



Esta obra está bajo una

[Licencia Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

[Atribución - 4.0 Internacional \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Vea una copia de esta licencia en

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>





**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA**  
ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA

Tesis

# **Sincronización del celo en cuyes (*Cavia porcellus*) y su evaluación citológica**

Para optar el título profesional de Médico Veterinario

**Autor:**

Lidia Katherine Trujillo Coral  
<https://orcid.org/0009-0002-2901-859X>

**Asesor:**

M.V. M.Sc. Alicia María López Flores  
<https://orcid.org/0000-0002-4679-6353>

**Tarapoto, Perú**

**2025**



**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA**  
ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA

Tesis

## **Sincronización del celo en cuyes (*Cavia porcellus*) y su evaluación citológica**

**Para optar el título profesional de Médico Veterinario**

**Autor:**

Lidia Katherine Trujillo Coral

Sustentado y aprobado el 20 de mayo de 2025, ante el honorable jurado:

**Presidente de Jurado**  
Ing. Zoot. M.Sc. Zulema Rojas  
Vásquez

**Secretario de Jurado**  
M.V. M.Sc. Víctor Humberto  
Puicón Niño de Guzmán

**Vocal de Jurado**  
M.V. M.Sc. Walter Julian Gutiérrez  
Arce

**Asesor**  
MV. M.Sc. Alicia María López  
Flores

Tarapoto, Perú

2025



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN CONDUCENTES A GRADOS Y TÍTULOS N° 012-2025

Jurado reconocido con Resolución de Consejo de Facultad N° 378-2023-UNSM/FCA/CF

A las 08:00 horas, del día 20 de mayo del 2025, en los ambientes del Auditorio de la Facultad de Medicina Veterinaria – Fundo Miraflores, inicio el acto público de sustentación del trabajo de investigación "Sincronización del celo en cuyes (Cavia porcellus) y su evaluación citológica" para optar el título profesional de MÉDICO VETERINARIO, presentado por la bachiller LIDIA KATHERINE TRUJILLO CORAL, con la asesoría de la MV. M.Sc. Alicia María López Flores.

Instalada la Mesa Directiva conformada por la Ing. Zoot. M.Sc. Zulema Rojas Vásquez (presidente del jurado), MV. M.Sc. Victor Humberto Pulcon Niño de Guzmán (secretario), MCs. MV. Walter Julián Gutiérrez Arce (vocal) y acompañado por la MV. M.Sc. Alicia María López Flores (asesora); el presidente de jurado dirigió brevemente unas palabras y a continuación el secretario dio lectura a la Resolución de Consejo de Facultad N° 038-2024-UNSM/FCA/CF.

Seguidamente el autor expuso el trabajo de investigación y el jurado realizó las preguntas pertinentes, respondidas por el sustentante y eventualmente, con la venia del jurado, por el asesor.

Una vez terminada la ronda de preguntas, el jurado procedió a deliberar para determinar la calificación final, para lo cual dispuso un receso de quince (15) minutos, con participación del asesor con voz, pero sin voto, sin la presencia del sustentante y otros participantes del acto público.

Luego de aplicar los criterios de calificación con estricta observancia del principio de objetividad y de acuerdo con los puntajes en escala vigesimal (de 0 a 20), según el Anexo 4.2 del RG – CTI, la nota de sustentación otorgada resultante del promedio aritmético de los calificativos emitidos por cada uno de los miembros del jurado fue QUINCE (15).

De acuerdo con el Artículo 40° del RG – CTI, la nota obtenida es QUINCE y correspondiente a la calificación de BUENO. Leído este resultado en presencia de todos los participantes del acto de sustentación, el secretario dio lectura a las observaciones subsanables al informe final que el autor deberá corregir y alcanzar al jurado en un plazo máximo de treinta (30) días calendario.

Se deja constancia que la presente acta se inscribe en el Libro de Sustentaciones N° 001-2025, de la Escuela profesional de Medicina Veterinaria.

Firman los integrantes de la Mesa Directiva y el autor del trabajo de investigación en señal de conformidad, dando por concluido el acto a las ..... horas, el mismo día 20 de mayo del 2025.

Signatures and names of: Ing. Zoot. M.Sc. Zulema Rojas Vásquez (PRESIDENTE), MV. M.Sc. Victor Humberto Pulcon Niño de Guzmán (SECRETARIO), MCs. MV. Walter Julián Gutiérrez Arce (VOCAL), Bach. Lidia Katherine Trujillo Coral (AUTOR), and MV. M.Sc. Alicia María López Flores (ASESOR).

## Declaratoria de autenticidad

**Lidia Katherine Trujillo Coral**, con DNI N° 47154393, egresada de la Escuela Profesional de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional de San Martín, autor de la tesis titulada: **Sincronización del celo en cuyes (*Cavia porcellus*) y su evaluación citológica.**

Declaro bajo juramento que:

1. La redacción fue realizada respetando las citas y referencia de las fuentes bibliográficas consultadas, siguiendo las normas VANCOUVER actuales
2. Toda información que contiene la tesis no ha sido plagiada;
3. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido alterados ni copiados, por tanto, la información de esta investigación debe considerarse como aporte a la realidad investigada.

Por lo antes mencionado, asumo bajo responsabilidad las consecuencias que deriven de mi accionar, sometiéndome a las leyes de nuestro país y normas vigentes de la Universidad Nacional de San Martín.

Tarapoto, 20 de mayo de 2025



---

**Lidia Katherine Trujillo Coral**

DNI N° 47154393

## Ficha de identificación

<p><b>Título:</b> Sincronización del celo en cuyes (<i>Cavia porcellus</i>) y su evaluación citológica</p>	<p><b>Área de investigación:</b> Ciencias Veterinarias  <b>Línea de investigación:</b> Manejo en Fauna silvestre  <b>Sublínea de investigación:</b> Estudio básicos de soporte  <b>Grupo de investigación:</b> Investigaciones en Fauna Silvestre, Resolución N° 430-2023-UNSM/CU-R.  <b>Tipo de investigación:</b>          Básica <input type="checkbox"/>, Aplicada <input checked="" type="checkbox"/>, Desarrollo experimental <input type="checkbox"/></p>
<p><b>Autor:</b> Lidia Katherine Trujillo Coral</p>	<p>Facultad de Medicina Veterinaria          Escuela Profesional de Medicina Veterinaria  <a href="https://orcid.org/0009-0002-2901-859X">https://orcid.org/0009-0002-2901-859X</a></p>
<p><b>Asesor:</b> M.V. M.Sc. Alicia María López Flores</p>	<p><b>Dependencia local de soporte:</b>          Facultad de Medicina Veterinaria          Escuela Profesional de Medicina Veterinaria          Unidad o Laboratorio Medicina Veterinaria  <a href="https://orcid.org/0000-0002-4679-6353">https://orcid.org/0000-0002-4679-6353</a></p>

## Índice general

Ficha de identificación .....	6
Índice general .....	7
Índice de tablas .....	9
Índice de figuras .....	10
RESUMEN .....	11
ABSTRACT .....	12
CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN .....	13
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO .....	14
2.1. Antecedentes de la investigación .....	14
2.2. Fundamentos teóricos .....	15
2.2.1. Fisiología reproductiva del cuy hembra .....	16
CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS .....	25
3.1. Ámbito y condiciones de la investigación .....	25
3.1.1. Periodo de ejecución .....	25
3.1.2. Autorizaciones y permisos .....	25
3.1.3. Control ambiental y protocolos de bioseguridad .....	25
3.1.4. Aplicación de principios éticos internacionales .....	26
3.2. Sistema de variables .....	26
3.2.1. Variables dependientes .....	26
3.2.2. Variables independientes .....	26
3.3. Procedimientos de la investigación .....	26
3.3.1. Diseño de Investigación .....	26
3.3.2. Actividades del objetivo específico 1: Determinar un protocolo de sincronización de hembras cuy bajo las condiciones del trópico .....	26
3.3.3. Actividades del objetivo específico 2: Determinar por citología vaginal el tipo de célula presente en el estro en respuesta al protocolo de sincronización ..	27
3.3.4. Actividades del objetivo específico 3: Evaluar la apertura vaginal como manifestación del celo en las cuyes hembras .....	28

3.3.5. Cálculos estadísticos .....	28
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	29
4.1. Resultado del Objetivo Especifico 1: Determinar un protocolo de sincronización de hembras cuy bajo las condiciones del tropico .....	29
4.2. Resultado del Objetivo Especifico 2: Determinar por citología vaginal el tipo de célula presente en el estro en respuesta al protocolo de sincronización .....	31
4.3. Evaluar la apertura vaginal como manifestación del celo en los cuyes hembras .....	33
CONCLUSIONES .....	35
RECOMENDACIONES.....	36
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	37
ANEXOS .....	43
Anexo 1. Protocolo de Papanicoloau modificado .....	43
Anexo 2. Toma de muestras .....	44
Anexo 3. Aperturas vaginales .....	45
Anexo 4. Cálculos .....	46

## Índice de tablas

Tabla 1 Total, de cuerpos lúteos contabilizados en 96 y 108 horas .....	30
Tabla 2 Diferentes tipos de células presentadas en 48, 72, 96 y 108 .....	32

## Índice de figuras

Figura 1 Análisis macroscópico de membrana oclusiva vaginal de <i>Cavia porcellus</i> entre 15 y 60 días de edad .....	18
Figura 2 Clasificación de células exfoliadas en frotis vaginales .....	23
Figura 3 Ubicación del Centro de Investigación Miraflores (Google map) .....	25
Figura 4 Diseño experimental de la aplicación de la hormona y el muestreo citológico e histológico .....	27
Figura 5 Efecto de la progesterona en el desarrollo folicular después de la ovulación.. .....	29
Figura 6 Morfología ovárica y folicular .....	30
Figura 7 Macroscopía de la membrana oclusiva vaginal.....	33

## RESUMEN

### Sincronización del celo en cuyes (*Cavia porcellus*) y su evaluación citológica

El presente trabajo tuvo como objetivo general la evaluación de la respuesta fisiológica de los cuyes frente a un programa de sincronización bajo las condiciones del trópico de nuestra región, medido esto por citología vaginal. Para ello, nos planteamos los siguientes objetivos específicos: determinar un protocolo de sincronización en cuyes hembras bajo las condiciones del trópico; determinar, por citología vaginal, el tipo de célula presente en el estro como respuesta al protocolo de sincronización y evaluar la apertura vaginal como manifestación del celo en las cuyes hembras. Para esto, se seleccionaron 12 hembras divididas en grupos de cuatro cada uno, a las que se les aplicó 0.22 mg/kg de progesterona (PG) subcutánea por un periodo de 15 días. Transcurrido este periodo, se procedió a sacrificar a los animales con la finalidad de obtener los ovarios y realizar frotis celular; este muestreo se realizó a las 48, 76, 96 y 108 horas posteriores a la última aplicación de PG. Los resultados obtenidos muestran que la hora de ovulación bajo este protocolo de sincronización fue en el periodo de 96-108 horas, siendo la primera ovulación a las 96. La presencia de las células anucleadas a las 96 horas confirma la presencia del celo en estos animales. De igual manera, se evaluó el rompimiento de la membrana vaginal como signo de celo y, en este caso, el 75% de las hembras presentó el rompimiento. Frente a los resultados mostrados, concluimos que las cobayas sí responden a un programa de sincronización con PG vía subcutánea bajo las condiciones del trópico de San Martín.

**Palabras clave:** Descamación celular, celo de cobaya, folículo, cuerpo lúteo, hormona.

## ABSTRACT

Synchronization of heat in guinea pigs (*Cavia porcellus*) and its cytological evaluation

The present work had as its general objective the evaluation of the physiological response of guinea pigs to a synchronization program under the tropical conditions of our region, measured by vaginal cytology. To this end, we set the following specific objectives: determine a synchronization protocol in female guinea pigs under tropical conditions; determine, through vaginal cytology, the type of cell present in estrus as a response to the synchronization protocol and evaluate vaginal opening as a manifestation of estrus in female guinea pigs. For this, 12 females were selected and divided into groups of four each, to which 0.22 mg/kg of subcutaneous progesterone (PG) was applied for a period of 15 days. After this period, the animals were sacrificed to obtain the ovaries and perform cellular smears; this sampling was carried out at 48, 76, 96, and 108 hours after the last PG application. The results obtained show that the time of ovulation under this synchronization protocol was in the period of 96-108 hours, with the first ovulation occurring at 96 hours. The presence of anucleated cells at 96 hours confirms the presence of estrus in these animals. Similarly, the rupture of the vaginal membrane was evaluated as a sign of estrus, and in this case, 75% of the females exhibited the rupture. Given the results shown, we conclude that the guinea pigs do respond to a synchronization program with PG via subcutaneous injection under the conditions of the San Martín tropics.

**Keywords:** Cell shedding, guinea pig estrus, follicle, corpus luteum, hormone.



# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN

Como animal oriundo del Perú, el cuy es una especie que ha servido y sirve como fuente proteica a lo largo de los años para los peruanos. A pesar de que en la región criamos a esta especie, poco sabemos sobre su fisiología reproductiva y las nuevas tecnologías aplicadas para mejorar los parámetros productivos del cuy en nuestra área. En San Martín, la crianza de esta especie generalmente es casera, lo cual ha generado una informalidad en el mercado de consumo, y no existen parámetros productivos establecidos. A nuestra región, el cuy llega por migración del poblador andino, y hoy en día su consumo se ha difundido. Si bien es cierto que no conocemos la cantidad de productores de cuy ni la cantidad de esta especie disponible, sí es cierto que se ha constituido como una fuente proteica en la mesa cotidiana, así como un medio de ingreso y subsistencia por su venta para el poblador sanmartinense.

Se han realizado muchos estudios sobre la fisiología reproductiva de esta especie, especialmente en la costa y sierra de nuestro país, sin contar que es un animal cobayo que se utiliza como modelo para el estudio de diferentes tipos de enfermedades en humanos. El conocimiento de los parámetros biológicos y fisiológicos de los cuyes y su comportamiento reproductivo bajo las condiciones climáticas de nuestra región es fundamental para la crianza y el mantenimiento de estos animales. Con base en lo citado anteriormente, planteamos el siguiente problema: ¿Se obtendrá una respuesta fisiológica a la sincronización del celo en cuyes mediante protocolos de sincronización? En la búsqueda de comprender los aspectos reproductivos de los cuyes, el presente trabajo se propuso como objetivo general determinar el efecto de la progesterona vía subcutánea en la sincronización de celo en hembras de cuy bajo las condiciones del trópico de nuestra región. Para lo cual nos planteamos los siguientes objetivos específicos:

- Evaluar la respuesta ovárica a la progesterona subcutánea mediante la histología del ovario.
- Evaluar, mediante la citología vaginal, la presencia del celo como respuesta a la sincronización de la progesterona subcutánea.
- Evaluar la apertura vaginal como manifestación del celo en las cobayas hembras.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes de la investigación

Aranibar y Echevarría, 2014 (7) tuvieron como objetivo determinar el número promedio de folículos que llegan a ovular en cuyes de las razas Andina y Perú, con el fin de saber si la diferencia en el tamaño de camada entre estas razas se debe, en parte, al número de ovulaciones. Para este trabajo, se utilizó la citología vaginal y la ausencia de la membrana vaginal para determinar el ciclo estral. Se llegó a la conclusión de que en la raza Andina se encontraron  $3.6 \pm 0.9$  cuerpos lúteos y en la raza Perú se hallaron  $2.8 \pm 0.9$  cuerpos lúteos ( $p < 0.05$ ).

Salcedo, 2017 (1) tuvo como objetivo sincronizar el celo en cuyes (*Cavia porcellus*) mediante el uso de la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) y la prostaglandina F2alfa (PGF2 $\alpha$ ), esta última en dos dosis diferentes, y observar su efecto en la tasa de concepción y el tamaño de camada por cuy. Se concluyó que el protocolo de sincronización de celo con la dosis más alta de prostaglandina resulta sumamente útil para los cuyes, debido a su eficiencia y sencillez, ya que su aplicación mejora la performance reproductiva y reduce el intervalo de tiempo de partos de las hembras.

Sadeu *et al.*, 2007 (5), este trabajo buscó comprender la foliculogénesis normal en cobayas con el fin de desarrollar un sistema de cultivo de folículos de cobaya. A las hembras cuyes se les infundió 5-bromo-2'-desoxiuridina durante 1 o 2 semanas y se sacrificaron en momentos que oscilaron entre 0 y 37 días después de la infusión. El número de células de la granulosa en las secciones transversales más grandes aumentó de  $25,0 \pm 6,1$  (media  $\pm$  DE) en los folículos primarios a  $192,0 \pm 65,9$  en los folículos preantrales y  $256,3 \pm 96,9$  en los antrales. El diámetro del ovocito aumentó de  $44,8 \pm 6,2$   $\mu$ m a  $72,8 \pm 9,1$   $\mu$ m y  $78,9 \pm 9,3$   $\mu$ m, mientras que el diámetro del folículo pasó de  $67,9 \pm 10,1$   $\mu$ m a  $188,9 \pm 29,7$   $\mu$ m (tipo 5) y  $231,0 \pm 56,1$   $\mu$ m.

Fernández *et al.*, 2022 (8), este estudio tuvo como objetivo describir las características morfológicas e histológicas de los ovarios de dos grupos genéticos de cuyes mejorados y criollos, concluyendo que los ovarios de cobayas mejoradas eran más pesados y más largos que los de animales nativos. El número de folículos antrales fue mayor en los cobayos mejorados que en los nativos, y el espesor de la zona pelúcida y el diámetro de los ovocitos fueron similares en ambos grupos de cobayas.

Rivas (2022) llevó a cabo un estudio con el propósito de comparar la exactitud de las técnicas de histología y citología vaginal en el cuy para prever la ovulación, que se establecerá objetivamente por la existencia de un cuerpo lúteo en desarrollo en el ovario. Se sincronizaron hembras de cuy (n=36) de 5 a 6 meses de edad usando progesterona (0.22 mg/kg de solución oral de Altrenogest, Regu-Mate Porcina®, Merck) por un periodo de 15 días. Este estudio determinó que las características histológicas y citológicas de la vagina proporcionan una alta exactitud en la predicción de la ovulación en cuyes sincronizados con progesterona.

Grégoire *et al.* (44) intentaron desarrollar un método sencillo para conseguir la ovulación sincronizada en cobayos en un entorno de cría, garantizando el bienestar animal. Se evaluó la actividad luteolítica de tres análogos distintos de prostaglandinas F2 alfa (PGF2 $\alpha$ ) (D-cloprostenol, D,L-cloprostenol y luprostirol), junto con un tratamiento diario con progestágeno oral (altrenogest) en diferentes fases del ciclo estral en el mismo grupo de hembras a lo largo de un periodo de 8 meses. La duración del ciclo estral no cambió con la administración de análogos de PGF2 $\alpha$ , sin importar la fase del ciclo estral en la que comenzó el tratamiento. El apareamiento tuvo lugar después del tratamiento con altrenogest. Este método convencional de sincronización del estro en cobayas resulta menos estresante para los animales en contraste con las técnicas que emplean tubos de pro

## 2.2. Fundamentos teóricos

El cuy domesticado cumple diversas funciones en diferentes regiones del mundo; son animales de compañía, se utilizan como sujetos de estudio en laboratorios y ofrecen una fuente de proteína a las comunidades rurales de Asia y naciones andinas de América (9). El cuy genera proteína animal a un precio muy accesible, dado que su alimentación consiste en forrajes, desechos vegetales de cultivos y mercados locales. Asimismo, es un ser que se ajusta a diversos climas y tipos de alimentación, sin mencionar que es extremadamente fecundo (10). Es conocido que forma parte de la gastronomía peruana presentada a los visitantes, lo que hace que su producción sea lucrativa (11). Desde una perspectiva diferente, los cuyes representan un modelo animal óptimo para investigar diversas enfermedades inmunológicas, la farmacología, la nutrición, la toxicología y los sistemas respiratorios (12).

En Perú, Chauca (11) establece tres maneras de criar este animal:

- Familiar, es la más habitual en naciones andinas, africanas y asiáticas. Los animales se crían en una habitación de la casa, usualmente la cocina, en un lugar muy cercano a la vivienda; por lo general, se les alimenta con sobras y hierbas.

- Crianza familiar-comercial; es más común en zonas cercanas a ciudades. Los cuyes reciben mejores alimentos; esto incluye alimento balanceado. Las familias venden los cuyes al mercado de la ciudad.
- Comercial; esta es una actividad empresarial, aca las instalaciones son mejores, la alimentación es mejor y controlada. En estas granjas se desarrollan mejores líneas de cuyes para la venta de su carne.

Según Sánchez (9), otra diferencia entre estos sistemas de producción es el sexo, separación durante el engorde. En la gestión familiar es habitual criar animales machos y hembras juntos, mientras que en los sistemas familiar-comercial y comercial existe la separación por sexos con el fin de mejorar el ritmo de producción.

### **2.2.1. Fisiología reproductiva del cuy hembra**

La foliculogénesis en el cobayo es similar a la foliculogénesis en los humanos (5). El cuy es una especie no estacional, poliéstrica y de ovulación espontánea; como muchos mamíferos, la fisiología reproductiva está regulada por el eje hipotalámico – pituitario – gonadal (13)(14). La importante función de la hormona liberadora de gonadotropina (GnRH), que es secretada por el hipotálamo, se extiende hasta la pituitaria anterior, donde se secretan la hormona luteinizante (LH) y la hormona folículo estimulante (FSH). Estas hormonas activan el ovario, favorecen el desarrollo folicular y la ovulación (15). La mayoría de los folículos primordiales se desarrollan entre los días 48 y 56 de la vida fetal, y muchos de estos comienzan el crecimiento y evolucionan hasta convertirse en folículos multicapa (5). El desarrollo folicular en el ciclo estral normal de la cobaya es bimodal. La primera fase de crecimiento folicular finaliza entre los días 10 y 11, mientras que la segunda fase concluye con la ovulación (17).

#### **2.2.1.1. Pubertad**

La pubertad es el periodo en que la hembra logra la capacidad reproductiva. Esta fase se distingue por alteraciones en la dinámica hormonal y folicular que involucran al sistema hipotálamo-hipófisis (15). Previo a la pubertad, el hipotálamo inhibe la liberación de GnRH; esto, a su vez, provoca que los niveles de FSH y LH sean bajos. Esto se regula mediante un mecanismo de retroalimentación negativa del estrógeno (16). Al acercarse el animal a la pubertad, se genera un incremento progresivo en la secreción pulsátil de GnRH y en los niveles circulantes de FSH y LH (15, 16).

En el cuy hembra, los signos de pubertad que se observan son la apertura de la vagina y el estro. El estradiol genera la apertura vaginal, y esto sucede debido a que esta hormona induce la muerte celular de las células que conforman una delgada membrana

sobre la vagina, lo que provoca la apertura vaginal (13). Casi siempre, cuando sucede esto, la hembra se encuentra en estro.

#### **2.2.1.2. Ciclo estral**

El ciclo estral de la cobaya tiene una duración cercana a los 16 días (con un rango de 13 a 21 días). El proestro (1 a 1.5 días) se define por la inflamación vaginal, ruptura de la membrana que cierra la vagina, incremento de la actividad y la presencia de una mancha vaginal de células epiteliales nucleadas y queratinizadas. Las cobayas poseen una membrana vaginal que tapa el orificio vaginal; su ruptura sucede de manera gradual y natural, justo antes del parto y durante el estro. El estro permanece de 8 a 11 horas y se observa mediante una vulva inflamada y congestionada, una membrana vaginal perforada y una postura en lordosis, con la parte trasera elevada. El metaestro (3 días) y el diestro (11 a 12 días) finalizan el ciclo estral. Un estro fértil después del parto se presenta entre 2 y 10 horas tras el nacimiento. Las hembras pueden llegar a su madurez sexual en menos de un mes de vida y con un peso corporal de 300 g.

El ciclo estral inicia al día siguiente de la ovulación y se compone de dos fases, tal como se mencionó previamente. Los folículos más grandes de la primera ola logran su diámetro máximo entre los días 10 y 11 del ciclo (que corresponde al final de la ola), instante en el que experimentan atresia, aparentemente por la inhibición de la LH a causa de la retroalimentación negativa de la progesterona (P) del cuerpo lúteo (20). La segunda ola se extiende aproximadamente de 6 a 7 días, tiempo en el cual se reclutan los folículos pequeños el día 12 y se seleccionan los folículos más grandes alrededor del día 13 del ciclo (21). La elección de folículos se da por la reducción de los niveles de P (20,21) y el incremento de la concentración basal de LH entre los días 13 y 15 (22). Generalmente se eligen de tres a cinco folículos ovulatorios, y la ovulación tiene lugar al final de la segunda ola (día 17 del ciclo) (5).

El estudio del ciclo estral de las cobayas está en relación con el comportamiento sexual, el peso uterino, los niveles de gonadotropinas, hormonas esteroides y receptores de hormonas esteroides en el útero (22). Se observó que el "comportamiento del estro" es el marcador externo más preciso de la ovulación y la receptividad sexual de los machos (21)(22).

Trillmich *et al.* (2006) (24) observaron que la primera apertura de la membrana de oclusión vaginal en un grupo de cobayas en condiciones similares ocurre alrededor de los 26 días de vida.



**Figura 1**

*Análisis macroscópico de membrana oclusiva vaginal de Cavia porcellus entre 15 y 60 días de edad.*

- (A) Membrana vaginal cerrada
- (B) Vulva hinchada y secreción
- (C) Membrana vaginal parcialmente abierta
- (D) Membrana vaginal abierta

**Fuente:** Silva de Mattos, 2022(28).

Esta membrana ocluye el canal vaginal y desaparece y se regenera en cada ciclo reproductivo, debido a la influencia hormonal (4). En las hembras adultas, la membrana permanece abierta entre uno y tres días durante el estro, pero en las hembras juveniles esta fase puede durar más (7).

### 2.2.1.3. Foliculogénesis

El ovario de los mamíferos tiene miles de folículos, de los cuales cerca del 99.9% se pierden a través de la atresia, apoptosis y necrosis celular. El desarrollo de los folículos antrales ha sido documentado en diversas especies, aunque con información restringida. La fisiología de los folículos preantrales (PAF) no está completamente entendida; se conoce que los folículos primordiales se ponen en marcha y progresan a folículos primarios, secundarios y terciarios. No obstante, los elementos que fomentan o detienen la activación de estos folículos están parcialmente comprendidos, así como los vinculados al control del crecimiento folicular. Así, la fase preantral abarca un amplio rango para la investigación científica (29). "Se observa una marcada relación temporal entre la fase de crecimientos foliculares acelerados que surge al finalizar la fase lútea del ciclo estral y el aumento simultáneo en los niveles séricos de estradiol y las tasas de flujo sanguíneo útero-ovárico (OBF)." Particularmente, el incremento preovulatorio del OBF y el aumento en el número de folículos anticipan a la elevación posterior de los niveles séricos de estradiol. Una vez iniciada esta fase de reclutamiento folicular, se

produce la rápida aparición de folículos antrales más grandes en presencia de tasas elevadas de OBF” (31).

Trillmich et al. (24) mostraron que la limitación del crecimiento fetal en cobayas se asocia con alteraciones en las vías de señalización cruciales para el crecimiento óptimo de los folículos, lo que se refleja en disminuciones en el crecimiento de los folículos en la descendencia; no obstante, estos cambios no se evidencian hasta la post pubertad. Estos datos apoyan la idea de que la maduración/envejecimiento reproductivo acelerado es un fenotipo conservado que se relaciona con la adversidad nutricional en el útero (32).

Las cobayas presentan un patrón de crecimiento folicular bifásico; la primera cohorte de folículos alcanza su diámetro máximo en el día 10 o 11 del ciclo estral y se vuelven atrésicos a partir de ese momento (17). Dado que esto sucede al mismo tiempo que los cuerpos lúteos experimentan el efecto luteolítico provocado por la liberación de prostaglandina del útero no embarazado (22), cinco a seis días después, una segunda cohorte de folículos se desarrolla y ovula.

Cuando el folículo ha alcanzado su desarrollo total, se proyecta por encima de la superficie del ovario; esto viene acompañado de una red de vasos sanguíneos y linfáticos que lo rodean, lo que provoca un incremento en la tasa de secreción de un líquido folicular delgado (36). El incremento en la tasa de secreción es promovido por el aumento de la presión sanguínea capilar folicular y la permeabilidad durante el proestro y el estro (37). La acumulación más importante de líquido folicular provoca que los folículos se inflen, aunque la presión dentro del folículo no aumenta de manera notable. Se generan pequeñas sangrías en la pared del folículo. La pared del folículo se torna delgada y transparente en el futuro punto de ruptura folicular, el estigma (36).

#### **2.2.1.4. Sincronización**

Son escasos los estudios relacionados con la sincronización de los cobayos. Grégoire et al., 2012 (12) examinó la sincronización de esta especie mediante el uso de prostaglandinas F2 $\alpha$  (PFG2 $\alpha$ ) y otro método con progesterona vía oral en distintas fases del ciclo estral de la hembra a lo largo de un periodo de 8 meses, concluyendo que la PFG2 $\alpha$  no influye en el ciclo estral de esta especie, rechazando así el uso de esta hormona o sus análogos. Igualmente, él propone el empleo de un progestágeno (altrenogest) para fomentar el apareamiento (2)(12).

Otros estudios realizados en Perú han utilizado hormonas como la PFG2 $\alpha$ , la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) (1) y estrógenos, esto en Bolivia (23), los hallazgos.

fueron diversos. Por otra parte, hay diferentes protocolos de sincronización que se han creado con el objetivo de recolectar oocitos para su cultivo y análisis in vitro (25). La obtención de un número adecuado de ovocitos es crucial para la tecnología reproductiva, incluyendo la fertilización in vitro, el cultivo in vitro y la conservación de embriones mediante congelación (26). Por consiguiente, se han realizado varios estudios para perfeccionar regímenes efectivos de superovulación. Normalmente, los protocolos de superovulación implican la hiperestimulación del crecimiento folicular y la inducción de la ovulación (26). En los protocolos de superovulación se suele emplear la gonadotropina coriónica equina (eCG) y la gonadotropina coriónica humana (hCG) (26).

Rawson, in 1979 (38), promovió el crecimiento folicular, la ovulación y la atresia mediante usos de preparaciones gonadotrópicas heterólogas en fases avanzadas del ciclo reproductivo de cobayas hembras adultas. Se observó que la aplicación de gonadotropina coriónica humana (HCG) (10 UI) 12 días tras los primeros indicios de apertura de la membrana vaginal inducía la ovulación en un plazo de 24 horas en todos los animales analizados, como se evidenció por la recolección de óvulos de sus oviductos y la presencia de folículos post ovulatorios en sus ovarios. Los ovarios de los animales tratados con HCG mostraron cambios atrésicos en la mayoría de los folículos que medían menos de 999 micrómetros de diámetro (38).

Se estudiaron los efectos de la gonadotropina coriónica equina (eCG) en el crecimiento folicular y la ovulación en cobayas cíclicas utilizando análisis histológicos e inmunohistoquímicos. La administración de eCG provocó alteraciones morfológicas notables y diferenciales en los ovarios, dado que facilitó la luteinización de las células granulosa, pero no el crecimiento folicular. Asimismo, el antígeno nuclear de células en división (PCNA) y la proteína reguladora de la esteroidogénesis aguda (StAR) se localizaron inmunológicamente en los folículos luteinizados (39).

#### **2.2.1.5. Citología vaginal**

Se sabe que la citología vaginal es un indicador sensible de las etapas del ciclo estral en diversas especies. Se fundamentan en alteraciones celulares cíclicas que se producen en el epitelio vaginal debido a los niveles de hormonas reproductivas, sobre todo el estrógeno (30). La variada morfología de la superficie del epitelio vaginal se origina en: 1) las distintas poblaciones celulares presentes en la vagina durante el estro y el metaestro; y 2) un proceso de mucificación que experimentan las células apicales entre el último metaestro y la siguiente etapa del estro. El proceso mucificante ocurre durante la fase lútea, en la que el nivel plasmático de progesterona aumenta alcanzando un máximo en el día 12 del ciclo o al final del diestro (27). En algunas especies como el



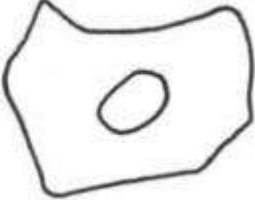

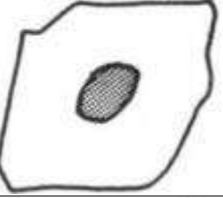

perro, el gato, la rata, el ratón y el conejo, estos cambios son bastante constantes y pueden utilizarse como una ayuda diagnóstica fiable para determinar la etapa del ciclo estral y el momento óptimo para el apareamiento o la inseminación artificial (25)(28) (33).

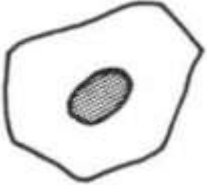


Silva de Mattos (28) hizo una clasificación del tipo de células presentes en las diferentes etapas del ciclo estral del cuy. Durante el estro, predominaron las células superficiales, principalmente enucleadas, además de la ausencia de leucocitos y moco. Durante el metaestro, las células intermedias fueron las más frecuentes, con presencia moderada de leucocitos y sin moco. Durante el diestro observamos una distribución más uniforme entre células superficiales nucleadas, enucleadas e intermedias y un número muy elevado de leucocitos. Observamos un aumento en el número de células parabasales durante el metaestro y diestro, en comparación con las otras fases.

Los trabajos actuales en citología vaginal se basan hasta ahora en los realizados por Schutte (34) en el año 1967, donde él clasificó a las células exfoliadas presentes en el frotis de la vagina canina en cuatro grupos.

- Grupo A: Células nucleadas, son las células epiteliales superficiales que no tienen núcleo.
- Grupo B: Células superficiales, son células que no tienen el núcleo picnótico de menos de 6  $\mu\text{m}$  de diámetro.
- Grupo B: Células intermedias grandes, son células con un núcleo de 7 a 11  $\mu\text{m}$  de diámetro. Las células de los grupos A y B tienen un contorno poligonal.
- Grupo C: Células intermedias pequeñas. El diámetro de estas células es menor que el de las intermedias grandes. Las intermedias pequeñas pueden ser redondeadas u ovaladas o pueden tener una forma angular.
- Grupo D-Células para basales. Estas células son redondeadas u ovaladas y tienen una relación núcleo-citoplasma más alta que las intermedias pequeñas.

De igual manera Christie *et al.* (35) realizaron un diagrama de los tipos de células, las cuales han servido para dar la clasificación en el presente trabajo.

Contorno de la célula	Apariencia nuclear	Clasificación celular	Diagrama
Poligonal	No núcleo	Anuclear	
Poligonal	Pequeños focos opacos, sin arquitectura normal	Anuclear Grupo A	
Poligonal	Solo membrana	Superficial	
Poligonal	Picnotico sin arquitectura normal	Grupo B Superficial	
Poligonal	Arquitectura normal, Pequeños focos opacos	Grupo B Largas intermedias	
Poligonal	Arquitectura normal, Pequeños focos opacos	Grupo B Largas intermedias	

Poligonal	Arquitectura normal	Grupo C pequeñas intermedias	
Redonda u ovalada	Arquitectura normal	Grupo C pequeñas intermedias Parabasal	
Redonda u ovalada	Arquitectura normal	Grupo D Parabasal	

**Figura 2**

*Clasificación de células exfoliadas en frotis vaginales (35).*

### 2.2.1.6. Histología Ovárica

El ovario es una glándula que actúa como exocrina y endocrina a la vez, lo cual significa que genera óvulos (secreción exocrina) y hormonas ováricas, principalmente estrógenos y progesterona (secreción endocrina). La anatomía del ovario normal presenta grandes diferencias en función de la especie, la edad y la etapa del ciclo sexual (36)(41).

Dentro de las estructuras histológicas del ovario se encuentran los folículos ováricos, que consisten en un ovocito rodeado de varios tipos de células (dependiendo de la fase de desarrollo). En la mayoría de las especies, los folículos se encuentran en la corteza del ovario. Los folículos avanzan a lo largo de 4 fases de crecimiento (42):

- Primordial: un ovocito envuelto en una única capa de células epiteliales escamosas simples. Los folículos primordiales permanecen en un estado inactivo hasta que son seleccionados para transformarse en folículos primarios o reciben la señal para experimentar atresia (36)(42).
- Primario: un ovocito envuelto por una única capa de células granulosas en forma de cubo. Los folículos primarios se mantienen en la profase I hasta que las gonadotropinas los estimulan para su desarrollo (36)(41).
- Secundario: un ovocito envuelto por varias capas de células granulosas dispuestas en forma de estrato sobre una membrana basal. Fuera de la membrana basal están las células de la teca. Dentro de la capa granulosa se encuentra una capa de glucoproteína, conocida como zona pelúcida, que envuelve al ovocito. El

progreso continuo hasta convertirse en un folículo terciario depende de las secreciones de la hormona folículo estimulante de la glándula pituitaria (36), (41).

- Terciario: un ovocito envuelto por la zona pelúcida y las células de la granulosa, situado en un líquido llamado antro. Las células de la teca se han especializado en las capas de teca externa e interna y han adquirido funcionalidad, generando andrógenos que las células de la granulosa transforman en estrógenos. Un folículo terciario preparado para la ovulación se llama folículo de Graaf (36)(42).
- Un folículo de Graaf es estimulado a ovular debido a un aumento de hormona luteinizante (LH) secretada por la glándula pituitaria. El ovocito se expulsa y el folículo se transforma en el cuerpo lúteo. Las células de la granulosa y la teca interna se transforman en células lúteas, que secretan progesterona durante un tiempo que varía según si el animal está gestante o no (36).

Se estudió la forma y multiplicación celular en los folículos atrésicos durante los ciclos estrales en cobayas. Los hallazgos mostraron que las células de la granulosa se destruyeron y se eliminaron inicialmente en los folículos atrésicos, mientras que células semejantes a fibroblastos surgieron en la capa más profunda de las células de la teca interna. Al migrar las células semejantes a fibroblastos al antro, se multiplicaron y generaron un nuevo tejido en los bordes de la zona pelúcida del ovocito (40).

## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. **Ámbito y condiciones de la investigación**

El presente trabajo se realizó en las instalaciones del Fundo Miraflores de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional de San Martín. Este recinto se encuentra ubicado en el sector Ahuashiyacu, en el distrito de la Banda de Shilcayo, provincia y departamento de San Martín.



**Figura 3**

*Ubicación del Centro de Investigación Miraflores (Google map).*

##### 3.1.1. **Periodo de ejecución**

El presente trabajo fue ejecutado de marzo a julio 2024.

##### 3.1.2. **Autorizaciones y permisos**

Se contó con la autorización del Centro Académico de Investigación Miraflores y también con la del Comité de Ética de la universidad.

##### 3.1.3. **Control ambiental y protocolos de bioseguridad**

Para el presente trabajo se usaron todas las medidas de bioseguridad, las cuales se detallan a continuación:

- Se realizó una evaluación sanitaria de los animales para diagnosticar posibles problemas de salud relacionados con parásitos internos y externos.
- En el manejo de los animales se usaron guantes y guardapolvos o mamelucos de trabajo con la finalidad de no contagiar a los animales con patógenos y viceversa.

- Se tomaron medidas de desinfección y limpieza de las jaulas una vez por semana como mínimo.

#### **3.1.4. Aplicación de principios éticos internacionales**

Para el presente trabajo se contó con la autorización del comité de ética. Las manipulaciones de los animales se realizaron respetando la integridad del animal, así como la salud del tesista.

El presente trabajo requirió el sacrificio de los animales; la evaluación del comportamiento del ovario se llevó a cabo mediante la histología del ovario de los animales evaluados.

### **3.2. Sistema de variables**

#### **3.2.1. Variables dependientes**

- Sincronización del celo en los cuyes.
- Citología vaginal: identificación del tipo de célula presente en el estro, tal como se indica en la teoría (parabasales, intermedias, superficiales y cornificadas).
- Apertura vaginal: presencia o ausencia de la apertura vaginal.

#### **3.2.2. Variables independientes**

- Uso de progesterona por 15 días via subcutánea (0,22 mg)

### **3.3. Procedimientos de la investigación**

#### **3.3.1. Diseño de Investigación**

El presente trabajo de investigación es aplicado, y los niveles implicados son experimentales y descriptivos.

#### **Población y muestra**

El presente trabajo tiene una población total de 12 hembras, distribuidas en grupos de 4. Las edades de estos animales oscilan entre 5 y 6 meses.

#### **3.3.2. Actividades del objetivo específico 1: Determinar un protocolo de sincronización de hembras cuy bajo las condiciones del trópico**

##### **Animales a considerar**

Este grupo de animales perteneció a los cuyes del Centro Académico Investigación Miraflores. Fueron animales de diferentes líneas; se consideró a aquellas que por lo menos presentaron un parto y que en condiciones sanitarias no presentaron ningún tipo de patología.

### Manejo de los animales: Alimentación de los animales

Los cuyes fueron alimentados con alimento balanceado comercial; este fue dado ad libitum, al igual que el agua. También se incluyó forraje en su dieta; en este caso se alimentaron con *Brachiaria spp*, pasto elefante etc, *ad libitum*. Además, fueron suplementados con vitamina C a razón de 100mg de vitamina C por kilogramo de alimento (3).

### Sincronización del ciclo estral

Se formó grupos de cuatro con un total de 12 animales.

**Grupo experimental:** Fue sometido a una dosis de 0.22 mg de progesterona (PG) vía subcutánea por un periodo de quince días continuos. Terminado este periodo, se procedió a la toma del hisopado vaginal para la evaluación de las células epiteliales y seguidamente al sacrificio de tres animales (3) en los periodos de 48, 72, 96 y 108 horas posteriores a la aplicación de la hormona.



### Figura 4

*Diseño experimental de la aplicación de la hormona y el muestreo citológico e histológico.*

Posteriormente a esto, se sacrificaron los animales de tres en tres para cada una de las horas: 48, 72, 96 y 108.

### 3.3.3. Actividades del objetivo específico 2: Determinar por citología vaginal el tipo de célula presente en el estro en respuesta al protocolo de sincronización

La citología vaginal fue realizada después de la última dosis de hormona inoculada, antes de que el animal fuese sacrificado. En este caso, las muestras fueron tomadas a las 48, 72, 96 y 108 horas. El hisopado vaginal se realizó con un hisopo estéril, el cual es introducido en la vagina del animal y se frota en las paredes de este órgano, rotándolo vigorosamente para poder recolectar células del epitelio vaginal. Claro está que antes de este procedimiento se limpia la zona ano-genital. La torunda usada para el hisopado se rota sobre un portaobjetos de vidrio y se fijó con spray fijador comercial (M-Fix Fijador pulverizado). La tinción se realizará con la tinción Diff-Quick (2), (6). Una vez obtenidas,

estas se evaluaron con microscopía, identificando el tipo de célula presente (para basales, intermedias, superficiales y cornificadas).

#### **3.3.4. Actividades del objetivo específico 3: Evaluar la apertura vaginal como manifestación del celo en las cuyes hembras**

La presencia de apertura vaginal (AV), que se considera una variable para el presente trabajo, esto realizó en las horas 48, 72, 96 y 108 horas, tal como lo indica Rivas (2), post última dosis de los protocolos de sincronización, antes de sacrificar a las cuyes. Para este caso, se evaluó in situ la vulva vaginal de la hembra y se observó la apertura de la membrana vaginal. Se tuvieron en cuenta los siguientes parámetros a medir:

- Si el orificio está cerrado, será cero (0).
- Si el orificio está completamente abierto, tendrá el valor de uno (1).

Para esta metodología se ha tomado como referencia a Rivas (2), Luna (4) y Sadeu (5).

#### **3.3.5. Cálculos estadísticos**

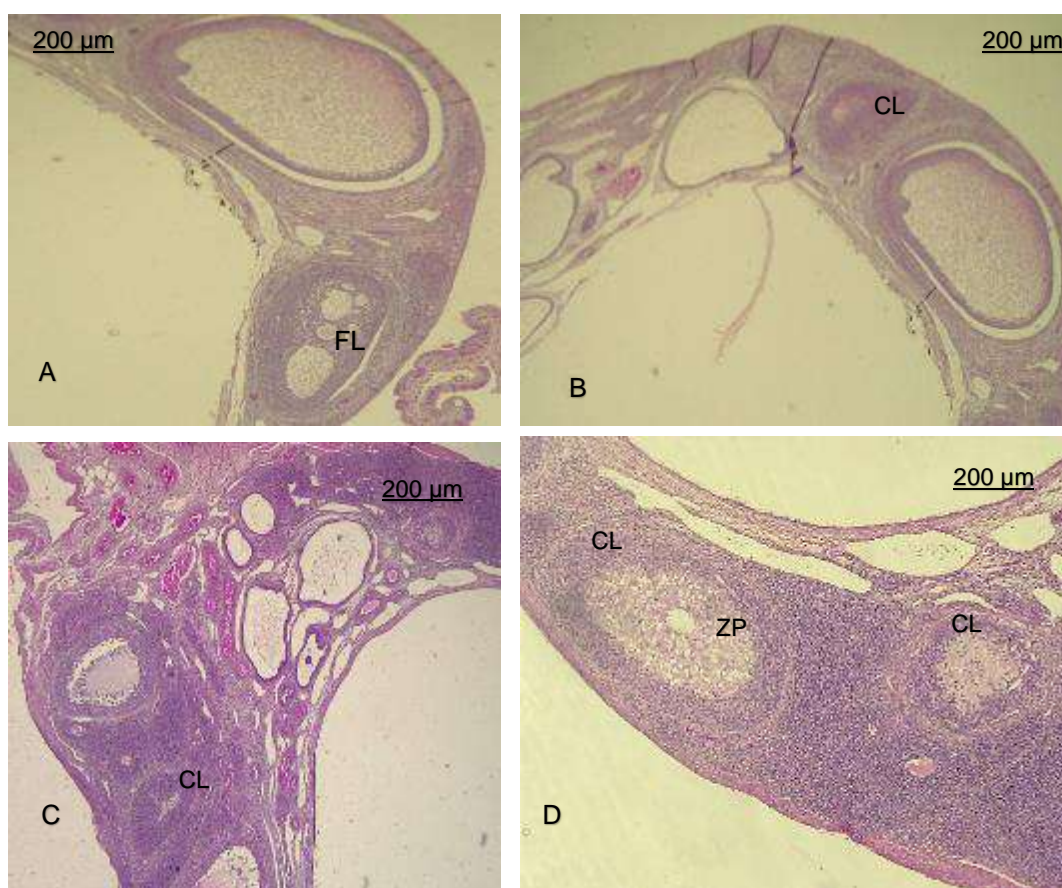
A los resultados obtenidos se les sacó media y intervalo de confianza

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Resultado del Objetivo Especifico 1: Determinar un protocolo de sincronización de hembras cuy bajo las condiciones del tropico

La ovulación en el presente trabajo se definió por la presencia del cuerpo lúteo, tal como lo manifestó Rivas (2). Se procesaron un total de 12 muestras de cortes histológicos del ovario de los cuyes a las cuales se les administró la progesterona en los intervalos de 48, 72, 84, 96 y 108 horas. La primera presencia del cuerpo lúteo se observó a las 96 horas posteriores a la aplicación de PG. La Figura 5 muestra dos momentos en que se tomaron las muestras histológicas: uno a las 96 horas  $1,33 \pm 0,469$  cuerpos lúteos, donde se observan folículos por ovular, y a las 108 horas, donde se aprecian  $1,66 \pm 0,586$  cuerpos lúteos.



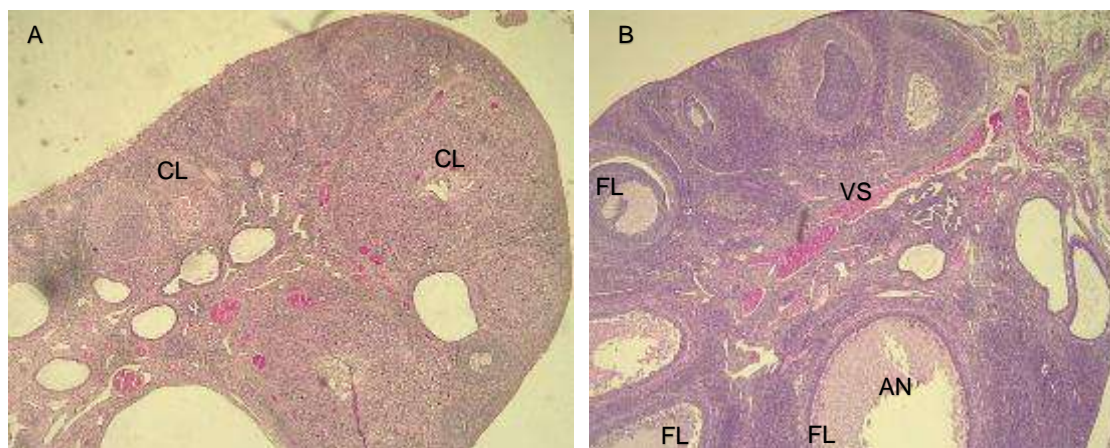
**Figura 5**

*Efecto de la progesterona en el desarrollo folicular después de la ovulación.*

A y B Se muestran secciones de ovarios a las 96 horas- B y C Se muestran secciones de ovarios a las 108 horas

Tal como se aprecia en la Figura 5, los folículos antrales sanos en los ovarios mostraron capas gruesas de células de la granulosa; de igual manera se pueden observar las

zonas pelúcidas y la granulosa. Cabe recalcar que los cuerpos lúteos más evidentes se aprecian mejor a las 108 horas posteriores a la aplicación de PG. También aumentó la cantidad de células sanguíneas fuera de la médula ovárica, en el borde folicular y dentro de los folículos atrésicos (Fig. 6 B). En los folículos antrales regulares (Fig. 6 B). Al mismo tiempo, las células similares a fibroblastos aparecieron en la capa más interna de las células de la teca (Fig. 6A).



**Figura 6**

*Morfología ovárica y folicular.*

A secciones de ovarios a las 96 horas

B secciones de ovarios a las 108 horas

**Nota:** Las secciones se tiñeron con H&S. CL, cuerpo lúteo; FL, folículo, AN, antro folicular; VS, vasos sanguíneos.

A las 96 horas se encontraron un total de 4 cuerpos lúteos en los animales evaluados, tal como lo podemos apreciar en la Tabla 1. A diferencia de otros autores, donde la presencia del celo se dio en intervalos diferentes a los nuestros, como el de Kosaka *et al.* (43), Gregoire *et al.* (12), Rivas (2) reportaron que el momento de la ovulación varía entre 120 a 140 h; 72 a 144 h y 132 h. En otro trabajo realizado por Gregoire *et al.* (44), donde usaron tres análogos de prostaglandina que no resultaron efectivos, pero si usaron progesterona vía oral la presencia del celo se dio a las 96 horas, concordando este trabajo con el nuestro bajo condiciones climáticas completamente diferentes a las nuestras.

**Tabla 1**

*Total, de cuerpos lúteos contabilizados en 96 y 108 horas*

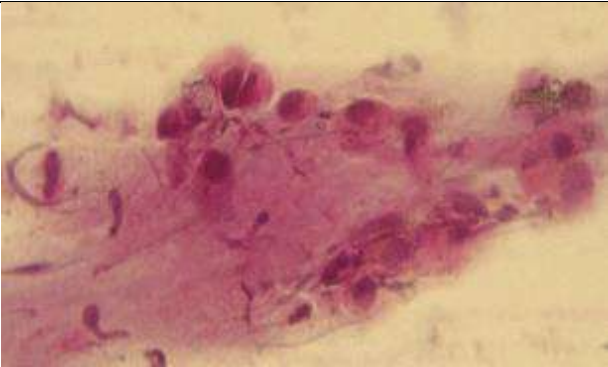
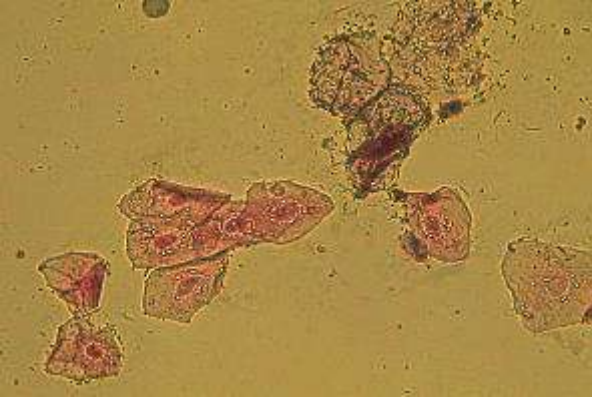
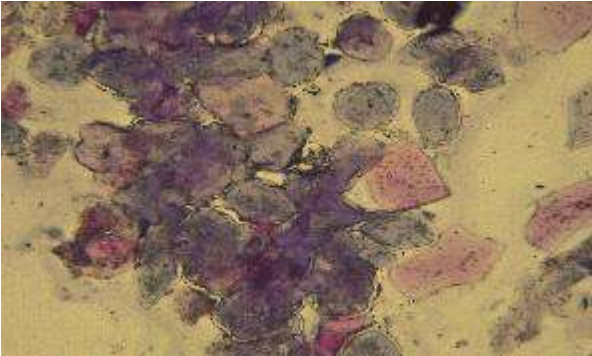
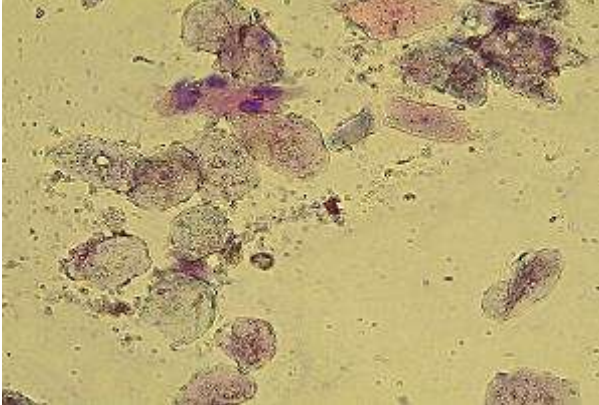
		Cuerpos lúteos		
		48	76	108
	0	0	1	1
	0	0	1	2
	0	0	2	2
Promedio	0	0	1,33 ±0,469	1,66 ±0,586

A diferencia de nuestros resultados, Aranibar y Echevarría (7) llevaron a cabo la evaluación del promedio de folículos que llegan a ovular en cuyes de la raza Andina y Perú con la finalidad de determinar si existe diferencia entre el tamaño de camadas entre estas razas, encontrando un promedio de  $3,6 \pm 0,9$  cuerpos lúteos en la raza Andina y  $2,8 \pm 0,9$  en la raza Perú. En nuestro caso, si contabilizamos el total de cuerpos lúteos encontrados, esto en promedio es  $1,5 \pm 0,52$  por animal. Por otro lado, Yao *et al.* (25) en un trabajo donde realizaron la maduración in vitro (MIV) de los de los ovocitos, indujeron a la supervulación con hormona gonatrópica humana (hCG) in vivo. Encontraron que los ovocitos recolectados de cobayas tienen una tasa de MIV más alta en comparación con los recolectados de individuos con ciclo natural y una mejor formación de células de los vasos sanguíneos en los folículos atrésicos, similar a la formación de los cuerpos lúteos después de la ovulación. En nuestro caso se puede observar una mayor congestión vascular a nivel de la médula de los ovarios, tal como se aprecia en la Figura 6.

#### **4.2. Resultado del Objetivo Especifico 2: Determinar por citología vaginal el tipo de célula presente en el estro en respuesta al protocolo de sincronización**

De acuerdo con la clasificación utilizada por Christie *et al.* (35), se realizó la identificación cualitativa de las células; además, también se observó moco, leucocitos, hongos y bacterias. Según Kuhnel y Mendoza (27), las diferentes apariencias morfológicas de las células de la superficie de la vagina epitelial en una cobaya maduran durante el ciclo estral debido a las distintas poblaciones celulares que cubren la vagina en el estro y metaestro, así como al proceso de mucificación que experimentan las células apicales entre el último metaestro y el siguiente estadio estral. Al identificar la presencia de las células en los diferentes períodos de evaluación realizados en el presente trabajo, se pudo apreciar que a las 96 y 108 horas las células que principalmente se presentaron fueron las anucleadas poligonales. Estos resultados coinciden con los presentados por Aranibar y Echevarría (7); en la Tabla 2 se aprecian los diferentes tipos de células a las 48, 72, 96 y 108 horas. Silva de Matos *et al.* (28) consideran que, en la caracterización de las fases del ciclo estral de la cobaya, el predominio de las células superficiales, principalmente anucleadas, se observa principalmente en el estro, además de la ausencia de leucocitos y moco. En este punto, también concuerda con la identificación del tipo de célula que se observó a las 96 y 108 horas; las células anucleadas superficiales fueron las que prevalecieron.

**Tabla 2***Diferentes tipos de células presentadas en 48, 72, 96 y 108*

<b>HORAS</b>	<b>TIPO DE CELULA</b>	<b>FOTO</b>	<b>LEUCOCITOS</b>
<b>48</b>	Intermedias		Abundantes leucocitos
<b>72</b>	Intermedias Largas		Abundantes leucocitos
<b>96</b>	A nuclear		No se observo
<b>108</b>	A nuclear + Algunas Intermedias		Abundantes leucocitos

A las 48 y 72 horas de nuestro trabajo se pudieron identificar las células intermedias nucleadas tal como se aprecia en la Tabla 2; esto concuerda con el estadio proestrus y al igual que Silva de Matos *et al.* (28), Kuhnel y Mendoza (27), Aranibar y Echevarría (7), Li *et al.* (39). Para Silva de Matos *et al.* (28), durante el diestro observamos una distribución más uniforme entre células superficiales nucleadas, enucleadas e intermedias y un número muy elevado de leucocitos.

En general, se sabe que la progesterona desempeña un papel en la inhibición del crecimiento folicular preovulatorio y la ovulación en la mayoría de los mamíferos. En las ovejas, que tienen un cuerpo lúteo secretor activo en su sistema reproductivo similar al de los cuyes, no solo la progesterona bloquea el pico de LH, sino que también actúa en la regulación de retroalimentación negativa de la secreción tónica de LH (43). En este trabajo, el tratamiento durante quince días en cuyes hembras adultas con progesterona causa una ovulación sincronizada dentro de los 4-5 días posteriores al tratamiento.

#### 4.3. Evaluar la apertura vaginal como manifestación del celo en los cuyes hembras

La evaluación macroscópica de la membrana vaginal se realizó en los 12 animales con un total de 48 observaciones en el tiempo que duró la investigación. Este parámetro fue muy determinante para poder decir que se presentó celo, ya que la membrana se rompió en el 75% de las ocasiones que se evaluó, mientras que en el 25% permaneció cerrada.



**Figura 7**  
*Macroscopía de la membrana oclusiva vaginal.*

- A Membrana vaginal cerrada
- B Membrana vaginal parcialmente abierta
- C Membrana vaginal abierta y secreción
- D Membrana vaginal abierta

La observación continua del orificio vaginal mostró una ligera apertura vaginal (Figura 7B), o una pequeña cantidad de secreción, y un orificio vaginal rojo en el proestro; esto se encuentra en el intervalo de las 48 y 76 horas posteriores a la última aplicación de la progesterona. Se observó una apertura vaginal (Figura 1C), secreción y una vulva roja durante el estro; se podría afirmar que esto corresponde a las 96 y 108 horas. De igual manera, también se observó un ligero cierre vaginal (Figura 7A), sin secreciones vaginales, correspondiente este al 25% de las evaluaciones ya mencionadas.

El estudio de Alkhalaf *et al.* (45) muestra que la fase estral corresponde al segundo día de apertura de la membrana vaginal, y la ovulación ocurre entre 28 y 36 horas después de la apertura, generalmente por la noche, entre las 6 p.m. y las 6 a.m. Esto explicaría los resultados obtenidos en este trabajo; de las evaluaciones realizadas el 75% presentó la membrana vaginal abierta. Así, la observación de la ruptura de la membrana oclusiva vaginal, junto con la caracterización e incidencia de los tipos celulares mediante citología vaginal, permitió detectar el estro en cobayas, respaldando lo reportado previamente en estudios de Li y Shen (46) en el 2015. La presencia de la progesterona restaura la apariencia secretora del endometrio e induce la mucificación del epitelio vaginal y provoca una persistencia prolongada de los folículos dominantes, esto debido a que la PG inhibe la liberación de los pulsos de GnRh (48), tal como apreciamos en el presente trabajo.

## CONCLUSIONES

- Bajo los resultados obtenidos en el presente trabajo, podemos establecer que existe una respuesta a la sincronización de las condiciones con la progesterona subcutánea en dosis de 0,22 mg/kpv, obteniéndose la presencia del celo a las 96 horas posteriores a su última aplicación.
- A las 96 horas posteriores a la aplicación de la PG, se evidenció la presencia de las células anucleadas que concuerdan con la aparición del celo en las cobayas; estas células se mantienen hasta las 108 horas, cuando ya se evidencian algunas células parabasales.
- La apertura vaginal sí es un indicativo de la presencia del celo en las cobayas criadas bajo las condiciones de temperatura del trópico de Tarapoto. El 75% de las hembras del presente trabajo mostraron la apertura de la membrana vaginal.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda continuar con los trabajos de investigación con un número mayor de animales y con otras hormonas y su interacción, que permitan evaluar la relación entre el número de folículos, incluido el dominante, y el número de cuerpos lúteos.
- Bajo los criterios de sincronización, recomendar a las granjas el manejo "todo dentro, todo fuera" y de esa manera disminuir la presencia de agentes patógenos, mejorar la bioseguridad y permitir el descanso de las jaulas y/o posas.
- Mediante técnicas de sincronización, evaluar parámetros productivos como tamaño de camada, análisis de rentabilidad y posibles dietas que se podrían acondicionar dentro de la sincronización.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Salcedo, J. Sincronización del celo en cuyes (*Cavia porcellus*) mediante el uso de hormonas y su efecto sobre la tasa reproductiva. Tesis para optar el título de Médico Veterinario. Lima. Universidad Alas Peruanas. 2016. Disponible en: [https://repositorio.uap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12990/1389/Tesis\\_Celo\\_Cuyes\\_Hormonas.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.uap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12990/1389/Tesis_Celo_Cuyes_Hormonas.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
2. Rivas, J. Momento de ovulación en el cuy hembra (*Cavia porcellus*): precisión de la histología ovárica y citología vaginal. Tesis para optar el título de Ingeniero Zootecnista. Lima. Universidad Nacional Agraria La Molina. 2022. Disponible en <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/5550/rivas-flores-jossellin-kelly.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
3. Coker SJ, Dyson RM, Smith-Díaz CC, Vissers MCM, Berry MJ. Effects of Low Vitamin C Intake on Fertility Parameters and Pregnancy Outcomes in Guinea Pigs. *Nutrients*. 2023 Sep;15(19):4107. DOI: 10.3390/nu15194107. PMID: 37836389; PMCID: PMC10574174.
4. Luna, F. Cortes, M., Flores, M. Hernandez, B., Trujillo, A., Dominguez, R. The effects of superior ovarian nerve sectioning on ovulation in the guinea pig. *Reproductive Biology and Endocrinology*, 2003, 1:61. doi: 10.1186/1477-7827-1-61
5. Sadeu, J., Adriaens, I., Cortvrindt, R., Smits J. Study of folliculogenesis in vivo in guinea pig. *Theriogenology*. 2007; 68(9): 1228-1239.  
[doi.org/10.1016/j.theriogenology.2007.08.028](https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2007.08.028)
6. Dey, P. Routine Staining in Cytology Laboratory. In: *Basic and Advanced Laboratory Techniques in Histopathology and Cytology*. Springer, Singapore. 2018.  
[https://doi.org/10.1007/978-981-10-8252-8\\_14](https://doi.org/10.1007/978-981-10-8252-8_14)
7. Aranibar, E., & Echevarría, L. Número de ovulaciones por ciclo estrual en cuyes (*Cavia porcellus*). In *Rev. Investig. Vet. Perú*. 2014; 25(1): 29-36. Disponible en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1609-91172014000100003&lng=es](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172014000100003&lng=es).
8. Fernández, E. A., Rosales, C. A., Garzón, J. P., Argudo, D. E., Ayala, L. E., Guevara, G. E., Maldonado, J. E., & Perea, F. P. (2022). Morphological and

- histological characteristics of ovaries from two genetic groups of guinea pigs (*Cavia porcellus*) from South America. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Peru*, 33(4). <https://doi.org/10.15381/rivep.v33i4.23349>
9. Sánchez-Macías, D., Barba-Maggi, L., Morales-delaNuez, A., & Palmay-Paredes, J. (2018). Guinea pig for meat production: A systematic review of factors affecting the production, carcass and meat quality. In *Meat Science* (Vol. 143, pp. 165–176). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.05.004>
  10. Lammers, P. J., Carlson, S. L., Zdorkowski, G. A., & Honeyman, M. S. Reducing food insecurity in developing countries through meat production: The potential of the Guinea pig (*Cavia porcellus*). *Renewable Agriculture and Food Systems*. 2009; 24, 155–162
  11. Chauca, L. Producción de cuyes (*Cavia porcellus*). Roma –Italia: FAO. 1997
  12. Grégoire A, Allard A, Huamán E, León S, Silva RM, Buff S, et al. Control of the estrous cycle in guineapig (*Cavia porcellus*). *Theriogenology*. 2012; 78(4):842–7. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2012.03.034> PMID: 22626773
  13. Caligioni, C. Assessing reproductive status/stages in mice. *Current Protocols Neuroscience*, Appendix. 2009; 41, 1-7. [doi:10.1002/0471142301.nsa04is48](https://doi.org/10.1002/0471142301.nsa04is48).
  14. Freeman, M. The neuroendocrine control of the ovarian cycle in the rat. In *Physiology of Reproduction* (E. Knobil and J.D. Neill, eds.) 2006; pp. doi: [613-658. 10.1016/B978-012515400-0/50048-8](https://doi.org/10.1016/B978-012515400-0/50048-8)
  15. Joshi, H. S., Watson, D. J., & Labhsetwar, A. P. Ovarian secretion of oestradiol, oestrone, 20-dihydroprogesterone and progesterone during the oestrous cycle of the guinea-pig. *J. Reprod. Fert*, 1973; 35, 177–181. [https://rep.bioscientifica.com/view/journals/rep/35/1/jrf\\_35\\_1\\_028.xml](https://rep.bioscientifica.com/view/journals/rep/35/1/jrf_35_1_028.xml)
  16. Herbison, A. Control of puberty onset and fertility by gonadotropin-releasing hormone neurons. *Nat Rev Endocrinol*. 2016; 12(8), 452-66. doi: [10.1038/nrendo.2016.70](https://doi.org/10.1038/nrendo.2016.70).
  17. Bland, K. Biphasic follicular growth in the guinea-pig oestrous cycle. *J Reprod. Fertil*. 1980 sep; 60 (1):73-76. [doi: 10.1530/jrf.0.0600073](https://doi.org/10.1530/jrf.0.0600073).
  18. Hansen, A.K., Thomsen, P., Jensen, H.-J.S. A serological indication of the existence of a guineapig poliovirus. *Lab. Anim*. 1997; 31, 212–218.

19. Phoenix, C.H. Guinea pigs. In: Hafez, E.S.E. (Ed.), *Reproduction and Breeding Techniques for Laboratory Animals*. Lea & Febiger, Philadelphia, PA, 1970; pp. 244–257.
20. Garris DR, Foreman D. Follicular growth and atresia during the last half of the luteal phase of the guinea pig estrous cycle: relation to serum progesterone and estradiol levels and utero-ovarian blood flow. *Endocrinology* 1984; 115(1):73–7. [doi: 10.1210/endo-115-1-73](https://doi.org/10.1210/endo-115-1-73).
21. Hutz R, Bejvan SM, Durning M, Dierschke DJ., Fischer, C.L., Zachow, R.J. Changes in follicular population, in serum estrogens and progesterone, and in ovarian steroid secretion in vitro during the guinea pig estrous cycle. *Biol Reprod* 1990; 42(2) :266–72. <https://doi.org/10.1095/biolreprod42.2.266>
22. Wisel MS, Datta JK, Saxena RN. Changes in the levels of protein and steroid hormones in the plasma and steroid hormone receptors in the uterus of normal cycling guinea pigs. *Steroids* 1991;56 (3) :148–53. [doi:10.1016/0039-128x\(91\)90065-4](https://doi.org/10.1016/0039-128x(91)90065-4)
23. Quenta, E. Evaluación de los parámetros productivos bajo cinco protocolos de sincronización de celo en cuyes (*Cavia porcellus*) en la estación experimental de Patacamaya. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero en Agronomía Tropical. Universidad Mayor de San Andrés. 2020: pp 83. Disponible en: <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/25507/T-2810.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
24. Trillmich F, Laurien-Kehnen C, Adrian A, Linke S. Age at maturity in cavies and guinea-pigs (*Cavia aperea* and *Cavia aperea* f. *porcellus*): influence of social factors. *J Zool*. 2006; 268(3):285-94. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1469-7998.2005.00015.x>.
25. Yao, M., Gong, Z., Xu, W., Shi, X., Liu, X., Tang, Y., Xuan, S., Su, Y., Xu, X., Luo, M., & Sui, H. Establishment and optimization of an in vitro guinea pig oocyte maturation system. *PLoS ONE*, 2023; 18(4). e0285016. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0285016>
26. Hasegawa, A.; Mochida, K.; Inoue, H.; Noda, Y.; Endo, T.; Watanabe, G. & Ogura, A. High-Yield Superovulation in Adult Mice by Anti-Inhibin Serum Treatment Combined with Estrous Cycle Synchronization. *Biol Reprod*. 2016; 94(1):21. doi: 10.1095/biolreprod.115.134023.
27. Kuhnel, W., & Mendoza, A. S. Scanning Electron Microscope Investigations on the Vaginal Epithelium of the Guinea Pig during the Estrous Cycle. In *Arch. Histol. Cytol* 1992: 55 Suppl:205-10. [doi: 10.1679/aohc.55.suppl\\_205](https://doi.org/10.1679/aohc.55.suppl_205).

28. Silva de Matos, A. S., Kugelmeier, T., de Araújo Guimarães, D. A., & da Silva, K. S. M. Early puberty in short-haired Guinea pigs kept in laboratory animal facilities. *Animal Reproduction*. 2022;19(1): e20210068. <https://doi.org/10.1590/1984-3143-AR2021-0068>
29. Alves, B., Amaral, K., Rocha, V., Beletti, M., Garbarini, M., Jacomini, J. Quantitative and Morphological Study of Preantral Follicles from Prepubertal Gilts. *Acta Scientiae Veterinariae*, 2012. 40(4): 1079. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/2890/289023924014.pdf>
30. Wright, P. & Parry, B. Cytology of the canine reproductive system. *Vet Clin North Am Small Anim Pract*. 1989;19(5), 851-74. doi: 10.1016/s0195-5616(89)50102
31. Garris, D., Foreman, D. Follicular Growth and Atresia during the Last Half of the Luteal Phase of the Guinea Pig Estrous Cycle: Relation to Serum Progesterone and Estradiol Levels and Utero-Ovarian Blood Flow. *Endocrinology*. 1984; 115(1):73-75. <https://doi.org/10.1210/endo-115-1-73>.
32. Jazwiec, P., Li, X., Matuszewski, B., Richardson, B., Sloboda, D. Fetal growth restriction is associated with decreased number of ovarian follicles and impaired follicle growth in young adult guinea pig offspring. *Reproductive Sciences*. 2021; 26:1557-1567. <https://doi.org/10.1177/1933719119828041>
33. Miroud, K., Noakes, D. Esfoliative vaginal cytology during the oestrous cycle of the cow, after ovariectomy, and after exogenous progesterone and oestradiol-17 $\beta$ . *British Veterinary Journal*. 1990, 146 (5):387-397. [doi:10.1016/0007-1935\(90\)90026-y](https://doi.org/10.1016/0007-1935(90)90026-y)
34. Schutte, A. P. Canine Vaginal Cytology-I Technique and Cytological Morphology. In *J. small Anim. Pract* 1967;8:301-306. <https://doi.org/10.1111/j.1748-5827.1967.tb04554.x>
35. Christie, D. W., Bailey, J. B., & Bell, E. T. Classification of cell types in vaginal smears during the canine oestrous cycle. *The British Veterinary Journal*. 1972, 128(6), 301–308. [https://doi.org/10.1016/S0007-1935\(17\)36935-X](https://doi.org/10.1016/S0007-1935(17)36935-X)
36. Priedkalns, J., Leiser, R. Female Reproductive System. Eurell, J., Frappier, B. Dellmann's Textbook of Veterinary Histology. Sixth Edition. Oxford. Blackwell. 2006. p. 275-280
37. Wilson, R. L., Lampe, K., Matuszewski, B. J., Regnault, T. R. H., & Jones, H. N. Time mating guinea pigs by monitoring changes to the vaginal membrane

- throughout the estrus cycle and with ultrasound confirmation. *Methods and Protocols*.2021, 4(3). <https://doi.org/10.3390/mps4030058>
38. Rawson, J., Galey, C., Weinberg, L., Hodgson, B. Effects of gonadotropins on follicular development, ovulation, and atresia in the mature guinea pig. *Horm. Res.* 1979;10(1):25-36. <https://doi.org/10.1159/000178986>
  39. Li, J. rong, Wang, W., & Shi, F. xiong. Induction of follicular luteinization by equine chorionic gonadotropin in cyclic guinea pigs. *Journal of Zhejiang University: Science B.* 2015;16(12), 980–990. <https://doi.org/10.1631/jzus.B1500046>
  40. Wang, W., Liu, H., Ding, W., Gong, Y., Chen, J., Hutz, R. J., Mao, D., & Shi, F. Involvement of cell proliferation in the process of follicular atresia in the guinea pig. *Tissue and Cell.* 2010; 42(4), 234–241. <https://doi.org/10.1016/j.tice.2010.04.006>
  41. Bean, A. D. Ovarian Cysts in the Guinea Pig (*Cavia porcellus*). In *Veterinary Clinics of North America - Exotic Animal Practice* 2013;16 (3): 757–776). W.B. Saunders. <https://doi.org/10.1016/j.cvex.2013.05.008>
  42. Rosenfeld CS, Schatten H. Overview of female reproductive organs. In: Schatten H, Constantinescu GM, editors. *Comparative reproductive biology*. Ames (IA): Blackwell Publishing; 2007. p. 99–109
  43. Kosaka, T., Obata, M., Sugimoto, K., Saito<sup>1</sup>, T. R., Takahashi<sup>1</sup>, K. W., & Sugiyama<sup>2</sup>, M. Effects of Long-term Progesterone Treatment on the Timing of Puberty in Female Guinea Pigs. In *Journal of Reproduction and Development*. 1994;40(1): 49-54. <https://doi.org/10.1262/jrd.40.49>
  44. Grégoire, A., Allard, A., Huamán, ; E, León, ; S, Silva, ; R M, Alvarado, E., Buff, S, Berard, ; M, & Joly, ; T. Control of the estrous cycle in guinea-pig (*Cavia porcellus*). In *Spermova* 2012; 2(1):59-60. Disponible: <https://spermova.pe/site2/files/Revistas/Rev.%20No2%20Vol.1%202012/59-60-gregorie-cuy.pdf>
  45. Alkhalaf M, Propper AY, Chaminadas G, Adessi GL. Ultrastructural changes in guinea pig endometrial cells during the estrous cycle. *J Morphol.* 1992;214(1):83-96. <http://dx.doi.org/10.1002/jmor.1052140106>. PMID:1433309
  46. Li JR, Shen T. Expression characteristics of MMP-2 and MMP-9 in guinea pig ovaries during the estrous cycle. *Genet Mol Res.* 2015;14(4):17329-40. <http://dx.doi.org/10.4238/2015.December.21.1.PMid:26782373>.

47. W. Elger, G. Schubert, B. Kosub, S. Matz, B. Schneider, K. Chwalisz, The effects of the novel selective progesterone receptor modulator (SPRM) asoprisnil on the morphology of the reproductive tract of cycling and ovariectomized guinea pigs. *Fertility and Sterility*. 2004; 82(2): s315 <https://doi.org/10.1016/j.fertnstert.2004.07.849>

## ANEXOS

### Anexo 1. Protocolo de Papanicolaou modificado

<b>Reactivo</b>	<b>Tiempo</b>
<b>Etanol 70%</b>	1 minuto
<b>Etanol 50%</b>	1 minuto
<b>Agua destilada</b>	Sumergir 5 veces
<b>Hematoxilina de Harris</b>	3.5 minutos
<b>Agua destilada</b>	Sumergir 5 veces
<b>Solución HCl al 2.5%</b>	Pocas sumergidas
<b>Agua de caño</b>	1 minuto
<b>Carbonato de Litio</b>	1.5 minutos
<b>Agua de caño</b>	Pocas sumergidas
<b>Etanol 70%</b>	2 minutos
<b>Etanol 90%</b>	2 minutos
<b>Orange</b>	Pocas sumergidas
<b>Etanol al 95%</b>	2 minutos
<b>EA modificado</b>	2 minutos
<b>Alcohol absoluto</b>	2 minutos
<b>Alcohol absoluto</b>	2 minutos
<b>Alcohol absoluto</b>	2 minutos
<b>Xileno</b>	5 minutos
<b>Xileno</b>	Hasta limpiar
<b>Montar con bálsamo de canada</b>	

Fuente: Dey, 2018 (6)

## Anexo 2. Toma de muestras



### Anexo 3. Aperturas vaginales

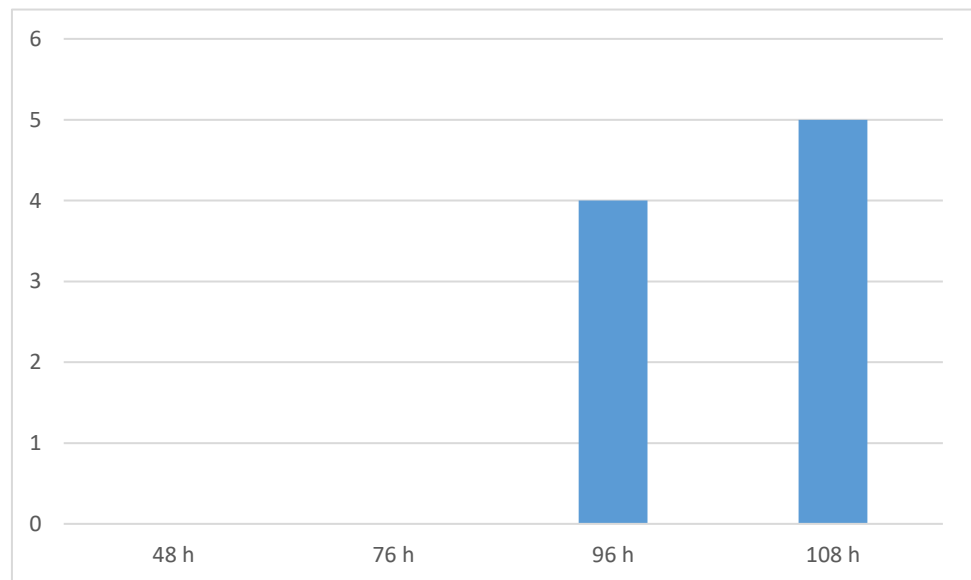


### Anexo 4. Cálculos

Cuerpos luteos				
	48	76	96	108
1	0	0	1	1
2	0	0	1	2
3	0	0	2	2
	0	0	1.33333333	1.66666667
		d.s	0.57735027	0.577350269
		I.C	0.4693599	0.586699872

Foliculos presentes				
48	76	96 horas	108 horas	
0	0	1	5	
0	0	2	3	
0	0	0	2	
0	0	1	3.33333333	
		d.s	1	1.52752523
		I.C	0.35201992	1.17339974

Presencia de cuerpos luteos



# LIDIA KATHERINE TRUJILLO CORAL

## Sincronización del celo en cuyes (*Cavia porcellus*) y su evaluación citológica

📁 Medicina Veterinaria - Unidad de Investigación Facultad de Medicina Veterinaria

---

### Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::3117:533360559

Fecha de entrega

26 nov 2025, 17:29 GMT-5

Fecha de descarga

26 nov 2025, 17:37 GMT-5

Nombre del archivo

Sincronización del celo en cuyes (*Cavia porcellus*) y su evaluación citológica.docx

Tamaño del archivo

3.9 MB

45 páginas

9739 palabras

53.386 caracteres




# 19% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

## Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto citado
- ▶ Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

## Fuentes principales

- 18%  Fuentes de Internet
- 3%  Publicaciones
- 8%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

## Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.