jeringa de 20 ml y agujas de 18x1
- Placas de Petri
- Láminas porta objetos
- Tubos falcón
- Guantes quirúrgicos
- Pipeta Pasteur.
- Papel toalla

2.4.2. Material de campo

- Termómetro
- Termo
- Calibrador Vernier
- Libreta de campo
- Bolsas pequeñas de polietileno
- Bolsas herméticas de polietileno
- Caja de tecnopor (recipiente isotérmico)
- Tijeras

2.4.3. Material biológico

- Ovarios de vacas

2.4.4. Equipos y aparatos

- 01 Estereoscopio Nikon®
- 01 Platina térmica Minitube®

2.5. Método procedimental

2.5.1. Recolección del material biológico

Se obtuvieron el par de ovarios procedente de las vacas preñadas en el primer tercio de gestación, y adicionalmente de vacas vacías. Esta colección se realizó dos veces por semana hasta completar el número de 50 vacas, tanto para las preñadas como para las vacías.

Criterios de inclusión:

1. Animales con apariencia de manto semejante al criollo. hembras de fenotipo variable en coloración del manto, característica primordial del ganado criollo Como por ejemplo pelajes de color yana, puka, yuraq, qarhua, allpa, husni, etc. Con colores combinados como pallar moru, yana moru, puka muru, allpa muru, qusni muru, etc. (Rosemberg, 2000)

¹ Escuela Profesional de Medicina Veterinaria, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga- Perú.
Tesisista¹ Asesor²

2. Úteros correspondientes a animales adultos (vacas). No terneras ni vaquillas.
3. Vacas preñadas consideramos hasta el primer tercio de gestación con un tamaño del útero de entre 20 a 30 cm, y/o tamaño fetal de 10 a 12 cm. (Hafez & Hafez, 2000).
4. Vacas vacías y preñadas con aparato reproductor aparentemente sanos. Es decir, sin alteraciones aparentes o palpables.
5. Ovarios colectados funcionales con cantidad variable de estructuras: folículos, cuerpos lúteos, hemorrágicos y/o albicans. La evaluación de la funcionalidad ovárica es fundamental en la obtención de ovocitos para técnicas de reproducción asistida. La presencia de diversas estructuras en la superficie del ovario proporciona información crítica sobre el estado reproductivo y la actividad hormonal del mismo (Hafez & Hafez, 2000).

Criterios de exclusión:

1. Bovinos hembras de otras categorías distintas a vaquillas y vacas preñadas.
2. Bovinos hembras con alteraciones morfológicas aparentes o palpables en sus órganos reproductivos.

Figura 2.1

Recolección de ovarios en la zona de evisceración Matadero Quicapata Ayacucho



Figura 2.2

Recolección de ovarios de vaca vacía y preñadas



Figura 2.3

Recolección de ovarios de vacas preñadas



Las muestras recolectadas fueron colocadas en pequeñas bolsas plásticas, estas a su vez fueron colocadas a las bolsas herméticas que contenían 500 ml de solución salina (NaCl 0.9%) a 37 °C de temperatura y debidamente rotuladas tanto para vacas vacías y para vacas preñadas. Y finalmente transportados al laboratorio en cajas de tecnopor con temperaturas oscilante entre 36 a 38.5 °C. El tiempo transcurrido entre el beneficio de las vacas y el arribo al laboratorio fue entre 6 a 8 horas.

Figura 2.4

Rotulado de ovarios de acuerdo al estado de gravidez



Con el laboratorio en condiciones estériles y los equipos preparados previamente al ingreso de las muestras, se procedió a la limpieza y desinfección de las superficies de trabajo con alcohol al 70° y se verificó que estén todos los materiales necesarios.

2.5.2. Aspiración de ovocitos

Se realizó la aspiración (Hansen, 2002) siguiendo la metodología siguiente:

1. Lavado de los ovarios con solución salina al 0.9 % a 37 °C, tomándose el par de ovarios como una sola muestra, estos fueron pesados.
2. Colocado de los ovarios en un vaso de precipitado a baño María a 37°C.
3. Secado con papel toalla estéril de la superficie de los ovarios.
4. Pesado y medición del par de ovarios.
5. Los folículos a aspirar son de diámetros entre 2 a 7 mm, medidos con un calibrador vernier.
6. Exclusión de folículos degenerados según características morfológicas.
7. Aspiración realizada con una jeringa de 20 ml y aguja hipodérmica calibre 18. El líquido folicular fue depositado en tubos falcon a baño María 37° C por un tiempo aproximado de 15 minutos.
8. Precipitación por 15 minutos, aspirado del sedimento con una pipeta Pasteur y depositado del sedimento en una placa de

Petri para realizar la búsqueda de los ovocitos al estereoscopio a un aumento de 2 x.

Figura 2.5

Desempacado de muestras en laboratorio



Figura 2.6

Muestras llevadas a baño maría



Figura 2.7

Secado de superficies de ovarios y aspiración del líquido folicular



Figura 2.8

Pesado y medido de los ovarios



2.5.3. Búsqueda, selección y clasificación de ovocitos

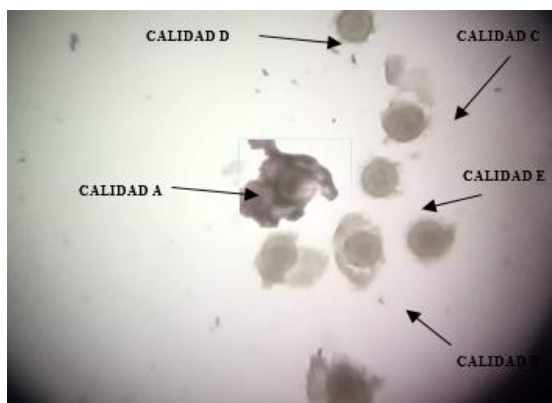
Seguidamente se efectuó la búsqueda de ovocitos en el estereoscopio y empleando una micro pipeta de 10 µl. Seguidamente se clasificaron los ovocitos según las calidades A, B, C, D y E (Kawasaki et al., 1999).

- **Calidad A o Tipo I:** ovocito rodeado por más de tres capas compactas de células del cúmulo, citoplasma finamente granular dando una apariencia compacta y una zona pelúcida íntegra.
- **Calidad B o Tipo II:** ovocito rodeado parcialmente de dos o más capas de células del cúmulo, citoplasma se encuentran con algunos cuerpos pigmentados y la zona pelúcida íntegra.
- **Calidad C o Tipo III:** Las células de los cúmulos se encuentran parcialmente denudados.
- **Calidad D o Tipo IV:** El ovocito se encuentra totalmente denudado.
- **Calidad E o Tipo V:** Los ovocitos que se encuentran con cúmulos expandidos y/o citoplasma irregular.

Los complejos ovocito-cúmulo (COC's) se clasificaron viables los de tipo I y II, y los no viables los de tipo III, IV y V. para que se puedan utilizar en procesos de maduración y fecundación *in vitro* (Lonergan et al., 1991).

Figura 2.9

Clasificación de ovocitos



2.6. Análisis estadístico

Las respuestas del rendimiento ovárico según el estado reproductivo de las vacas se analizaron mediante el análisis descriptivo de medidas de tendencia central y de inferencia como los estadísticos de T de Student o U de Mann Witney de acuerdo a la prueba de normalidad y homogeneidad de varianzas utilizando el programa SPSS versión 27. La prueba T de Student para muestras independientes:

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$

Donde:

X⁻¹ = Media de la primera muestra (número de ovocitos en vacas vacías).

X⁻² = Media de la segunda muestra (número de ovocitos en vacas preñadas).

s² = Varianza de la primera muestra.

s² = Varianza de la segunda muestra.

n₁ = Tamaño de la primera muestra.

n₂ = Tamaño de la segunda muestra.

La prueba de U de Mann Witney

$$U = n_1 n_2 + \frac{n_1(n_1 + 1)}{2} - R_1$$

Donde:

n₁ es el tamaño de la muestra 1 (preñadas)

n₂ es el tamaño de la muestra 2 (vacías)

R₁ es la suma de los rangos de la muestra 1

Para comparar tanto el peso o tamaño de los ovarios sobre el rendimiento de la calidad de los ovocitos recuperados según el estado reproductivo se utilizó el Modelo de regresión lineal utilizando fórmulas para desarrollar el complemento de los resultados con el uso del Microsoft Excel (versión 2016).

$$Y = \beta_0 + \beta_1 * X + \varepsilon$$

Donde:

Y es la variable dependiente (rendimiento ovárico en folículos antrales)

X es la variable independiente (estado reproductivo)

β_0 es la intersección o ordenada al origen (valor de Y cuando X = 0)

β_1 es la pendiente de la recta de regresión (cuánto cambia Y por cada unidad de cambio en X)

ϵ es el término de error, que representa la variabilidad de Y que no es explicada por X.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se presenta los resultados y la discusión respectiva dando a conocer los experimentos referidos a la recuperación de ovocitos tanto del rendimiento total, como de la calidad en vacas criollas de Ayacucho de acuerdo al estado reproductivo, es decir, comparando las vacas preñadas en primer tercio de gestación con las vacas vacías.

3.1. Comparación de la cantidad de ovocitos obtenidos de ovarios de las vacas criollas faenadas según el estado reproductivo

El resultado del procedimiento realizado con los ovocitos pertenecientes a los ovarios de las 50 vacas vacías y 50 vacas preñadas fue el siguiente: se obtuvo un número total de 1317 ovocitos, 643 ovocitos correspondientes a las vacas preñadas y 674 ovocitos a las vacas vacías.

Tabla 3.1

Cantidad de ovocitos obtenidos de ovarios según estado reproductivo de vacas criollas faenadas en el Matadero de Quicapata, Ayacucho-2024

Estado reproductivo	n	Promedio \pm DE	Mínimo	Máximo	Coefficiente de variación
Vacas preñadas	50	12.86 ^a \pm 3.63	6	26	28.19
Vacas vacías	50	13.48 ^a \pm 3.48	8	25	25.81
TOTAL	100	13.17 \pm 3.55	6	26	26.95

^{a,b} Letras diferentes en la columna indican diferencia estadística significativa a la prueba estadística de la U de Mann-Whitney.

En la Tabla 3.1 muestra el rendimiento ovárico de folículos antrales según el estado

reproductivo (preñadas o vacías) de vacas criollas sacrificadas en el Matadero de Quicapata, Ayacucho-2024. Los resultados muestran que el promedio \pm D.E. de ovocitos obtenidos en vacas las preñadas fue de 12.86 \pm 3.63, mientras que en las vacas vacías fue de 13.48 \pm 3.48, no hallándose diferencias estadísticas significativas entre ambos grupos ($p > 0.05$).

Aun cuando estudios previos han sugerido que el estado reproductivo influye en la dinámica folicular de diferentes razas bovinas, generalmente con una menor disponibilidad de ovocitos en vacas preñadas debido a la regulación hormonal gestacional (Pierson & Ginther, 1988; Lucy, 2001). Así también, el feto sustrae energía, minerales, proteínas, vitaminas y la madre continúa en producción láctea, Hafes (2002). Entonces, la nutrición materna tiene efecto sobre la calidad de los ovocitos. En este contexto, es crucial mantener el balance energético (Abdelatty et al., 2018). Asimismo, el estado nutricional influye sobre la cantidad y composición de los lípidos, repercutiendo en la calidad de los ovocitos (De Andrade y Poehland, 2021). Nuestros hallazgos resultan relevantes al sugerir que el estado reproductivo no ejerce un efecto estadísticamente importante sobre el rendimiento ovárico en esta raza adaptada a las condiciones alto andinas de Ayacucho.

En el ganado criollo de Ayacucho no hay trabajos similares que consideren el estado reproductivo (primer tercio de gestación) para la colecta de ovocitos a partir de ovarios de matadero. Sin embargo, los resultados obtenidos muestran en general una colecta de ovocitos superior a los de Rodríguez (2013), quien recuperó una media de 6.4 \pm 2.4 ovocitos/vaca mediante técnica de aspiración de ovarios de vacas españolas faenadas. Así mismo, los resultados son superiores a los ovocitos

¹ Escuela Profesional de Medicina Veterinaria, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga- Perú.
Tesisista¹ Asesor²

colectados por Tinco et al. (2021) En vacas criollas faenadas en el matadero de Abancay, donde la condición corporal (CC) no influyó en la cantidad de ovocitos recolectados con 4.14 ± 0.35 ovocitos en vacas con <1.5 de CC, 4.88 ± 0.21 ovocitos en vacas con CC de 2 a 2.5 y 5.46 ± 0.36 ovocitos en vacas con >3 de CC.

Otro aspecto a considerar es el coeficiente de variación (CV) registrado: 28.19% en vacas preñadas y 25.81% en vacas vacías. El CV alto podría reflejar variabilidad en las condiciones fisiológicas de las vacas en estudio, posiblemente debido a factores como la nutrición, el ambiente y el manejo, que afectan el desarrollo folicular (Gutiérrez et al., 2011). Esta variabilidad es común en estudios reproductivos de bovinos criollos, como se observa en trabajos de Velásquez et al. (2020), quienes reportan que el entorno y las condiciones de manejo afectan la variabilidad en la respuesta reproductiva.

Los resultados del presente trabajo indican que el estado reproductivo (preñadas o vacías) no tiene un efecto estadísticamente significativo en la cantidad de ovocitos obtenidos en vacas criollas faenadas en el Matadero de Quicapata. Este hallazgo contribuye al entendimiento de la fisiología reproductiva de las vacas criollas, sugiriendo que, bajo las condiciones estudiadas, la cantidad de ovocitos disponibles es independiente del estado reproductivo, lo que podría representar una ventaja adaptativa en regiones altoandinas y su estabilidad reproductiva, representaría un factor clave en la implementación de programas de reproducción y conservación en condiciones de manejo extensivo (Mastromonaco et al, 2020).

3.2. Comparación de la calidad de ovocitos según el estado reproductivo

Los resultados del presente trabajo según la clasificación de ovocitos empleada: A, B, C, D y

E, fueron de la siguiente manera: en los ovocitos del grupo vacías se tiene en A 81 (12%), B 101 (15%), C 134 (20%), D 166 (25%) y E 192 (28%). Mientras en los ovocitos del grupo preñadas se tiene en A 103 (16%), B 107 (17%), C 112 (17%), D 167 (26%) y E 154 (24%), como muestra en la Figura 3.1.

Figura 3.1

Rendimiento ovocitario total según el estado reproductivo

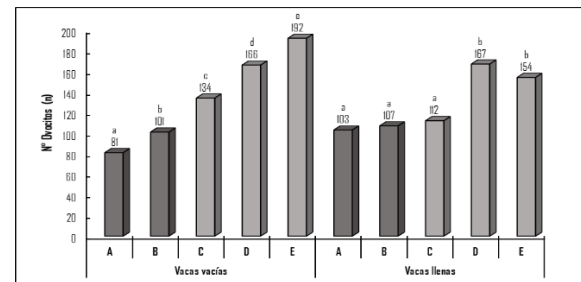


Tabla 3.2

¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..2

Distribución de ovocitos por categoría según el estado reproductivo de las vacas faenadas en el camal de Quicapata. Ayacucho

Estado reproductivo	n (vacas)	Categorías de ovocitos				
		Excelente (A)	Bueno (B)	Regular (C)	Malo (D)	Pésimo (E)
<u>Vacas Preñadas</u>		$2.06^a \pm$	$2.14^a \pm$	$2.24^a \pm$	$3.34^a \pm$	$3.08^a \pm$
Promedio \pm	50	1.549	1.471	1.451	1.768	1.563
DE n		103/643	107/643	112/643	167/643	154/643
ovocitos (%)		(16%)	(17%)	(17%)	(26%)	(24%)
<u>Vacas vacías</u>		$1.62^a \pm$	$2.02^a \pm$	$2.68^a \pm$	$3.32^a \pm$	$3.84^a \pm$
Promedio \pm	50	1.497	1.220	1.647	2.180	1.754
DE n		81/674	101/674	134/674	166/674	192/674
ovocitos (%)		(12%)	(15%)	(20%)	(25%)	(28%)
TOTAL	100	1.84 ± 1.523 184	$2.08 \pm$ 1.345	$2.44 \pm$ 1.549	$3.33 \pm$ 1.974	$3.46 \pm$ 1.658
			208	246	333	346

^{a,b} Letras diferentes en la columna indican diferencia estadística significativa a la prueba estadística de la U de Mann-Whitney.

En la Tabla 3.2 se puede observar que no existe diferencia estadística entre las medias del rendimiento individual de cada una de las cinco categorías entre los grupos preñadas y vacías.

Los resultados del presente trabajo son superiores a Rodríguez (2013) quien reportó

¹ Escuela Profesional de Medicina Veterinaria, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga- Perú.
Tesisista¹ Asesor²

1,2±0,4; 1,8±0,6; 1,5±1,3; 1,3±0,9 y 0,6±0,4 para las categorías A, B, C, D y E, respectivamente; probablemente el autor ha trabajado con diferentes tipos raciales de vacas (Frisona, Rubia Gallega y el colectivo “cruces”) quienes han vivido en distintas condiciones ambientales por lo que existiría amplia variabilidad, en la misma línea, la obtención de ovocitos podría haber sido en diferentes estadios, así también podría influir los detalles en cada una de las técnicas utilizadas. Así también, según Alvarado (2017), la calidad del ovocito puede ser afectada según categoría y condición corporal ya que puede estar relacionado con el nivel de energía en la dieta, por tanto, las vacas de condición corporal ≤ 2 tienen menos folículos en desarrollo durante la fase lútea del ciclo estral y tienden a producir menos durante la fase folicular que las vacas con condición corporal ≥ 3 (Dorice et al., 2019).

Por otro lado, el resultado del presente trabajo fue similar a Sulca (2017), quien reportó un promedio de recuperación 2.28 ± 2.02 y 1.41 ± 0.68 de calidad A y B respectivamente. Aunque la autora no evaluó las otras categorías, y no incluyó la edad y las condiciones fisiológicas. Ambos resultados, trabajados con vacas criollas en Ayacucho ratifican el rendimiento de ovocitos producidos según calidad en este tipo de ganado.

El estado fisiológico y nutricional de las vacas puede afectar la calidad de los ovocitos (López-Gatius. 2003). Pues, vacas con extremas condiciones corporales (mal nutridas y/o enfermas) presentan ovocitos de pobre calidad (Bezdíček et al., 2020) Los procesos metabólicos energéticos de los ovocitos influyen en el crecimiento y maduración de los mismos, por ende, afecta la calidad de estos, principalmente los ácidos grasos tienen una participación esencial (D’Occhio et al., 201) En los folículos

se realizan los procesos metabólicos de producción de estradiol y progesterona, y en la hipófisis las gonadotropinas. La calidad del ovocito va a estar dependiente del juego hormonal de estas hormonas. Por tanto, una vaca de baja condición puede tener niveles energéticos no deseados que afectarían el eje hormonal y por ende al folículo – ovocito. En este contexto, las vacas criollas preñadas y vacías probablemente se han mantenido bajo las mismas condiciones medio ambientales y alimenticias. Adicionalmente, Lucy (2001) señaló que los factores como la alimentación, el manejo y el estado de salud general son factores que influyen significativamente en la calidad de los ovocitos.

Para fines prácticos, en la biotecnología reproductiva, se ha seleccionado los ovocitos en grupo de viables (A+B) y grupo no viables (C+D+E) (Tabla 3.3).

Tabla 3.3

Rendimiento de la calidad de ovocitos de folículos antrales según el estado reproductivo en vacas criollas faenadas en el matadero de Quicapata – Ayacucho

Estado reproductivo	n (vacas)	VIABLES (A+B)		NO VIABLES (C+D+E)	
		Prom ± DE	n ovocitos (%)	Prom. ± DE	n ovocitos (%)
Vacas Preñadas	50	4.20 ^a ± 2.44	210(32.7)	8.66 ^a ± 2.67	433(67.3)
Vacas vacías	50	3.64 ^a ± 2.00	182(27)	9.84 ^a ± 3.58	492(73)
TOTAL	100	3.92 ± 2.23		9.25 ± 3.13	

^{a,b} Letras diferentes en la columna indican diferencia estadística significativa a la prueba estadística de la U de Mann-Whitney.

En la Tabla 3.3 se muestra que no existe diferencia significativa entre las medias de los ovocitos viables (A+B) de los grupos de vacas preñadas y vacas vacías, en las vacas preñadas se obtuvo una media de 4.20 ± 2.44 , y en las vacas vacías 3.64 ± 2.00 . Por otro lado, se obtuvo una media de 8.66 ± 2.67 y 9.84 ± 3.58 en vacas preñadas y vacías respectivamente, para los ovocitos no viables (C+D+E).

¹ Escuela Profesional de Medicina Veterinaria, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga- Perú. Tesisista¹ Asesor²

De las tasas correspondientes para ovocitos viables (A+B), se obtuvieron en las vacas preñadas un 32.7% y en las vacas vacías un 27%. Por otro lado, para los ovocitos no viables se obtuvieron tasas de 67.3% y 73% para las vacas preñadas y vacías respectivamente. Berg et al. (2006), encontró que las vacas preñadas presentan ovocitos de mejor calidad en comparación con las vacas vacías, guardando relación con nuestros resultados obtenidos, donde las vacas preñadas presentaron un mayor porcentaje de ovocitos viables.

Los datos fueron inferiores a los reportados por Tinco (2021) quien trabajando en vacas de condición corporal moderada (2-2.5), encontró $3,94 \pm 0,18$ de ovocitos viables (A+B) en un ovario por lo que inferimos que en una pareja de ovarios ha sido el doble (7.88 ovocitos). Probablemente los autores han escogido los ovarios funcionales y/o las vacas criollas en Abancay han estado óptimas condiciones alimentarias indicando que la condición corporal juega un rol importante en la calidad ovocitaria. En los folículos se realizan los procesos metabólicos de producción de estradiol y progesterona, y en la hipófisis las gonadotropinas. La calidad del ovocito va a estar dependiente del juego hormonal de estas hormonas. Por tanto, una vaca de baja condición puede tener niveles energéticos no deseados que afectarían el eje hormonal y por ende al folículo – ovocito (De Andrade et. al., 2021).

Aunque en las Tablas 3.1. y 3.2 se muestra que no existe diferencia estadística entre las medias de los ovocitos del grupo de vacas preñadas y de las vacas vacías, encontramos que los resultados en cantidad y porcentaje existe superioridad a favor de los ovocitos recuperados a partir de las vacas preñadas. Estas vacas si bien presentan un feto que demanda energía, proteína y minerales entre otros componentes (Abdelatty et al., 2018),

suelen tener ovocitos con mejor calidad en comparación con las vacas vacías (Berg et al., 2006), lo cual es consistente con nuestros resultados obtenidos, donde las vacas preñadas presentaron mayor cantidad de ovocitos viables. La presencia de más ovocitos en las vacas preñadas en comparación con las vacías puede atribuirse a los cambios hormonales y fisiológicos asociados con la gestación, en particular al papel de la progesterona y el cuerpo lúteo (CL). Si bien la progesterona tiene funciones anabólicas, su influencia en la calidad y cantidad de ovocitos es compleja y varía según el estado reproductivo de la vaca. Así, el CL en las vacas preñadas produce niveles significativamente más altos de progesterona, lo que es crucial para mantener el embarazo y apoyar el desarrollo embrionario (Sanchez & Moura, 2016), lo cual por su función anabólica podría influir en el mayor número de ovocitos viables en vacas preñadas.

3.3. Comparación del peso de los ovarios sobre el rendimiento total y la calidad de los ovocitos recuperados según el estado reproductivo

Con respecto al peso de los ovarios, las vacas vacías presentaron un peso promedio de 6.494 g. para el ovario izquierdo y 5.402 g. para el ovario derecho. De igual manera, en las vacas preñadas se presentó un peso promedio de 6.636 g. para el ovario izquierdo y 6.218 g. para el ovario derecho.

Los pesos se compararon en dos aspectos: El rendimiento total con la cantidad total de ovocitos recuperados con la técnica de aspiración y la calidad de los ovocitos viables de las categorías A+B, los cuales bien podrían utilizarse en técnicas de reproducción asistida.

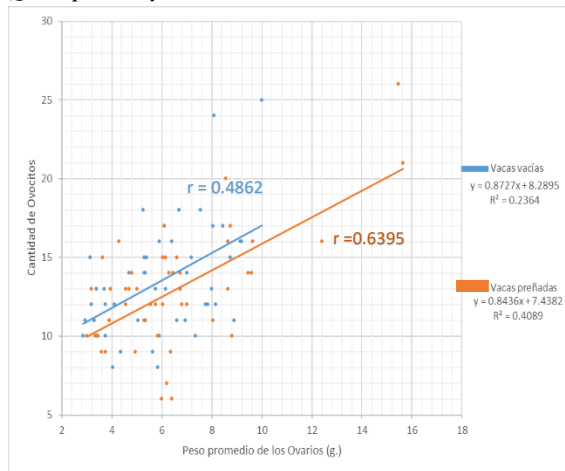
El peso obtenido de los ovarios de las vacas criollas en nuestro estudio guarda similitud con el peso reportado por Gonzales et., al. (2017),

¹ Escuela Profesional de Medicina Veterinaria, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga- Perú.
Tesisista¹ Asesor²

quien en ovarios sin cuerpos luteos de hembras bovinas cebuinas faenadas en un matadero en Córdova, Colombia, obtiene pesos de 6.4 ± 4.6 g. en vacas gestantes y 6.3 ± 3.8 g. en vacas no gestantes.

Figura 3.2

Comparación entre el peso ovárico (g.) y el rendimiento total de ovocitos colectados de las vacas vacías y Preñadas, faenadas en el matadero de Quicapata. Ayacucho-2024



De la Figura 3.2 y la Tabla 3.4, el coeficiente de correlación entre el peso promedio del ovario (g) y la cantidad total de ovocitos colectados de las vacas vacías es de 0.4862 lo cual corresponde a una correlación positiva moderada. Mientras que para vacas criollas preñadas es de 0.6395 lo cual corresponde a una correlación positiva moderada entre ambas variables.

Así también, los resultados indican que la relación entre el peso del ovario y la cantidad total de ovocitos en vacas vacías presenta un coeficiente de determinación (R^2) de 0.2364, lo que sugiere que solo el 23.64% de la variabilidad en la cantidad de ovocitos puede ser explicada por el peso del ovario. Esto indica que, si bien existe una relación, hay otros factores importantes que influyen en la cantidad de ovocitos que no están siendo considerados en este modelo de regresión lineal simple.

Santos et al. (2004), encontraron que a mayor peso ovárico se asocia mayor número de

fóliculos y mayor producción de ovocitos. Esto es consistente con los resultados del presente estudio, donde el mayor peso ovárico se asocia con mayor rendimiento ovocitario. Adicionalmente, Ginther (1992), menciona que el tamaño y la actividad ovárica pueden influir en la capacidad de producción ovocitaria de las vacas. Los resultados de este estudio respaldan esta lógica, mostrando correlación positiva entre el peso de los ovarios y el número de ovocitos.

De otro lado para el caso de vacas preñadas, el análisis de la relación entre el peso del ovario y la cantidad total de ovocitos mostró un coeficiente de determinación (R^2) de 0.4089, indicando que el 40.89% de la variabilidad en la cantidad de ovocitos puede ser explicada por el peso del ovario, esto indica una relación más fuerte, sin embargo, dado que el R^2 no es cercano a 1, deberían considerarse otros factores que influirían en el rendimiento.

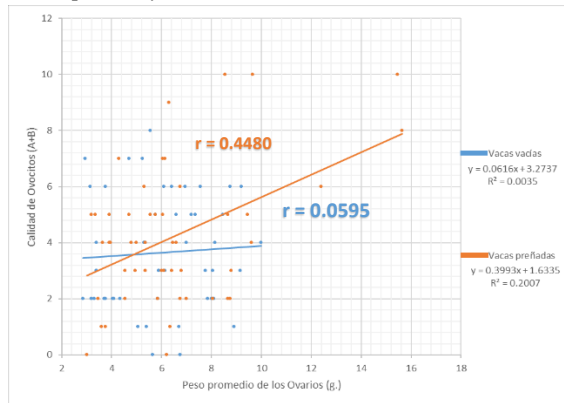
De acuerdo con Lucy et al. (2014), el peso de los ovarios puede estar relacionado directamente con la actividad folicular y la capacidad de respuesta ovárica, lo cual puede explicar la mayor correlación observada. También, Smith et al. (2004) encontraron una relación positiva entre el peso ovárico y la eficiencia reproductiva, sugiriendo que las vacas con mayor peso ovárico presentan mayor capacidad para producir ovocitos viables. Este estudio respalda la correlación moderada a fuerte entre el peso ovárico y el número de ovocitos en vacas preñadas. A priori, parece fácilmente justificable, ya que si en el macho una mayor circunferencia escrotal se relaciona con mayor cantidad y calidad de los espermatozoides (Gipson et al., 1985). Una situación similar debería producirse con los ovarios de mayor tamaño. En adición, Diskin et al. (2006), mencionan que los factores nutricionales, manejo y el estado de salud general de las vacas

¹ Escuela Profesional de Medicina Veterinaria, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga- Perú. Tesisista¹ Asesor²

pueden influir en la producción y calidad de los ovocitos, en una correlación positiva.

Figura 3.3

Comparación entre la calidad de ovocitos colectados de las categorías A y B, y el peso ovárico (g.) de las vacas vacías y Preñadas, faenadas en el matadero de Quicapata. Ayacucho-2024



De la Figura 3.2 y la Tabla 3.4, el coeficiente de correlación entre el peso ovárico promedio (g.) y la calidad de ovocitos de la categoría viables (A+B), se tiene en las vacas vacías un coeficiente de correlación positiva muy baja de 0.0595, mientras en las vacas preñadas es 0.4480 lo cual corresponde a una correlación positiva moderada.

Así también, los resultados indican que la relación entre el peso ovárico y la calidad de ovocitos de la categoría viables en las vacas vacías, presenta un coeficiente de determinación de 0.0035, lo que sugiere que solo el 0.35% de la variabilidad en la cantidad de ovocitos puede ser explicada por el peso del ovario. Esto indica que, si bien existe una relación muy baja, existen otros factores que influirían en la calidad de ovocitos que no están siendo considerados en este modelo de regresión lineal simple.

Para el análisis de las vacas preñadas, se muestra una relación entre el peso del ovario y la calidad de ovocitos con un coeficiente de determinación (R²) de 0.2007, indicándose que el 20.07% de la variabilidad en la calidad de los ovocitos puede ser explicada por el peso del ovario.

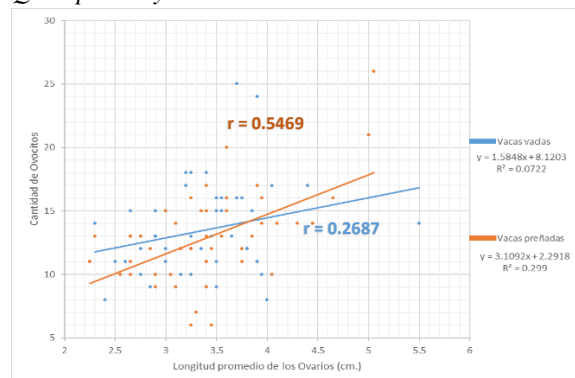
3.4. Comparación del tamaño de los ovarios sobre el rendimiento total y la calidad de las vacas criollas faenadas según el estado reproductivo

Con respecto al tamaño de los ovarios, se obtuvo en las vacas vacías una longitud promedio de 3.304 cm. para el ovario izquierdo y 3.460 cm. para el ovario derecho. De la misma manera, la longitud promedio de vacas preñadas presenta una longitud promedio de 3.446 cm. para el ovario izquierdo y 3.352 g. para el ovario derecho.

Trabajos como Gomes et al. (2006) clasifican los ovarios de vacas cebú en pequeños (1.0 a 2.4 cm), medianos (2.5 a 3.5 cm) y grandes (3.6 a 5.5 cm), reportando presencia de ovarios pequeños y medianos en novillas, mientras, las vacas presentan ovarios medianos y grandes. En este contexto, nuestros resultados muestran similitud al compararlos con los ovarios medianos.

Figura 3.4

Comparación entre la longitud ovárica (cm.) y la cantidad total de ovocitos colectados de las vacas vacías y Preñadas, faenadas en el matadero de Quicapata. Ayacucho-2024



De la Figura 3.4 y la Tabla 3.4, el coeficiente de correlación entre la cantidad total de ovocitos y la longitud ovárica promedio (cm.) de las vacas vacías y preñadas, se tiene existencia de regresión con coeficiente de correlación positiva débil de 0.2687 para el número total de ovocitos a influencia de la longitud ovárica promedio de las vacas vacías. En el mismo sentido, existe

¹ Escuela Profesional de Medicina Veterinaria, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga- Perú. Tesista¹ Asesor²

regresión con un coeficiente de correlación moderada de 0.5469 para el número total de ovocitos a influencia de la longitud ovárica de las vacas preñadas. Este coeficiente de correlación sugiere un factor importante en la capacidad reproductiva de las vacas preñadas. La literatura sugiere que otros factores como la nutrición, manejo y variabilidad individual también influye significativamente.

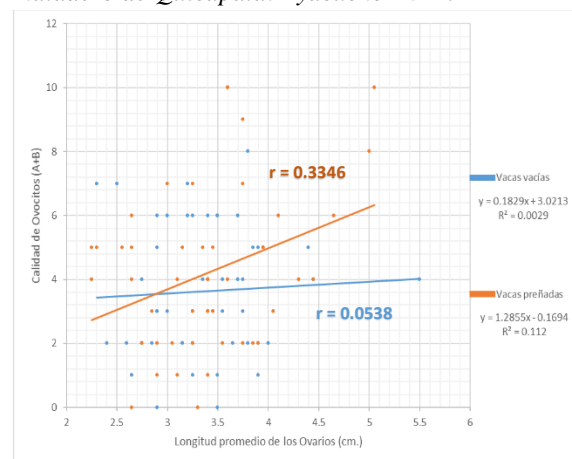
Así también, los resultados indican que la relación entre la longitud promedio (cm.) de los ovarios y la cantidad total de ovocitos en las vacas vacías, presenta un coeficiente de determinación de 0.0722, indicando que sólo el 7.2% de la variabilidad en la cantidad de ovocitos puede ser explicada por la longitud del ovario. Esto indica que, si bien existe correlación, existen otros factores importantes que influyen en la cantidad de ovocitos que no han sido considerados en este modelo de regresión lineal simple. En síntesis, aunque existe una correlación positiva débil entre el tamaño de los ovarios y el rendimiento en términos del número de ovocitos, la relación es débil y la variabilidad del rendimiento no se explica en gran medida por el tamaño de los ovarios. Otros factores pueden influir en el rendimiento y deberían ser investigados para tener una mayor comprensión. Según Menchaca et al. (2017), varios factores pueden influir en la producción ovárica, incluyendo el estado nutricional y el manejo reproductivo, lo que podría explicar la baja correlación observada.

De otro lado para el caso de vacas preñadas, el análisis de la relación entre la longitud del ovario y la cantidad total de ovocitos mostró un coeficiente de determinación (R^2) de 0.299, indicando que el 29.9% de la variabilidad en el rendimiento o en la cantidad de ovocitos puede ser explicada por la longitud del ovario. En suma, la correlación moderada a fuerte entre el

tamaño de los ovarios y el rendimiento en términos del número de ovocitos sugiere que el tamaño de los ovarios es un factor importante en la capacidad reproductiva de las vacas preñadas. La literatura sugiere que otros factores como la nutrición, el manejo y la variabilidad individual son influyen significativamente. Adicionalmente, Lucy (2001) menciona que las características fisiológicas, como el tamaño de los ovarios, influyen en la capacidad reproductiva y el rendimiento ovocitario. Esto concuerda con nuestros resultados, donde a mayor tamaño de ovarios se asocia un mayor número de ovocitos. En el mismo sentido, Allen y Bradford (2007) discuten la importancia de una buena nutrición y manejo para el desarrollo y funcionamiento óptimo del sistema reproductivo en el ganado. Esto indicaría que la cantidad de ovocitos en las vacas preñadas puede estar influenciada por las prácticas de manejo que optimizan el crecimiento y desarrollo de los ovarios. Aunque también es importante indicar que existen variables intrínsecas como la genética y la reserva ovárica de las vacas que también influye en la cantidad de ovocitos (Mossa & Evans, 2023).

Figura 3.5

Comparación entre la longitud ovárica (cm) y la calidad de ovocitos colectados de las categorías A y B, de las vacas vacías y Preñadas, faenadas en el matadero de Quicapata. Ayacucho-2024.



¹ Escuela Profesional de Medicina Veterinaria, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga- Perú.
Tesisista¹ Asesor²

De la Figura 3.5 y la Tabla 3.4, el coeficiente de correlación entre la calidad de ovocitos de las categorías A y B, y la longitud ovárica promedio (g.) de las vacas vacías y preñadas, se tiene para ambos estados reproductivos una baja existencia de regresión, con coeficiente de correlación positiva muy baja de 0.0538 y correlación débil de 0.3346 para la calidad de los ovocitos de las vacas vacías y vacas preñadas respectivamente a influencia de la longitud ovárica. promedio.

Así también, los resultados indican que la relación entre la longitud promedio (cm.) de los ovarios y la calidad de ovocitos de la categoría viables en vacas vacías, presenta un coeficiente de determinación de 0.0029, lo que sugiere que solo el 0.29% de la variabilidad en la cantidad de ovocitos puede ser explicada por longitud del ovario. Esto indica que, si bien existe una relación muy baja, existen otros factores de mayor importancia que influyen en la calidad de los ovocitos que no están siendo considerados en este modelo de regresión lineal simple. En conclusión, la correlación casi nula entre el tamaño de los ovarios y la calidad A+B observada en vacas criollas vacías sugiere que el tamaño ovárico no es un factor determinante para la calidad de los ovocitos en estas condiciones. La literatura existente respalda la idea de que otros factores, como la nutrición, las condiciones de manejo, y los factores genéticos y fisiológicos, juegan un papel más significativo en la calidad ovocitaria. Adicionalmente, Dobson et al. (2008) señalan factores como el estrés y las condiciones ambientales tienen impacto significativo en la reproducción de las vacas, a veces más que las características físicas como el tamaño de los ovarios. Así mismo, Diskin y Morris (2008) discuten cómo la genética y la fisiología del individuo pueden influir en la calidad de los ovocitos, independientemente del tamaño ovárico. Este

enunciado explicaría la baja correlación en nuestro estudio. Por otro lado, Butler (2000) menciona que la nutrición juega un papel crucial en la calidad de los ovocitos y la fertilidad en general.

De otro lado para el caso de vacas preñadas, el análisis de la relación entre la longitud del ovario y la calidad total de ovocitos mostró un coeficiente de determinación (R^2) de 0.112, indicando que el 11.2% de la variabilidad en la calidad de ovocitos puede ser explicada por la longitud del ovario. La correlación moderada entre el tamaño de los ovarios y la calidad de los ovocitos en vacas criollas preñadas indica que, aunque existe una relación positiva, el tamaño ovárico por sí solo no es un predictor fuerte de la calidad ovocitaria. La combinación de factores nutricionales, ambientales y genéticos optimizan la reproducción en bovinos, además de la gestión integral de la salud y el bienestar del ganado, son esenciales en la calidad ovocitaria y por tanto en la eficiencia reproductiva. Los resultados obtenidos se alinean parcialmente con estudios previos donde se ha demostrado que ciertos factores anatómicos, como el tamaño ovárico influyen en la calidad y cantidad de los ovocitos recuperados (Lonergan et al., 2007; Santos et al., 2004). Sin embargo, la baja correlación sugiere que otros factores tienen un mayor impacto en la calidad ovocitaria. Por otro lado, Dobson et al. (2008) y Santos et al. (2004) demostraron que la interacción entre factores genéticos y fisiológicos también desempeña un papel crucial en la calidad de los ovocitos. Esto sugiere que el tamaño de los ovarios, aunque relevante, es sólo un factor menor en un conjunto más amplio de factores que deben ser considerados en la eficiencia reproductiva.

¹ Escuela Profesional de Medicina Veterinaria, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga - Perú.
Tesisista¹ Asesor²

3.5. Análisis multivariado del peso y tamaño de los ovarios de las vacas criollas faenadas según el estado reproductivo

Tabla 3.4

Resultado de significancia del coeficiente de correlación, presentando las características ováricas en evaluación de las vacas vacías y Preñadas, faenadas en el matadero de Quicapata. Ayacucho-2024

Características ováricas	Estado reproductivo			
	Vacías		Preñadas	
	Cantidad total de ovocitos	Calidad de ovocitos (A+B)	Cantidad total de ovocitos	Calidad de ovocitos (A+B)
Peso promedio del ovario	0.4862	0.0595	0.6395	0.4480
Longitud promedio del ovario	0.2687	0.0538	0.5469	0.3346
Coefficiente de correlación múltiple de Peso y longitud promedio del ovario	0.4871	0.0657	0.6399	0.4537
Coefficiente de determinación R ² de Peso y longitud promedio del ovario	0.2373	0.0043	0.4095	0.2058

Fuente: Base de datos obtenidos del trabajo de tesis.

De la Tabla 3.4, se muestran los coeficientes de correlación de la cantidad y calidad de los ovocitos a razón del peso y longitud ovárica de las vacas vacías y preñadas, mismos resultados descritos anteriormente en las secciones 3.3 y 3.4.

Con el objetivo de mejorar la estimación y exactitud en la predicción de la cantidad y calidad de los ovocitos, se empleó una regresión multivariante del peso y la longitud ovárica.

Para la cantidad total de ovocitos de las vacas vacías, el análisis multivariado muestra existencia de regresión a razón del peso y longitud ovárico promedio, con un coeficiente de correlación positiva moderada de 0.4871. De manera similar, para la cantidad de ovocitos de las vacas preñadas, el análisis multivariado muestra existencia de regresión a razón del peso y longitud ovárico promedio, aunque con un coeficiente de correlación positiva muy baja de 0.1869.

Para la calidad de ovocitos (categorías A y B) de las vacas vacías, el análisis multivariado no muestra existencia de regresión a razón del peso y longitud ovárico promedio, con un coeficiente de correlación positiva muy baja de 0.0657. Del mismo modo, para la calidad de ovocitos categorías (A y B) de las vacas preñadas, el análisis multivariado tampoco muestra existencia de regresión a razón del peso y longitud ovárico promedio, con un coeficiente de correlación positiva muy baja de 0.0640. En la misma línea el coeficiente de determinación de 0.0043 infiere que la calidad de ovocitos sólo es atribuida a los factores peso ovárico y longitud ovárica en un 0.43%.

CONCLUSIONES

1. Según el estado reproductivo, la cantidad de ovocitos obtenidos en vacas preñadas fue similar al de vacas vacías, con 12.86 ± 3.625 y 13.48 ± 3.48 ovocitos respectivamente.
2. La calidad de ovocitos según el estado reproductivo en vacas criollas, no mostró diferencia significativa entre el grupo de preñadas y vacías. Así, se obtuvo 4.20 ± 2.449 y 3.64 ± 2.008 para ovocitos viables, y 8.66 ± 2.670 y 9.84 ± 3.582 para no viables
3. El peso de los ovarios en las vacas criollas preñadas condiciona moderadamente el rendimiento de la calidad de los ovocitos recuperados ($R^2=0.2007$); mientras que el peso de los ovarios en vacas criollas vacías condiciona levemente el rendimiento de la calidad de los ovocitos recuperados ($R^2=0.0035$).
4. La longitud ovárica no es un factor determinante para el rendimiento de la calidad de ovocitos tanto en vacas criollas preñadas y vacías, así los resultados fueron: ($R^2=0.0538$) y ($R^2=0.3346$) respectivamente.

¹ Escuela Profesional de Medicina Veterinaria, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga- Perú.
Tesis¹ Asesor²

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdelatty, A. M., Iwaniuk, M. E., Potts, S. B., & Gad, A. (2018). Influence of maternal nutrition and heat stress on bovine oocyte and embryo development. *International Journal of Veterinary Science and Medicine*, 6(Suppl), S1-S5.
- Allen, M. S., & Bradford, B. J. (2007). The relationships between reproductive performance and nutrition in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 90(Suppl 1), E99-E109. <https://doi.org/10.3168/jds.2006-650>
- Alvarado, J.M. . (2017). *Evaluación de la calidad de ovocitos provenientes de vaconas criollas y ovarios de matadero. "Tesis previa a la obtención del título de Magister en Reproducción animal"*. Cuen. Cuenca, Ecuador.: Universidad de Cuenca Facultad de Ciencias Agropecuarias, universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias Agropecuarias.
- Bezdíček, J., Nesvadbová, A., Makarevich, A. y Kubovičová, E. (2020). Relationship between the animal body condition and reproduction: The biotechnological aspects. *Archives Animal Breeding*, 63(1), 203–209. <https://doi.org/10.5194/aab-63-203-2020>.
- Butler, W. R. (2000). Nutritional interactions with reproductive performance in dairy cattle. *Animal Reproduction Science*, 60-61, 449-457. [https://doi.org/10.1016/S0378-4320\(00\)00076-2](https://doi.org/10.1016/S0378-4320(00)00076-2)
- De Andrade Melo-Sterza F, Poehland R. (2021). *Lipid Metabolism in Bovine Oocytes and Early Embryos under In Vivo, In Vitro, and Stress Conditions*. *Int J Mol Sci*. Mar 26;22(7):3421. [https://doi:10.3390/ijms22073421](https://doi.org/10.3390/ijms22073421)
- Diskin, M. G., & Morris, D. G. (2008). Embryo loss, early embryonic death and the formulation of fertilization rates in cattle. *Reproduction, Fertility and Development*, 20(1), 1-10. <https://doi.org/10.1071/RD07148>
- Dobson, H., Smith, R. F., Royal, M. D., Knight, C. H., & Sheldon, I. M. (2008). The high-producing dairy cow and its reproductive performance. *Reproduction in Domestic Animals*, 43(Suppl 2), 17-23. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0531.2008.01148.x>
- Dorice AK, Ferdinand N, Justin K, Augustave K, Linda KK. (2019). Effects of Breed, Age, Body Condition Score, and Nutritional Status on Follicular Population, Oocyte Yield, and Quality in Three Cameroonian Zebu Cattle *Bos indicus*. *Adv Agric.*:1–15.
- Ginther, O. J. (1992). *Reproductive biology of the mare: Basic and applied aspects*. Equiservices Publishing.
- Ginther, O.J; Knopf, L; Kastelic, J.P. 1989b. Temporal associations among ovarian events in cattle during oestrous cycles with two and three follicular waves. *J Reprod Fertil.*, 87:223-230
- Gipson, T., Vogt, D., Massey, J., Eilersieck, M., (1985). . *Associations of scrotal circumference with semen traits in young beef bulls*. *Theriogenology*, 24, 217-225.
- Gutiérrez, K., Arteaga, A., & Ramírez, M. (2011). Influencia de factores ambientales en la reproducción de bovinos en climas tropicales. *Revista de Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 63(2), 137-145.

- Hafez, B. (2002). *Reproducción e inseminación artificial en animales*. México: MC Graw Hill.
- Hansen, M. (2002). Recuperación de ovarios colección y maduración de ovocitos (COCs). Universidad de Florida. Department. Of animal science. Traducido Mayo 2007 por Luis A Dávila.
- Kawasaki, Y., Hishunuma, M., Oura, R., Sekine, J.,. (1999). *In Vitro* Maturation and Fertilization of Bovine Follicular Oocytes with Various Morphologies. *Bulletin of the Faculty of Agriculture, Tottori University*, 52, 67-73.
- Lonergan, P., Fair, T., Corcoran, D., & Evans, A. C. (2007). Effect of culture environment on gene expression and developmental characteristics in IVF-derived embryos. *Theriogenology*, 68(Suppl 1), S99-S109. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2007.04.037>
- López-Gatius, F. (2003). Is fertility declining in dairy cattle? A retrospective study in northeastern Spain. *Theriogenology*, 60(1), 89-99. [https://doi.org/10.1016/S0093-691X\(02\)01359-3](https://doi.org/10.1016/S0093-691X(02)01359-3)
- Lucy, M. C. (2001). Reproductive loss in high-producing dairy cattle: where will it end? *Journal of Dairy Science*, 84(6), 1277-1293. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(01\)70158-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(01)70158-0)
- Lucy, M. C., McDougall, S., & Nation, D. P. (2014). The reproductive performance of lactating dairy cows: a review. *Animal Production Science*, 54(12), 27-47. <https://doi.org/10.1071/AN13286>
- Mastromonaco, G.F.; Gonzalez, A.L. 2020. Reproduction in female wild cattle: Influence of seasonality on ARTs. *Theriogenology* 150: 396-404.
- Menchaca, A., Miller, V., & Salveraglio, V. (2017). Reproductive performance and management of sheep and cattle in South America. *Animal Reproduction*, 14(1), 31-38. <https://doi.org/10.21451/1984-3143-AR904>
- Mossa, F., & Evans, A. (2023). Review: The ovarian follicular reserve - Implications for fertility in ruminants. *Animal*, 17(Suppl 1), Article 100744. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2023.100744>
- Pierson, R. A., & Ginther, O. J. (1988). Follicular populations during the estrous cycle in heifers. *Theriogenology*, 30(6), 1231-1236.
- Rodríguez, Z.A. (2013). *Optimización del método de recuperación de ovocitos para la fecundación in vitro* (Doctoral dissertation, Universidade de Santiago de Compostela). *Biol Reprod.*, 62: 206-213.
- Rosemberg, B. M. (2000). *Producción de ganado vacuno de carne y de doble propósito*. Universidad Nacional Agraria la Molina. Primera edición mayo 2000 -CONCYTEC
- Sanchez DJD., & Moura AA. (2016). Protein profile in corpus luteum during pregnancy in cows. *Animal reproduction*, 14(1):200-200.
- Santos, J. E. P., Thatcher, W. W., Chebel, R. C., Cerri, R. L. A., & Galvão, K. N. (2004). The effect of embryonic death rates in cattle on the efficacy of estrus synchronization programs. *Animal Reproduction Science*, 82-83, 513-535. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2004.04.015>
- Santos, J. E. P., Thatcher, W. W., Pool, L., & Overton, M. W. (2007). Effect of human chorionic gonadotropin on luteal function and reproductive performance of high-

producing lactating dairy cows. *Journal of Animal Science*, 82(4), 1271-1281.
<https://doi.org/10.2527/2004.8241271x>

Smith, M. F., Ricke, W. A., Bakke, L. J., Dow, M. P., & Smith, G. W. (2004). Ovarian follicle development and the corpus luteum. In M. T. Zavy & R. D. Geisert (Eds.), *Embryonic Mortality in Domestic Species* (pp. 67-80). CRC Press.
<https://doi.org/10.1201/9780203024341.ch5>

Sulca, L. (2017). Viabilidad post descongelación de ovocitos en bovinos criollos según diámetro folicular Ayacucho 2750 msnm – 2016, Tesis de grado. Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga

Tinco, S. J. (2021) *Cantidad, calidad y estado nuclear de ovocitos aspirados según condición corporal de vacas criollas faenadas en el Matadero Municipal de Abancay*. Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac.