

**UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC**  
**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



**TESIS**

Efecto de la densidad de empadre en cuyes sobre el tiempo de cópula y características reproductivas en hembras sincronizadas en la Estación Experimental Agraria Chumbibamba – Andahuaylas.

Presentado por:

Mayumi Lizarme Buezo

Para optar el Título de  
Médico Veterinario y Zootecnista

Abancay, Perú

2023



UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA




“TESIS”

“EFECTO DE LA DENSIDAD DE EMPADRE EN CUYES SOBRE EL TIEMPO DE COPULA Y  
CARACTERÍSTICAS REPRODUCTIVAS EN HEMBRAS SINCRONIZADAS EN LA  
ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGRARIA CHUMBIBAMBA – ANDAHUAYLAS”

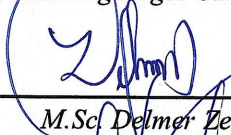
Presentado por **Mayumi Lizarme Buezo**, para optar el Título de  
**Médico Veterinario y Zootecnista**

Sustentado y aprobado el 4 de diciembre del 2023 ante el jurado evaluador:

**Presidente:**

  
\_\_\_\_\_  
*Dr. Ludwing Angel Cárdenas Villanueva*

**Primer Miembro:**

  
\_\_\_\_\_  
*M.Sc. Delmer Zea Gonzales*

**Segundo Miembro:**

  
\_\_\_\_\_  
*Mtro. Gizely Atva Villavicencio*

**Asesores:**

  
\_\_\_\_\_  
*Dr. Ulises Sandro Quispe Gutiérrez*

  
\_\_\_\_\_  
*Ing. Darwin Huamán Lizana*

### **Agradecimiento**

*Un sincero agradecimiento a mis padres Eugenia Buezo Contreras y Marcelino Lizarme Bernaola por su esfuerzo en mi formación profesional. A los docentes de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAMBA, por sus enseñanzas y contribuir en mi formación profesional. A mis asesores Dr. Ulises S. Quispe Gutiérrez, en especial al Ing. Darwin Huamán Lizana, quienes me orientaron y apoyaron en la ejecución de esta investigación.*

*Al Ing. Juan B. Huayhua Acuña, por haber colaborado de manera desinteresada en la materialización de este trabajo de investigación.*

*Al Ing. Roy Sarmiento Sulca, quien me orientó y apoyo en la ejecución de esta investigación.*

*Al Dr. Isái Ochoa Pumaylle, por su apoyo en el análisis de datos.*



## **Dedicatoria**

*A mi madre Eugenia Buezo Contreras y mi padre Marcelino Lizarme Bernaola por darme todo su amor incondicional, por sus consejos, enseñanzas e inculcarme valores para ser una persona de bien.*

*A mis hermanas y hermanos Amanda, Givan, Roly, Yuri por estar siempre presentes incondicionalmente, acompañándome, aconsejándome y fortaleciéndome.*



“Efecto de la densidad de empadre en cuyes sobre el tiempo de copula y características reproductivas en hembras sincronizadas en la Estación Experimental Agraria Chumbibamba – Andahuaylas”

Línea de investigación: Ciencias Veterinarias

Esta publicación está bajo una Licencia Creative Commons



## ÍNDICE

	<b>Pág.</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>RESUMEN</b>	3
<b>ABSTRACT</b>	4
<b>CAPÍTULO I</b>	5
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	5
1.1 Descripción del problema	5
1.2 Enunciado del problema	6
1.2.1 Problema general	6
1.2.2 Problemas específicos	6
1.2.3 Justificación de la investigación	7
<b>OBJETIVOS E HIPÓTESIS</b>	8
2.1 Objetivos de la investigación	8
2.1.1 Objetivo general	8
2.1.2 Objetivos específicos	8
2.2 Hipótesis de la investigación	8
2.2.1 Hipótesis general	8
2.2.2 Hipótesis específicas	8
2.3 Operacionalización de variables	9
<b>CAPÍTULO III</b>	10
<b>MARCO TEÓRICO REFERENCIAL</b>	10
3.1 Antecedentes	10
3.2 Marco teórico	13
3.2.1 Generalidades de la crianza de cuyes	13
3.2.2 Taxonomía	13
3.2.3 Clasificación por genotipo	14
3.2.3.1 Raza Perú	14
3.2.3.2 Raza Andina	14
3.2.3.3 Raza Inti	15
3.2.3.4 Raza Kuri	15
3.2.4 Fisiología reproductiva de los cuyes	16



3.2.4.1	Pubertad	16
3.2.4.2	Ciclo estral del cuy	16
3.2.4.3	Placenta del cuy	17
3.2.5	Sincronización de estros en cuyes	17
3.2.5.1	Sincronización con prostaglandinas	17
3.2.5.2	Sincronización con GnRH	18
3.2.5.3	Sincronización con progesterona	18
3.2.6	Diagnóstico de preñez en cuyes	19
3.2.6.1	Diagnostico por ecografía	19
3.2.6.2	Diagnostico por palpación	19
3.2.7	Parámetros reproductivos	20
3.2.7.1	Tamaño de camada	20
3.2.8	Empadre en cuyes	20
3.2.8.1	Empadre	20
3.2.8.2	Empadre continuo	21
3.2.8.3	Empadre controlado	21
3.2.9	Gestación	21
3.2.10	Parto	22
3.3	Marco conceptual	22
<b>CAPÍTULO IV</b>		24
<b>METODOLOGÍA</b>		24
4.1	Tipo y nivel de investigación	24
4.2	Diseño de la investigación	24
4.3	Población y muestra	24
3.3.1	Población	24
3.3.2	Muestra	24
4.4	Procedimiento	24
4.4.1	Lugar de estudio	24
4.4.2	Limpieza y desinfección	25
4.4.3	Identificación de los cuyes del experimento	25
4.4.4	Alimentación de los cuyes	25
4.4.5	Tratamientos del experimento	26
4.4.6	Sincronización de celo	26
4.4.7	Determinación del tiempo de cópula	27
4.4.8	Determinación de la tasa de preñez	27

4.4.9	Determinación de tasa de parto	28
4.4.10	Determinación del número de crías	28
4.5	Técnica e instrumentos	28
4.6	Análisis estadístico	28
<b>CAPÍTULO V</b>		<b>30</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIONES</b>		<b>30</b>
5.1	Análisis de resultados	30
5.1.1	Tiempo de cópula	30
5.1.2	Tasa de preñez	30
5.1.3	Tasa de parto	31
5.1.4	Número de crías nacidas	32
5.2	Discusión	32
5.2.1	Tiempo de cópula	32
5.2.2	Tasa de preñez y parto	33
5.2.3	Número de crías nacidas	33
<b>CAPÍTULO VI</b>		<b>35</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>		<b>35</b>
6.1	Conclusiones	35
6.2	Recomendaciones	35
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA</b>		<b>36</b>
<b>ANEXOS</b>		<b>40</b>



## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 1.</b> Operacionalización de variable.	9
<b>Tabla 2.</b> Tiempo de cópula en hembras sincronizadas según densidad de empadre	30
<b>Tabla 3.</b> Tamaño de camada en hembras sincronizadas según densidad de empadre	32
<b>Tabla 4.</b> Tabla de datos del experimento	41



## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1.</b> Tasa de preñez en cuyes sincronizadas según densidad de empadre	31
<b>Figura 2.</b> Tasa de parto en cuyes sincronizadas según la densidad de empadre	32
<b>Figura 3.</b> Distribución de las unidades experimentales.	42
<b>Figura 4.</b> Distribución de unidades experimentales visualizada con cámaras de video.	42
<b>Figura 5.</b> Sincronización de estros utilizando Altrenogest.	43
<b>Figura 6.</b> Alimentación de cuyes con alfalfa y concentrado.	43
<b>Figura 7.</b> Empadre post sincronización.	44
<b>Figura 8.</b> Diagnóstico de preñez mediante ecografía.	44
<b>Figura 9.</b> Registro de partos en cuyes del experimento.	45
<b>Figura 10.</b> Registro de datos de las unidades experimentales.	45



## INTRODUCCIÓN

La crianza de cuyes en el Perú es una actividad económica de mucha importancia, siendo la actividad productiva de más de ochocientos mil unidades agropecuarias a nivel nacional, y con una población de alrededor de diecisiete millones trescientos ochenta mil ochocientos unidades (17,380.800) (1). El cuy es un roedor que pertenece a la clase mammalia y es originario del continente sudamericano, este animal tiene importancia en la economía y seguridad alimentaria de las poblaciones rurales y de menores recursos económicos (2).

El proceso reproductivo de los cuyes requiere de técnicas apropiadas, entre ellos el uso de un sistema de empadre que optimice la productividad de estos animales con fines económicos (3). En la crianza de cuyes se ha demostrado que si crían a una densidad muy alta, se produce estrés en los animales, incrementando el número de peleas, aplastamiento de crías, menor número de crías, afectando directamente los parámetros de producción y reproducción de los cuyes (4). Esto se suma a que en la mayoría de sistemas que producen cuyes, el costo de alimentación se incrementa al tener la cantidad innecesaria machos y es considerado un factor de pérdida económica. Muchos productores para el proceso de empadre utilizan una cantidad de cuyes machos sin una proporción adecuada para las hembras, así afectando económicamente al productor, información poco disponible para el caso de hembras con estro sincronizado (3).

Sumado a esto, el uso de biotecnologías reproductivas en cuyes es bastante limitado, siendo predominante en la mayoría de sistemas el empadre continuo, que si bien permite mantener una adecuada tasa de gestación, está asociado a una mayor tasa de mortalidad en crías (5). Las investigaciones actuales para mejorar los parámetros reproductivos en cuyes, incluyen los protocolos de sincronización y estudios sobre la densidad de empadre en hembras sincronizadas (6), (7), (8). Se han utilizado con éxito protocolos con la aplicación combinada de GnRH y PGF2 $\alpha$ , logrando reducir el intervalo de tiempo de partos (8).

De todos los protocolos de sincronización, se detalla que el que más respeta las normas de bienestar es el que usa Progesterona por vía oral. Este protocolo consiste en la administración de 0.22 mg/kg de progesterona por 15 días. Bajo este tratamiento se induce a la ovulación dentro de los 4 a 5 días post última administración oral (6). Con el uso de protocolos que usan



progestágenos se logra una ovulación entre las 108 horas y 132 horas de la última dosis de la hormona (9).

La sincronización de celos en cuyes ha tenido resultados favorables respecto a la presentación de celos y ovulación en cuyes, pero el efecto es que la mayoría de las hembras presentan síntomas de celo en un mismo periodo, factor que pudiera tener efecto en las características reproductivas del macho reproductor (10).

Esta investigación partió de un objetivo institucional de la Estación Experimental Agraria del Instituto Nacional de Innovación Agraria - Chumbibamba, para evaluar el efecto de la densidad de empadre en cuyes sobre el tiempo de copula y características reproductivas de hembras sincronizadas.

.

## RESUMEN

Con el objetivo evaluar el efecto de la densidad de empadre en cuyes sobre el tiempo de cópula y características reproductivas de hembras sincronizadas, se realizó el presente estudio donde se utilizaron 54 cuyes (12 machos y 42 hembras) de la raza Perú en edad reproductiva y con un peso promedio de 1000 gramos, todos pertenecientes a la Estación Experimental Agraria Chumbibamba-INIA. Los cuyes fueron distribuidos en 4 tratamientos utilizando un diseño completamente aleatorizado, siendo la densidad de empadre el factor de interés (1:2; 1:3; 1:4 y 1:5 machos en relación de las hembras), cuyas variables de respuesta fueron, tiempo de cópula, tasa de preñez, tasa de parto y número de crías, las variables utilizadas fueron evaluadas mediante análisis de varianza. Los resultados muestran que no existió diferencias significativas en el tiempo de cópula según las 4 densidades de empadre evaluadas ( $p>0.05$ ), la tasa de preñez fue similar entre todas las densidades, la tasa de parto tuvo valores entre 55% hasta 83.3% sin mostrar diferencia ( $p>0.05$ ) entre las densidades de empadre. Respecto al número de crías, esta no fue afectada ( $p>0.05$ ) por la densidad de empadre siendo en promedio 2.4 crías. Se concluye que la densidad de empadre de hasta 1:5 en hembras sincronizadas no afecta el tiempo de cópula en machos, la tasa de preñez, tasa de parto y número de crías nacidas.

**Palabras clave:** *Cavia porcellus*, empadre, gestación, parición, prolificidad.



## ABSTRACT

With the objective of evaluating the effect of mating density in guinea pigs on copulation time and reproductive characteristics of synchronized females, the present study was carried out using 54 guinea pigs (12 males and 42 females) of the Peru breed of reproductive age and with an average weight of 1000 grams, all belonging to the Chumbibamba-INIA Agrarian Experimental Station. The guinea pigs were distributed into 4 treatments using a completely randomized design, with mating density being the factor of interest (1:2; 1:3; 1:4 and 1:5 males in relation to females), whose response variables They were copulation time, pregnancy rate, parturition rate and number of offspring. The variables used were analyzed. The results show that there were no significant differences in copulation time according to the four mating densities evaluated ( $p>0.05$ ), the pregnancy rate was similar between all densities, the calving rate had values between 55% and 83.3% without show difference ( $p>0.05$ ) between mating densities. Regarding the number of offspring, this was not affected ( $p>0.05$ ) by the mating density, being an average of 2.4 offspring. It is concluded that mating density of up to 1:5 in synchronized females does not affect copulation time in males, pregnancy rate, parturition rate and number of offspring born.

**Keywords:** *Cavia porcellus*, mating, gestation, calving, prolificacy.



## CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1 Descripción del problema

En todas las regiones del Perú se encuentra la mayor parte de la población mundial de cuyes, distribuidos en su mayor parte en crianzas familiares, que garantiza la seguridad alimentaria de muchas familias y genera ingresos económicos (11). Esta especie animal se caracteriza por su adaptabilidad a diferentes condiciones climáticas, su alto valor nutricional, ciclo reproductivo corto, alimentación variada y su alta productividad, lo que lo ha convertido en uno de los principales recursos para generar ingresos económicos a corto plazo y garantizar la alimentación de poblaciones de estratos sociales bajos (10).

Se ha demostrado que en cuyes un insuficiente espacio vital provoca estrés e incrementa el número de peleas en los animales afectando los parámetros de producción y reproducción (4). Esto se suma a que en la mayoría de sistemas de producción el costo de alimentación se incrementa al tener la cantidad innecesaria machos y es considerado un factor de pérdida económica, ya que muchos productores para el proceso de empadre utilizan una cantidad de cuyes machos sin una proporción adecuada para las hembras, así afectando su balance económico (3).

Además, en la actualidad, el proceso reproductivo de los cuyes requiere de técnicas apropiadas, entre ellos el uso de un sistema de empadre que optimice la productividad de estos animales con fines económicos (3), ya que una proporción inadecuada de machos y hembras en el empadre, estará relacionado pérdidas económicas y menor rendimiento sexual de los reproductores machos (calidad seminal, agotamiento) afectando los parámetros reproductivos de la granja (tasa de preñez, tasa de partos y número de crías/hembra) (7).

En los sistemas de crianza tradicionales predomina el sistema de empadre continuo, donde el macho permanece constantemente con las hembras, manejando densidades de empadre de 1:6 a 1:12, donde las hembras entran en celo en diferentes periodos y permite que los



machos mantengan su eficiencia reproductiva (5). El uso de biotecnologías como la sincronización de estros en cuyes tiene como objetivo asegurar partos durante la época establecida, por lo que se puede contar con lotes de animales con edades y pesos más homogéneos para el mercado, del mismo modo poder seleccionar futuros reproductores y tener más animales en épocas de mayor producción forrajera así como también animales a ser seleccionados como pie de cría mayor número de animales en épocas de mejor producción forrajera (12). Entre otros beneficios de la sincronización de estros en cuyes se describe que se puede reducir el intervalo entre partos de las hembras (8). Pero es importante destacar que todas las hembras sincronizadas con progesterona presentan celos en periodos más homogéneos, logrando una ovulación en las hembras a las 4.5 horas de terminado el protocolo (6).

En un empadre continuo los machos se aparean según la presentación celos, en cambio con la sincronización de estros el macho debe aparearse con muchas hembras en un periodo más corto, lo que podría afectar sus características reproductivas, por lo que se hace necesario determinar la densidad de empadre más adecuada para hembras con un protocolo de sincronización de estros basado en progesterona.

## 1.2 Enunciado del problema

### 1.2.1 Problema general

¿Cuál es el efecto de la densidad de empadre en cuyes sobre el tiempo de cópula y las características reproductivas de hembras sincronizadas en la Estación Experimental Agraria Chumbibamba – Andahuaylas?

### 1.2.2 Problemas específicos

- ¿Cuál será el tiempo de cópula en machos según la densidad de empadre con hembras sincronizadas en la Estación Experimental Agraria Chumbibamba – Andahuaylas?
- ¿Cuál será la tasa de preñez de hembras sincronizadas según la densidad de empadre en la Estación Experimental Agraria Chumbibamba – Andahuaylas?
- ¿Cuál será la tasa de partos de hembras sincronizadas según la densidad de empadre en la Estación Experimental Agraria Chumbibamba – Andahuaylas?
- ¿Cuánto será el número de crías de hembras sincronizadas según la densidad de empadre en la Estación Experimental Agraria Chumbibamba – Andahuaylas?



### 1.2.3 Justificación de la investigación

En la actualidad se han desarrollado métodos de sincronización de estros, sin afectar los parámetros reproductivos en cuyes y se siguen realizando más investigaciones para mejorar los resultados de estas técnicas (13). Además, se han desarrollado técnicas para la inseminación artificial en cuyes, que han demostrado ser seguras y se ha logrado tasas de preñez de hasta 100%. Entre las más estudiadas están la inseminación intravaginal y la inseminación intraperitoneal (inyección intraperitoneal con suspensión de espermatozoides), y estas técnicas podrían ser utilizadas en conjunto con la sincronización de estros para mejorar los parámetros reproductivos en cuyes (14).

La justificación de esta investigación destaca 2 aspectos: 1) Motivaciones de carácter práctico, 2) Motivaciones de carácter teórico. Las motivaciones de carácter práctico de este estudio es poder determinar el efecto de la densidad de empadre con hembras sincronizadas sobre variables como el tiempo de cópula en machos y las características reproductivas de las hembras. Esta información será de utilidad para establecer sistemas de apareamientos cuando se realice procesos de sincronización de estros en cuyes. Esto nos servirá para un manejo adecuado en la reproducción de estos animales y mejorar e incrementar el número de animales por campaña y evitar gastos excesivos en la alimentación, esto reflejará directamente en los ingresos de los productores de cuyes de la región Apurímac y del Perú.

Las motivaciones teóricas de este estudio es que se generará información actualizada sobre el tiempo de cópula en machos y las características reproductivas de las hembras en cuyes, información que podrá ser utilizada por criadores y profesionales que trabajan en la producción de cuyes.



## CAPÍTULO II

### OBJETIVOS E HIPÓTESIS

#### 2.1 Objetivos de la investigación

##### 2.1.1 Objetivo general

Evaluar el efecto de la densidad de empadre en cuyes sobre el tiempo de cópula y características reproductivas de hembras sincronizadas en la granja de la Estación Experimental Agraria Chumbibamba-Andahuaylas.

##### 2.1.2 Objetivos específicos

- Determinar el efecto de la densidad de empadre sobre el tiempo de cópula de cuyes machos.
- Determinar la tasa de preñez en hembras sincronizadas según la densidad de empadre en cuyes.
- Determinar la tasa de partos en hembras sincronizadas según la densidad de empadre en cuyes.
- Determinar el número de crías en hembras sincronizadas según la densidad de empadre en cuyes.

#### 2.2 Hipótesis de la investigación

##### 2.2.1 Hipótesis general

La densidad de empadre de hasta 1:5 en cuyes hembras sincronizadas no afecta el tiempo de copula en machos y las características reproductivas de las hembras de la raza Perú.

##### 2.2.2 Hipótesis específicas

- El tiempo de cópula en cuyes machos con hembras sincronizadas disminuye según aumente el número de hembras empadradas por un macho.



- La tasa de preñez en hembras sincronizadas disminuye según aumente el número de hembras empadradas por un macho.
- La tasa de parto en cuyes hembras sincronizadas disminuye según del número de hembras empadradas por un macho.
- El número de crías de hembras sincronizadas disminuye según el número de hembras empadradas por un macho.

### 2.3 Operacionalización de variables

**Tabla 1.** Operacionalización de variable.

Variables	Indicadores
Variable independiente	
Densidad de empadre	Número de hembras por macho
Variable dependiente	
Tiempo de cópula en machos	Intervalo de la duración de cópula
Tasa de preñez	Número de hembras preñadas en relación a las empadradas
Tasa de parto	Número de hembras paridas en relación a las empadradas
Número de crías nacidas	Número de crías por hembra sincronizada



## CAPÍTULO III

### MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

#### 3.1 Antecedentes

- a) Con el objetivo de buscar un método sencillo para obtener ovulación sincronizada en cuyes, se realizó un experimento en las instalaciones de la Granja de animales menores de la Universidad Nacional Agraria La Molina y en los Laboratorios del Centro de Investigación y Enseñanza en Transferencia de Embriones, Puente Piedra, Lima, donde se analizó la actividad luteolítica de tres análogos diferentes de prostaglandinas F2alfa (PGF2 $\alpha$ ) (D-cloprostenol, D,L-cloprostenol y Luprostiol) y un tratamiento diario con Altrenogest por vía oral. Se probó sucesivamente en diferentes etapas del ciclo estral en el mismo grupo de hembras durante un período de 8 meses. La duración del ciclo estral no se modificó con la administración de análogos de PGF2 $\alpha$ , cualquiera que fuera la etapa del ciclo estral cuando se inició el tratamiento. Los resultados de este estudio consideran no apropiado el uso de análogos de PGF2  $\alpha$ , para la sincronización de celos en cuyes. En cambio, la utilización de progestágenos (Altrenogest) ovularon cuatro días después del final del tratamiento y fue seguido por el apareamiento. No se observaron impactos negativos de la sincronización con progestágenos sobre las tasas de preñez, las tasas de parto y el tamaño de las camadas en cuyes. Los investigadores concluyen que la sincronización del celo con progestágenos en cobayas es menos estresante y no afecta los parámetros reproductivos (6).
- b) Con el objetivo de evaluar la carga de empadre de cuyes machos, sobre las características reproductivas de cobayas, se realizó un experimento en las instalaciones del Instituto Nacional de Innovación Agraria, Lima, donde se evaluó cuatro densidades de empadre: 1:4; 1:5; 1:8; 1:10. Se utilizaron hembras de diez semanas de edad bajo el siguiente detalle, 32 (1: 4); 35 (1: 5); 24 (1: 8); y 30 (1: 10), de las cuales se evaluaron 303 crías nacidas. Los resultados de esta investigación indican que la tasa de preñes con la densidad de empadre 1:4 (96.88%) y 1:5 (94.29%) se alcanza un porcentaje de preñez de 95.59% al incrementarse la carga de empadre a 1:8 (91.67%) y 1:10 (93.33%) se logra en promedio 92.5% de preñez. Del mismo modo se reporta que la densidad de

empadre en cuyes de hasta 1:10 no afecta el número de crías por hembra, con resultados de 1:4 (2:84), 1:10(2.73), 1:5 (2.56) y 1:8(2.52 crías/parto) (7).

- c) Se desarrolló un estudio para evaluar el efecto de la densidad de empadre y su influencia en la reproducción de cuyes (*Cavia porcellus*), para lo cual se desarrollaron tres densidades de empadre (12:1, 10:1, 8:1). Las variables evaluadas fueron el desarrollo de crías, peso inicial, peso final, porcentaje de mortalidad, ganancia de peso de peso vivo, número de crías, consumo de alimento y relación costo beneficio. Este estudio reportó que se obtuvo un mayor peso final de las crías con la menor densidad de empadre con 968,75 gr. El porcentaje de mortalidad fue bajo para todos los tratamientos, siendo para el T1 un 2.4%, y en el T2 con 1%. El tamaño de camada no fue afectado por la densidad de empadre y el mejor beneficio/costo, se alcanzó con la densidad 12:1, concluyendo que en sistemas tradicionales se puede incrementar la densidad de empadre hasta 12:1 sin afectar el tamaño de camada e incrementando el retorno económico de la crianza (3).
- d) Se realizó un experimento factorial en el distrito de Túcume, provincia de Lambayeque, donde se determinó la influencia de dos factores de interés: tres densidades de empadre (7:1; 8:1 y 9:1) y dos áreas de crianza (1.08 y 1.35 m<sup>2</sup>). Bajo la estructura de un experimento factorial, los tratamientos del experimento fueron: T1: D 7:1 en 1.08 m<sup>2</sup>; T2: D 7:1 en 1.35 m<sup>2</sup>; T3:D 8:1 en 1.08 m<sup>2</sup>; T4: D 8:1 en 1.35 m<sup>2</sup>; T5: D 9:1 en 1.08 m<sup>2</sup>; T6: D 9:1 en 1.35 m<sup>2</sup>. El diseño experimental utilizado es un diseño completo al azar con arreglo factorial 3 x 2 y para la comparación de medias se utilizó la prueba de Duncan ( $P>0.05$ ). Los resultados indican que en cuyes no sincronizados la mejor densidad de empadre es de 1:7 en un área de 1.08 m<sup>2</sup>, donde no se registró mortalidad de crías (15).
- e) En el centro poblado de Andabamba distrito de Amarilis, Huánuco, se estudió el efecto de la sincronización de celo en cuyes mediante la utilización de la hormona liberadora de gonadotropinas GnRh (T1) y la hormona luteinica PF2a (T2), evaluando diferentes características reproductivas durante 150 días de experimentación. Se determinó un mayor grado de eficiencia en la sincronización de las reproductoras, mediante la utilización de GnRh obteniéndose una tasa de fertilidad del 75%, luego de un periodo de empadre de 5 días. El periodo de gestación fue inferior en las hembras sincronizadas con GnRh, registrándose un promedio de 60.80 días, en relación al tratamiento con PF2a

que alcanzo un promedio de 65.25 días. Por su parte el tamaño de camada y peso de camada al nacimiento y destete, fueron superiores en el tratamiento con GnRh, determinándose promedios de 3.07 crías, 388.93gr. y 949,13gr. Respectivamente. Se recomienda su utilización como alternativa en el manejo reproductivo de esta especie con la obtención de crías homogéneas (12).

- f) Se desarrolló un estudio con el objetivo de evaluar el efecto de evaluar dos protocolos de sincronización de estros, mediante el uso de la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) y la prostaglandina F2alfa (PGF2 $\alpha$ ). Los tratamientos variaban en la diferente dosis de la prostaglandina. Las variables evaluadas fueron la tasa de concepción y tamaño de camada. Las unidades experimentales fueron 24 cuyes hembras con un peso aproximado de 901,25 g de peso. El tratamiento 1 consistió en la administración de GnRH en el día 0 (0,002 mg), y en el día 7 una dosis de PGF2 $\alpha$  (1,25 mg), en el día 9 se aplicó GnRH (0,002 mg); después de 12 horas de la última aplicación de GnRH se colocó el macho reproductor por un periodo de 24 horas. En el tratamiento 2 los cuyes recibieron el mismo protocolo hormonal que el tratamiento 1, pero la dosis de PGF2 $\alpha$  fue de 2,5 mg por dosis. En el tratamiento 1 el porcentaje de celo fue de 66,7% y para el tratamiento 2 de 83,3%. Respecto a la tasa de fertilidad en el T1 no se preñó ninguna hembra y en el T2 fue 66,7%, con una media de crías nacidas de 1,37 crías. Se concluye que un protocolo combinado de GnRH con una dosis de PGF2 $\alpha$  de 2,5 mg es un protocolo viable para la sincronización de estros en 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 (8).
- g) Se realizó un estudio observacional en la granja de la Estación Experimental Agraria Chumbibamba-Andahuaylas, con el fin de informar el tiempo de cópula y tamaño de camada de cuyes de la raza Perú que fueron empadradas a una densidad de 1:7 (1 macho y 7 hembras). El estudio se desarrolló mediante un sistema de empadre continuo, con 3 repeticiones (21 hembras evaluadas). El tiempo de cópula fue evaluado mediante la observación de grabaciones realizadas por una cámara HikVisión, y el tamaño de la camada se evaluó después del parto. Los resultados de este estudio indican que en la Estación Experimental de Chumbibamba, los cuyes de raza Perú empadradas a una densidad de 1:7, presentan un tiempo de cópula de 4.02 segundos y tiene un tamaño de camada de 2.7 crías/parto (16).



## 3.2 Marco teórico

### 3.2.1 Generalidades de la crianza de cuyes

La crianza de cuyes es una actividad económica que se desarrolla con mayor frecuencia en las zonas altoandinas, predominando el sistema de crianza familiar, permitiendo producir alimentos proteicos de alta calidad a partir de forrajes altamente fibrosos (17).

El cuy en sus zonas de crianza toma varios nombres: cobayo, curi, conejillo de indias. Barrial y Huaman, (2021), lo describen como: “Es un mamífero roedor, herbívoro, monogástrico, adaptado a la crianza doméstica, oriundo de las zonas andinas y altoandinas de América del Sur (Perú, Bolivia, Ecuador, Colombia, Venezuela, Argentina, Chile, Paraguay, Uruguay y Brasil), también se registra su habitad en Centro América y el caribe” (10).

Es un animal que forma parte de la dieta de los pobladores que habitan cerca a la cordillera de los andes debido a su alto valor nutricional de proteína y considerada como una carne saludable y de calidad lo convierte en uno de los principales recursos para asegurar la seguridad alimentaria de los pobladores (10). En resumen se define al cuy como un mamífero precoz, prolífico, que tiene ciclo un ciclo reproductivo corto, con un manejo sencillo y que se adapta a diferentes tipos de ecosistemas (18). Es característico de esta especie su mayor desarrollo al nacimiento, ya que los gazapos nacen con los ojos desarrollados y abiertos y están cubiertos de pelo. Además, son capaces de alimentarse de alimento sólido al poco tiempo de nacidos por su propia cuenta. Se ha adaptado a consumir una variedad amplia de forrajes, además de residuos de cosecha y alimentos concentrados (19).

### 3.2.2 Taxonomía

Según Aliaga (1979), el cuy es una especie nativa del Perú, domesticada y criada desde épocas muy remotas y que, en la actualidad, significa para el poblador peruano uno de los recursos más importantes como fuente de ingreso y alimento, pudiendo disminuir nuestra dependencia y solucionar una parte del déficit de proteína animal. El mismo autor menciona que Geoffrey y otros, demostraron que la especie racial del cuy es: originario del Perú y que el *Cavia cutleri*, se debe considerar como el antecesor de la especie doméstica, actualmente conocida en América y Europa.

Según lo descrito por Usca (20) y Barrial (10), la clasificación taxonómica del cuy es el siguiente:



<b>Clasificación</b>	<b>Denominación</b>
Reino	Animal
Phylum	<i>Vertebrata</i>
Clase	<i>Mammalia</i>
Orden	<i>Rodentia</i>
Familia	<i>Caviidae</i>
Género	<i>Cavia</i>
Especies	<i>Cavia porcellus Linnaeus</i>

### 3.2.3 Clasificación por genotipo

Desde la década de los 70, en el Perú se dio inicio un programa de selección y reproducción de cuyes que dio como resultado la formación de líneas genéticas con características productivas que tienen mayor beneficio productivo. Del mismo modo se ha evaluado parámetros productivos de estas líneas genéticas que permite implementar sistemas de alimentación que hacen más eficiente su producción (12).

#### 3.2.3.1 Raza Perú

La raza Perú se caracteriza por tener el pelaje de color rojo puro o combinado con el color blanco. Es una línea genética que es muy precoz y logra un peso adecuado para ser comercializado a la edad de 68-75 días (10).

Dentro de sus parámetros reproductivos se resalta que tiene una tasa de fertilidad del 95%, con un tamaño de camada de 2.61 crías/parto, un periodo de gestación de 68 días y una tasa de gestación post parto de 54.55% (21).

El sistema de alimentación tiene efecto en la prolificidad de esta línea genética pudiendo llegar a tres crías por parto. Además, desarrolla mayor masa muscular que lo vuelve el más óptimo para la producción de carne (10). Se considera a la raza Perú como la base genética pesada para realizar cruzamientos, ya que fija sus características en su progenie. Logran alcanzar pesos adecuados para comercialización a las ocho semanas de edad, con un rendimiento de carcasa de 73% (22).

#### 3.2.3.2 Raza Andina

La raza Andina se caracteriza por tener un pelaje de color blanco puro y ser un genotipo con alta tasa de prolificidad, obteniéndose el mayor número de crías por parto. El tamaño de camada en esta raza oscila entre dos y cuatro



crías y tiene una corta aparición del celo después del parto, por lo que también tiene mayor número de camadas durante su ciclo reproductivo (10).

Es una raza que se adapta a los ecosistemas de la costa, sierra y selva alta, pero se ha demostrado que temperaturas mayores a 28 °C afectan su eficiencia reproductiva (21).

Dentro de sus parámetros reproductivos se destaca una fertilidad promedio de 98%, con un tamaño de camada promedio de 3.2 crías y una tasa de gestación post parto de 76.5% (21).

### 3.2.3.3 Raza Inti

La raza Inti posee el pelaje de color amarillo puro o combinado (amarillo con blanco), y se caracteriza por su resiliencia, lo que le permite ser óptimo para fines productivos, presenta los más altos índices de adaptabilidad en comparación con las demás razas (10).

Es una raza que tiene crías más resistentes a enfermedades, observándose que los individuos con colores más oscuros poseen mayor adaptabilidad a zonas altoandinas con temperaturas frías, y los de color más claro se adaptan a zonas más cálidas (23).

A una edad de diez semanas pueden tener pesos promedios de 800 gramos, y tener una fertilidad promedio de 96%, un tamaño de camada de 2.91 crías por parto y una gestación post parto de 59.75% (21).

### 3.2.3.4 Raza Kuri

Es una raza que fue formada mediante pruebas de habilidad combinatoria, logrando un híbrido (raza Perú como paterna y la materna conformada por el cruce Inti x Andina). Dentro de su genética se destaca un 5/8 de la raza Perú. Todos los individuos son de pelo corto y liso sin remolinos en la cabeza y el lomo. El color de ojos es negro en un 94,8%, no son polidactilos y hay predominancia del color alazán con blanco sea combinado o fajado (22).

La raza UR II fue desarrollada a través del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), es una raza que tiene una alta capacidad cárnica con un 73.5% de rendimiento de carcasa; y ha demostrado adaptarse adecuadamente en los tres sistemas de producción como son el familiar, familiar-comercial y comercial (24).



### 3.2.4 Fisiología reproductiva de los cuyes

Se ha evidenciado que el cuy puede tener un tiempo de vida entre seis a ocho años, y se puede aprovechar los primeros años para el proceso reproductivo ya que no es recomendable criarlos comercialmente durante toda su etapa de vida, esto debido que a partir del segundo año sus parámetros reproductivos son bajos (10).

Para mejorar el proceso reproductivo de los cuyes es conveniente analizar las características del aparato reproductor de las hembras y los machos, además de conocer la fisiología reproductiva para que mediante un adecuado manejo técnico se logre altos índices de fertilidad y natalidad en la crianza (18).

#### 3.2.4.1 Pubertad

La Pubertad en mamíferos inicia con los cambios corporales y de comportamiento que se asocian al proceso de maduración sexual de la especie. “La condición biológica que la define depende de los componentes endocrinológicos del sistema de reproducción: el que involucra al hipotálamo, la hipófisis y las gónadas” (25).

Se ha demostrado que las neuronas peptidérgicas ubicadas en el hipotálamo son las que expresan el gen GnRH. A este grupo de neuronas se le conoce como el centro generador de pulso de la hormona liberadora de las gonadotropinas y actúa como reloj regulador y responsable del inicio de la pubertad (26).

La pubertad en cuyes se define como la edad en la cual los cuyes alcanzan la madurez sexual y tienen la capacidad de tener progenie. El cuy es una especie que alcanza la pubertad a una edad muy temprana, pudiendo aparecer en hembras a los 25 días y en machos a los 60 días de edad (19). En cuyes la edad a la que llegan a la pubertad depende de varios factores de los que se puede destacar la buena alimentación y el manejo adecuado (18).

#### 3.2.4.2 Ciclo estral del cuy

El cuy es un mamífero poli estral, ya que presentan celo durante todo el año, iniciando su primer celo a una edad promedio de 71.2 días, y hasta 80 días en líneas mejoradas (18).

El cuy tiene un ciclo estral con una duración promedio de 16.1 días, teniendo valores mínimos y máximos de 13 a 22 días. El ciclo estral se divide en cuatro



fases que tienen una duración de: proestro (1-1.5 días), estro (8-24 horas), metaestro (1-1.5 días) y diestro (13-15 días) (27).

En el día cero del ciclo estral los niveles de la hormona FSH tienen sus valores más bajos y el estradiol alcanza sus valores máximos. Después del proceso ovulatorio se empiezan a incrementar los valores de FSH y disminuyen las concentraciones de estradiol (27).

La cópula en cuyes se realiza en cualquier época del año, supeditado a la receptividad de las hembras y se ha reportado que generalmente se da por la noche(18).

### **3.2.4.3 Placenta del cuy**

La placenta es un órgano temporal que se desarrolla en el útero para el desarrollo fetal y se ha determinado que los seres humanos y los cuyes tienen una placenta hemocorial discoidal (1). La placenta humana es dicorial en el primer trimestre, pero a medida que avanza el embarazo, los vasos maternos se erosionan y finalmente los trofoblastos invasivos los destruyen por completo, de modo que las superficies trofoblásticas ahora se enfrentan directamente a la sangre materna (es decir, solo hay una capa de trofoblasto). Entre el espacio sanguíneo materno y los vasos fetales a término [hemomonocorial]). La placenta de la cobaya es hemomonocorial durante toda la gestación” (28).

Debido a que su placenta es morfológicamente similar a la placenta humana, el cuy se ha utilizado como modelo animal para muchos estudios perinatales que investigan los factores que afectan la transferencia placentaria (28).

## **3.2.5 Sincronización de estros en cuyes**

### **3.2.5.1 Sincronización con prostaglandinas**

Algunos metabolitos del ácido araquidónico sintetizados en el músculo liso vascular como la prostaglandina E<sub>2</sub> pueden actuar como vasodilatadores, y otros como la prostaglandina F<sub>2α</sub> y los leucotrienos son generalmente vasoconstrictores (29).

La PGF<sub>2α</sub> que es la principal luteolisina, se produce en las células endometriales y también en el cuerpo lúteo en menor concentración; es transportada a través de un mecanismo de contracorriente de la vena uterina, a la arteria ovárica ipsilateral al ovario donde se ha formado el cuerpo lúteo



(30). La acción de esta prostaglandina se debe al hecho de “inhibir la síntesis de colesterol en el cuerpo lúteo y, como consecuencia, el sustrato para la formación de progesterona”. Del mismo modo produce una disminución del flujo sanguíneo al cuerpo lúteo, provocando la luteolisis (29).

Se ha demostrado que la duración del ciclo estral no fue afectada por la administración de PGF $2\alpha$  y sus análogos, reportándose que el ciclo estral es en promedio de 15 a 17 días (6).

### **3.2.5.2 Sincronización con GnRH**

La hormona GnRH es una neurohormona formada por una cadena peptídica de 10 aminoácidos. Los núcleos que influyen la actividad ovárica en las hembras a través de la producción de GnRH son el centro de pulsos y el centro tónico de síntesis basal. Se describe que la somatostatina y la GnRH participan en la regulación de la liberación hormonal del hipotálamo, así como de varias sinapsis neuronales (29).

La utilización de un protocolo que incluye la hormona GnRH a dosis 0,002mg y PGF $2\alpha$  a dosis 2,50mg tiene resultados positivos para sincronizar cuyes y es muy recomendable en cuyes primerizas (8). La GnRH y sus análogos actúan sobre el desarrollo folicular en el ovario e indirectamente sobre la función del cuerpo lúteo vía la inducción de la liberación de LH y FSH desde la hipófisis. La administración de GnRH incrementa los niveles de LH y FSH en la circulación periférica dentro de 2 a 4 h (12).

### **3.2.5.3 Sincronización con progesterona**

Se ha determinado un método estándar de sincronización del celo respetando el bienestar animal en cobayas. Consiste en un tratamiento de 15 días de 0,1 ml de Altrenogest por vía oral, que induce la ovulación dentro de 4 a 5 d. Este método presenta un interés científico para sincronizar el estro de hembras donantes de embriones que pueden ser utilizados para investigación biomédica (6).

Mediante el uso de histología del ovario se determinó que la ovulación se producía entre las 108 a 132 horas, post última administración de progesterona. Las variables histológicas y citológicas logran una alta precisión en la predicción de la ovulación de cuyes sincronizadas con progesterona (9).



Los resultados mostraron que este método debería ser eficiente en cuyes peruanos, pero también en líneas endogámicas. Aplicando tratamientos con Altrenogest en cepas puras del Institut Pasteur utilizadas en investigación biomédica se obtuvo un 87,5% de sincronización de celos (7 de 8 hembras sincronizadas, 3 nulíparas y 5 multíparas (6).

Ueda (14) reporta una tasa de concepción de 100% para cuyes sincronizadas con un implante de progesterona e inseminadas mediante inyección intraperitoneal, observando una capacidad reproductiva óptima durante la preñez. Estos datos fueron comparables a los de las hembras apareadas naturalmente (14).

### **3.2.6 Diagnóstico de preñez en cuyes**

#### **3.2.6.1 Diagnostico por ecografía**

Las medidas de ultrasonido del tamaño fetal se usan regularmente en humanos para evaluar la edad gestacional y estudiar el crecimiento fetal. El diámetro biparietal (BPD) sirve como una valiosa medida clínica para la datación del embarazo y la evaluación del crecimiento cerebral (28).

En la actualidad se puede utilizar la ecografía para diagnosticar la preñez en cuyes. La medición del diámetro biparietal (BPD) se puede utilizar para estimar la edad gestacional. La resistencia al flujo sanguíneo en la placenta se puede evaluar usando el índice de resistencia (RI) derivado de la forma de onda de la velocidad del flujo de la arteria umbilical (28).

#### **3.2.6.2 Diagnostico por palpación**

El diagnóstico de gestación en cuyes de forma manual es un procedimiento que consiste en realizar una palpación de los cuernos uterinos. Este procedimiento se debe realizar con mucho cuidado. Se toma a la hembra por la parte posterior del cuello y se examina la cavidad abdominal con las yemas de los dedos palpando los cuernos uterinos. Si se encuentran pequeños bultos es un indicativo de preñez en cuyes (31).

El diagnóstico de preñez por palpación abdominal se puede realizar de forma segura, la primera etapa se realiza a los 15 días post empadre, donde ya se pueden palpar pequeños bultos de 6mm; en la etapa dos ya se pueden palpar bultos con una medida de 7 a 15 mm a los 25 - 30 días de gestación (32).



### 3.2.7 Parámetros reproductivos

Según lo descrito por Juárez et al, 2013 en un programa de mejoramiento genético en cuyes debemos considerar los parámetros reproductivos de las hembras y su relación con su progenie, estos son: Total de nacidos, nacidos con vida, total de destetados, peso de las crías al nacimiento y peso en la etapa de destete, conversión alimenticia y otros (16).

#### 3.2.7.1 Tamaño de camada

El tamaño de camada (número de nacido) es una característica maternal que es influenciada por factores como peso de la madre al parto, número de parto, estación de parto, efecto genético de líneas y sistema de apareamiento (33). En general el cuy tiene un tamaño de la camada al nacimiento entre 1 a 5 crías por parto, y el parto con mayor número de camada es el tercer parto (34). Por su parte Chauca(21) (17), trabajando con cuyes de la raza Perú reporta que el tamaño de camada al nacimiento en hembras que fueron empadradas posterior al parto es de 2.95 y en hembras que fueron empadradas post destete fue de 2.92 crías.

### 3.2.8 Empadre en cuyes

#### 3.2.8.1 Empadre

El empadre es el proceso en el cual se aparea al mejor cuy reproductor que cuente con las mejores características fenotípicas (peso, tamaño, crecimiento, tipo de pelaje y otros) en edad de reproducción, con las hembras reproductoras seleccionadas y que esten en edad reproductiva (10).

Para el proceso de empadre en cuyes se recomienda que las hembras deben tener un peso vivo promedio entre los 800 a 1,000 gramos y los machos entre 1,000 a 1,200 gramos (23) y una edad de 2.5 meses para hembras y 4 meses para los machos (18).

El macho reproductor tiene comportamiento polígamo, ya que se puede aparear con normalidad con muchas hembras, que normalmente son entre 6 a 10 por macho(21). Otros autores indican que en un área de 1 metro cuadrado se pueden empadrar a una densidad de 1:3 como densidad referencial, pero se ha demostrado que un macho reproductor puede aparearse hasta con 15 hembras en sistemas de crianza comercial (35).



Respecto a la densidad de empadre en sistemas altoandinos se recomienda una densidad de empadre de 1:7 a 1:10, lo que significa que un macho se utilizará para empadrear de 7 a 10 hembras (23).

En los sistemas de crianza comercial, los machos deben permanecer toda la etapa reproductiva en la poza para aprovechar el celo que se da luego de las 3 a 4 horas post parto (21).

### **3.2.8.2 Empadre continuo**

Considerado como el sistema tradicional de empadre en cuyes y es muy utilizado en los sistemas de producción familiares y sistemás intensivos. En este tipo de empadre las hembras reproductoras permanecieran con el macho en toda su vida productiva (36). Dentro de sus beneficios esta que se logran entre 4 y 5 partos/hembra por año y se aprovecha la presentación del celo postparto de las hembras (18).

### **3.2.8.3 Empadre controlado**

En este sistema de empadre el reproductor macho esta con las hembras en un periodo de cinco semanas, para luego separarlas de las hembras durante siete semanas (36). Este sistema de empadre se caracteriza por que se puede programar las fechas de nacimiento y comercialización de los cuyes, pero se desaprovecha el celo post parto característico de esta especie (37).

Por lo tanto, el sistema de empadre controlado, tiene su base en la programación anual que se realiza en la granja, donde se programan cuatro empadres por año, uno cada trimestre (18).

## **3.2.9 Gestación**

En el cuy se ha reportado un periodo de gestación entre 67 y 69 días, independientemente de la precocidad, prolificidad o líneas genética. Pero si se ha reportado que la frecuencia de gestaciones después del parto varía según la línea genética, siendo menores en las líneas Perú e Inti que se caracterizan por su rápido crecimiento y con mayor frecuencia en la línea Andina (17).

Una hembra que fue fecundada ya no presentará ciclos estrales y presentará un comportamiento tranquilo. Además, presentará un incremento del volumen del vientre y crecimiento de las glándulas mamarias (10).

Durante la primera etapa de gestación se debe evitar el exceso de alimentos energéticos para evitar el exceso de peso en el momento del parto, ya que la grasa acumulada afectará el proceso del parto. En los últimos 15 días de gestación se debe



evitar movimientos de animales entre pozas y tampoco se debe realizar limpiezas profundas del ambiente (21).

### 3.2.10 Parto

Se denomina parto a la acción donde la hembra que ha estado en gestación expulsa al/los feto/s. En caso del parto normal en animales domésticos esta se da cuando el feto completa su desarrollo, siendo capaz ya de sobrevivir en el medio externo, por lo que es expulsado en ese término (10).

En caso de los cuyes, el parto se produce en mayor proporción durante la noche y tiene una duración entre 10 y 30 minutos, con intervalos de 7 minutos entre cada cría (23).

De acuerdo a la raza, al tipo de manejo y la alimentación de las hembras gestantes, se puede tener un tamaño de camada entre 1 a 6 crías por parto (35). Posterior al proceso del parto, la madre se come la placenta, limpia, lame y da calor a sus crías, lo que favorece la circulación de la sangre de los recién nacidos (23). Las crías tienen un desarrollo completo al nacimiento, presentando pelos en todo el cuerpo, tienen los ojos abiertos, oídos funcionales y dientes desarrollados y se recomienda separar al macho en el periodo del parto para evitar la muerte de las crías por aplastamiento o asfixia (10).

### 3.3 Marco conceptual

- a) **Cópula.** Se trata de una conducta de los animales que permite la reproducción y por lo tanto la perpetuación de la especie; los individuos la realizan porque les induce estados afectivos positivos (38).
  
- b) **Estro.** Los animales domésticos tienen periodos limitados de celo (el momento de la receptividad sexual); se utiliza el término ciclo estral, y el inicio del proestro define el inicio del ciclo (39).
  
- c) **Sincronización.** Aplicación de un tratamiento con el objetivo de agrupar un fenómeno reproductivo (celo, ovulación) en un corto período, mientras que cuando se habla de inducción de celo se refiere a la aplicación de un tratamiento para provocar un fenómeno reproductivo que está ausente.

- d) **Densidad macho hembra.** Es el número de machos entre el número de hembras según el espacio vital necesario para cada etapa de desarrollo (39).
- e) **Tasa.** Es una relación entre dos magnitudes. Se trata de un coeficiente que expresa la relación existente entre una cantidad y la frecuencia de un fenómeno (40).
- f) **Hormona.** Es una sustancia química segregada por una célula especializada, localizada en glándulas endocrinas, o también por células epiteliales e intersticiales, cuyo fin es influir en la función de otra célula (39).



## **CAPÍTULO IV METODOLOGÍA**

### **4.1 Tipo y nivel de investigación**

El presente estudio fue experimental ya que se caracterizó por la manipulación del factor de interés, factor causal o variable independiente para la medición posterior del efecto (40). El nivel de investigación es explicativo, ya que el estudio pretende evidenciar y demostrar la adecuada proporción de machos en hembras sincronizadas.

### **4.2 Diseño de la investigación**

El experimento se realizó utilizando un Diseño Completamente Aleatorizado, siendo la variable independiente es la densidad de empadre. Se emplearon cuatro tratamientos que fueron las densidades de empadre de 1:2; 1:3; 1:4 y 1:5. El número de repeticiones por tratamiento fueron tres.

### **4.3 Población y muestra**

#### **3.3.1 Población**

La población de este estudio fueron cuyes de ambos sexos de la raza Perú de la Estación Experimental Agraria de Chumbibamba INIA-Andahuaylas.

#### **3.3.2 Muestra**

Para el presente estudio se utilizó muestreo no aleatorio, cuyo tamaño de muestreo se realizó por conveniencia, siendo 54 cuyes en edad reproductiva de las cuales fueron 12 machos y 42 hembras.

### **4.4 Procedimiento**

#### **4.4.1 Lugar de estudio**

El estudio se realizó en la Estación Experimental de Chumbibamba del Instituto Nacional de Innovación Agraria, ubicada en el distrito de Talavera, provincia de Andahuaylas en la Región Apurímac. La altitud de la zona de estudio fue de 2830 msnm y sus coordenadas UTM son -13.64365, -73.45722.



El distrito de Talavera tiene una temperatura promedio anual entre 15 y 18°C, teniendo una precipitación promedio de 85 mm/año, que se concentra entre los meses de septiembre y marzo (41).

#### **4.4.2 Limpieza y desinfección**

La infraestructura del galpón tiene una medida 7 m de ancho por 10 m de largo con pared de ladrillo y calamina con una altura de 2.5 m por 2.80 m de una sola agua con techo de fibra de vidrio y calaminas transparentes con ventilación de norte a sur.

Las instalaciones consistieron en pozas elevadas, de estructura de madera y mallas como se puede observar en el Anexo 3, con una medida de 1.40 m de largo y 0.90 cm de ancho, con una altura de 0.35 cm. Los comederos en las pozas consistieron en comederos tipo tolva con plato de aluminio y bebederos fabricados con tubos de pbc de 4 pulgadas con base de cemento.

Antes de la distribución de los cuyes machos en los tratamientos, se realizó la limpieza y desinfección completa del área de experimentación. Se removió los restos de forrajes y excretas residuales del ambiente y se procedió a fumigar utilizando CiperGold (Cipermetrina a una dosis de 20 mL en una mochila fumigadora de 15 litros). Posterior a la fumigación se utilizó cal viva para la desinfección de todas las instalaciones y se dejó orear el ambiente por el periodo de 7 días.

#### **4.4.3 Identificación de los cuyes del experimento**

Las unidades experimentales fueron cuyes machos y hembras en edad reproductiva de la raza Perú criados en la Estación Experimental Chumbibamba. Los pesos de los cuyes según sexo fueron de 700 a 800 gramos para las hembras y los machos con un peso promedio de 1200 a 1400 gramos. Todos los animales del experimento fueron clínicamente sanos.

Los cuyes seleccionados fueron identificados utilizando un arete de metal que fue colocada según el sexo del animal, en la oreja derecha en las hembras y en la oreja izquierda para los machos. Una vez realizado la identificación los cuyes, estos fueron distribuidos aleatoriamente en cada uno de los cuatro tratamientos.

#### **4.4.4 Alimentación de los cuyes**

Los cuyes de este experimento tuvieron una alimentación mixta a base de forraje y concentrado comercial que cubrían sus requerimientos diarios para su etapa reproductiva. Esta dieta consistió en forraje de alfalfa en un 90% de la ración y



alimento balanceado un 10% para cuyes en etapa reproductiva de la marca comercial Cuyinor para la etapa reproductiva de la empresa MOLINORTE, con presentación peletizado completo de 3.0 mm. La composición nutricional del alimento fue de 17% de proteína, grasa 3%, fibra 11% y humedad de 13%.

La frecuencia de alimentación fue de dos veces al día en horarios de 8.00 am donde se le suministraba alimento balanceado peletizado, con una disponibilidad de agua ab-líbitum en platos fabricados en la estación experimental de Chumbibamba con tubos de PVC con base de cemento de 4 pulgadas y a las 5 pm se le daba forraje verde alfalfa.

#### **4.4.5 Tratamientos del experimento**

Para el tratamiento 1 se utilizó una proporción macho:hembra de 1:2, donde se colocó en una poza un macho con 2 hembras sincronizadas en pozas levantadas con una medida de 0.46 cm de ancho y largo de 0.90 cm, con una altura de 0.35 cm.

Para el tratamiento 2 se utilizó una proporción macho:hembra de 1:3, donde se colocó por poza un macho con 3 hembras sincronizadas en pozas levantadas con una medida de 0.70 cm de ancho con 0.90 cm de largo, con una altura de 0.35 cm.

Para el tratamiento 3 se utilizó una proporción macho:hembra de 1:4, donde se colocó por poza un macho con 4 hembras sincronizadas en pozas levantadas con una medida de 1.40 m de largo y 0.90 cm de ancho, con una altura de 0.35 cm.

Para el tratamiento 4 se utilizó una proporción macho:hembra de 1:5, donde se colocó por poza un macho con 5 hembras sincronizadas en pozas levantadas con una medida de 1.40 m de largo y 0.90 cm de ancho, con una altura de 0.35 cm.

#### **4.4.6 Sincronización de celo**

La sincronización de estros se realizó utilizando un progestágeno según descrito por Grégoire (6) para cuyes hembras, que consiste en el uso de Regumate Porcino, cuya composición fue Altrenogest (0.4 mg/mL); utilizandose para la sincronización de 0.1 ml de Regumate Porcino con una jeringa tuberculina por vía oral durante 15 días. Una vez culminada el proceso de sincronización se tuvo un periodo de descanso de 2 días, y el día 18 de iniciado el proceso se colocó los machos en las pozas respectivas según los tratamientos. Los machos permanecieron con las hembras por un periodo de tres días.

El área de investigación estaba implementada con cámaras de video vigilancia de la marca (HikVision - HK-DS2CE16C0T-IRF), la primera y segunda cámara tiene una



vista de la parte superior del galpón a una altura de 2,5 metros del suelo con un ángulo de inclinación de 45 grados , grabando las 24 horas durante el tiempo del experimento que permitió monitorear el comportamiento sexual de los machos y las hembras, determinándose con exactitud los animales que presentaron celo después del proceso de sincronización.

#### **4.4.7 Determinación del tiempo de cópula**

Esta variable se midió utilizando las cámaras de la marca HikVision y HK-DS2CE16C0T-IRF fabricados en China y Japón, que fueron colocados en la parte superior de galpón, con ello se observó las hembras que mostraron signos de celo con su comportamiento y que fueron apareadas con los machos, y se registró el tiempo de cópula en segundos.

Las cámaras de video vigilancia tienen una función de las 24 horas grabando, se evaluaron las grabaciones de las cámaras al día siguiente que se colocaron los machos con las hembras para obtener los datos del tiempo de copula por hembra que fueron registrados en una tabla Excel, de acuerdo a la identificación de los cuyes.

#### **4.4.8 Determinación de la tasa de preñez**

El diagnóstico de preñez se realizó a los 42 cuyes hembras a los 30 días y 50 días posteriores al empadre, realizándose en dos etapas, siendo la primera mediante palpación del vientre y la segunda etapa consistió en una ecografía gestacional.

##### **a. Diagnóstico por palpación**

Según el procedimiento establecido en el centro experimental de Chumbibambania, el diagnóstico de preñez mediante la palpación se realizó al día 30 post empadre. El procedimiento consistió en colocar a la hembra sobre una superficie plana en una posición decúbito ventral, realizando una sujeción suave para disminuir el estrés de la hembra. La mano del operario se ubicó debajo del abdomen, en la región inguinal de la hembra y con los dedos índice, pulgar y medio se aplicó una ligera presión para palpar los embriones.

Los resultados del diagnóstico por palpación fueron registrados en un registro reproductivo individual, y luego procesados en una hoja de cálculo.

#### **b. Diagnóstico de preñez mediante ecografía**

En el Centro Experimental de Chumbibamba- INIA se ha implementado el diagnóstico gestacional de cuyes mediante ultrasonido, utilizando ecógrafo modelo BPU60VET de la marca BMV TECHNOLOGY fabricado en Alemania, que se realizó al día 50 post empadre. El procedimiento inició colocando a la hembra en una posición decúbito dorsal, en una superficie acolchonada donde se realizó la sujeción. Se realizó una limpieza rápida de la zona abdominal de la hembra, y se rasuró la zona utilizando una máquina de cortar pelo de mascotas de la marca Wahl fabricado en China, una vez rasurado se realiza la limpieza con una toalla limpia, y se aplica abundante gel para ecografía (Ecogel). Se utilizó un transductor microconvexo con una frecuencia de 10 MHz, haciendo la evaluación en corte transversal, mediante movimientos suaves con dirección de arriba para abajo y de izquierda a derecha en la zona abdominal del cuy.

#### **4.4.9 Determinación de tasa de parto**

Para la evaluación de esta variable se consideró el número total de hembras empadradas en relación al número de hembras paridas. Los datos de esta variable fueron confirmados mediante una evaluación ginecológica de las hembras y la producción de leche de estas.

#### **4.4.10 Determinación del número de crías**

Después del parto se registró la identificación de la madre y el número de crías nacidas por madre. Los datos del número de crías fueron confirmados con la observación de los vídeos de las cámaras de vídeo vigilancia.

### **4.5 Técnica e instrumentos**

Las técnicas que se utilizaron en este experimento se mencionaron en el ítem 4.4.8, a y b. El instrumento utilizado en esta investigación fue el registro, que fue diseñado para recoger los datos tomados en las distintas etapas de experimentación. Esta ficha de registro se utilizó para la creación de la tabla de datos.

### **4.6 Análisis estadístico**

El análisis de datos se realizó utilizando el software estadístico InfoStat versión 2020. Para evaluar las variables de respuesta se utilizó el Análisis de la Varianza previa evaluación de los supuestos del ANOVA. El nivel de significancia en este estudio fue 5%.



El modelo matemático para el análisis de las variables de respuesta corresponde al de un Diseño Completamente al Azar y se muestra a continuación:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

$Y_{ij}$ : Variable dependiente (Tiempo de cópula, tasa de preñez, tasa de parto y número de crías)

$\mu$ : Media poblacional

$T_i$ : Efecto del tratamiento (Proporción macho:hembra)

$E_{ij}$ : Error experimental

## CAPÍTULO V

### RESULTADOS Y DISCUSIONES

#### 5.1 Análisis de resultados

##### 5.1.1 Tiempo de cópula

Como objetivo institucional se evaluó el tiempo de cópula según densidad de empadre. Los resultados para esta variable se presentan en la Tabla 2, donde se observa que la densidad de empadre para cuyes que están sometidas a un proceso de sincronización de estros no afectó ( $p>0.05$ ) el tiempo de cópula de los machos. El promedio del tiempo de cópula para el T1 fue 4.72 s; 4.08 s para la densidad 1:3; 4.46 s para la densidad 1:4 y 4.18 s para la densidad 1:5. Estos resultados estarían indicando que a pesar de que las hembras presentan estros al mismo tiempo, el macho tiene el mismo rendimiento sexual (tiempo de cópula en segundos) hasta con 5 hembras sincronizadas.

**Tabla 2.** Tiempo de cópula en hembras sincronizadas según densidad de empadre

Tratamiento	Tiempo de cópula (s)
T1: 1 macho, 2 hembras	4.72 a
T2: 1 macho, 3 hembras	4.08 a
T3: 1 macho, 4 hembras	4.46 a
T4: 1 macho, 5 hembras	4.18 a

Medias con una letra igual en sentido vertical no son estadísticamente diferentes ( $p>0.05$ ).

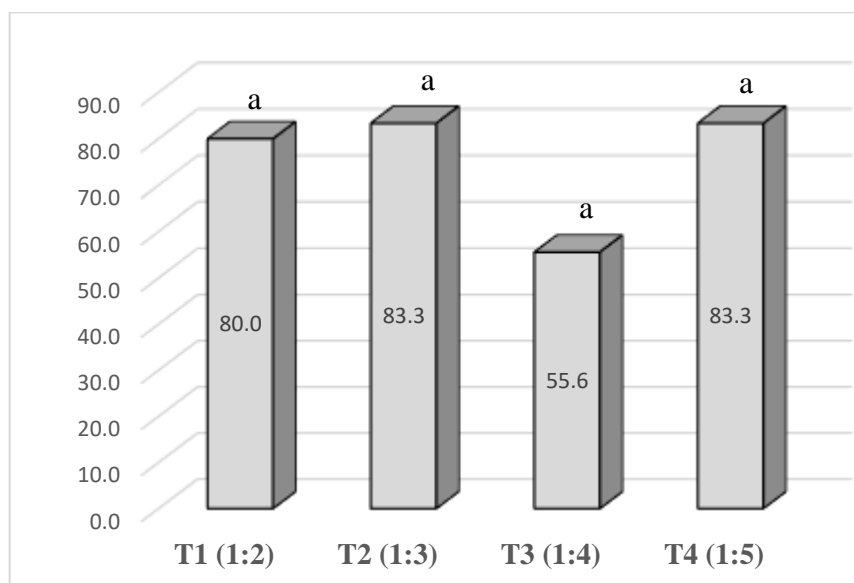
##### 5.1.2 Tasa de preñez

La segunda variable evaluada en este estudio fue la tasa de preñez según la densidad de empadre en hembras sincronizadas.

Las hembras sincronizadas que presentaron celo fueron servidas según la densidad de empadre definido en los tratamientos y se determinó la tasa de preñez de forma manual a los 30 días, con una confirmación ecográfica a los 50 días. Los resultados para la tasa de preñez se presentan en la Figura 1, donde se observa que la densidad de empadre de 1:3 y 1:5 tienen una tasa de preñez de 83.3% y el tratamiento con



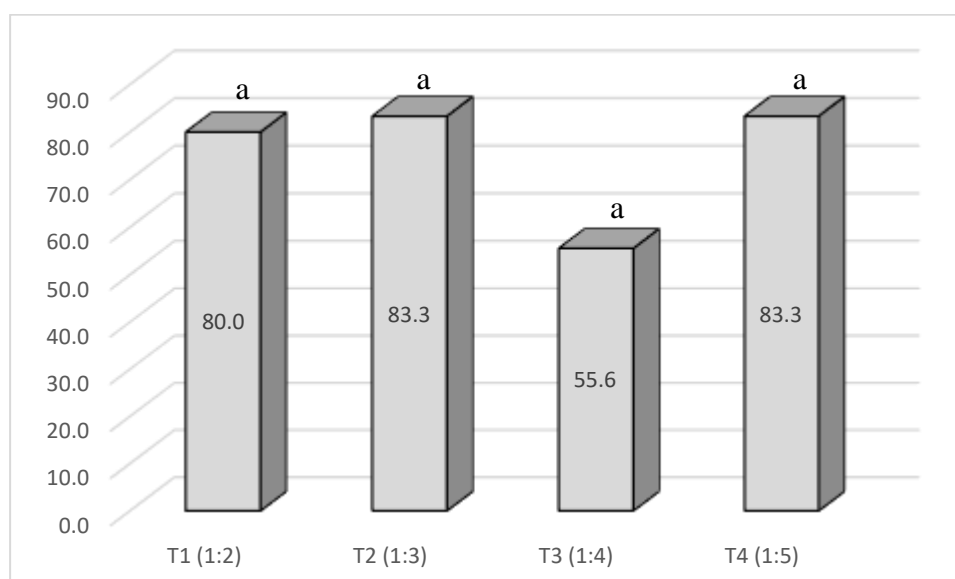
menor tasa de preñez fue el T3 con un 55.6%. La tasa de preñez no fue afectada ( $p>0.05$ ) por tamaño de camada



**Figura 1.** Tasa de preñez en cuyes sincronizadas según densidad de empadre letras iguales no expresan diferencia ( $p>0.05$ ).

### 5.1.3 Tasa de parto

Las hembras servidas con preñez confirmada fueron monitoreadas hasta el momento del parto. La tasa de parto fue calculada considerando el número de hembras servidas y el número de hembras que dieron parto y los resultados se presentan en la Figura 3. La tasa de parto para el T2 y T4 fue de 83.3%, para el T1 fue de 80.0%. La densidad de empadre que reporto menor tasa de parto fue el T3 fue de 55.6%.



**Figura 2.** Tasa de parto en cuyes sincronizadas según la densidad de empadre letras iguales no expresan diferencia ( $p>0.05$ ).

#### 5.1.4 Número de crías nacidas

A los 67 días del empadre se controló los partos de las hembras, pudiendo determinar el tamaño de camada por hembra y por tratamiento. El número de crías nacidas según la densidad de empadre se presentan en la Tabla 3, donde el análisis estadístico concluye que densidad de empadre entre todas las densidades de cuyes macho:hembra sincronizadas no tienen efecto en el tamaño de la camada, siendo estadísticamente iguales para todos los tratamientos ( $p>0.05$ ).

**Tabla 3.** Tamaño de camada en hembras sincronizadas según densidad de empadre

Tratamiento	Nº de crías
T1: 1 macho, 2 hembras	2.00 a
T2: 1 macho, 3 hembras	3.00 a
T3: 1 macho, 4 hembras	1.80 a
T4: 1 macho, 5 hembras	2.80 a

Medias con una letra igual en sentido vertical no son estadísticamente diferentes, ( $p>0.05$ ).

En promedio el tamaño de camada para el tratamiento 2 fue de 3 gazapos, seguido del tratamiento 4 con 2.8 gazapos y el tratamiento 3 con un promedio de 1.8 crías.

## 5.2 Discusión

### 5.2.1 Tiempo de cópula

La cópula es una conducta que permite la reproducción por lo tanto perpetuar la especie y se ha demostrado que en roedores su duración induce a estados afectivos (42). En nuestro estudio se reporta que la densidad de empadre para cuyes que están sincronizadas no afectó el tiempo de cópula en segundos, teniendo una media de 4.72 segundos para la densidad 1:2; 4.08 segundos para el 1:3; 4.46 segundos para la densidad 1:4 y 4.18 segundos para la densidad de empadre 1:5. Los resultados de nuestra investigación indican que a pesar que las hembras presentan celo en un periodo muy corto por el efecto de la sincronización, esto no afectaría el rendimiento sexual del macho reproductor que se expresa en el tiempo de cópula. Al respecto, en un reporte del INIA – Andahuaylas, se ha medido la variable de tiempo de cópula en cuyes de la raza Perú, en hembras no sincronizadas a una densidad de empadre de 1:7 y los resultados obtenidos indican que el tiempo de cópula para cuyes de la raza Perú es de 4.05 segundos. Nuestros resultados muestran que la duración de la cópula



en cuyes de la raza Perú es en promedio 4 segundos; además no fue afectado por la frecuencia de celos de las hembras.

En un estudio realizado por Vivanco (43) también se reporta que la calidad seminal del cuy macho no fue afectada por la frecuencia de colecta de semen, realizando colecta en 8 días consecutivos no reportó diferencias significativas en calidad seminal. Estos resultados también estarían indicando que el cuy macho de la raza Perú pueden aparearse de forma continua, por lo que la sincronización y las densidades de empadre menores o igual a 1:5 no afectaría su rendimiento sexual.

### **5.2.2 Tasa de preñez y parto**

La tasa de preñez en cuyes sincronizadas según la densidad de empadre varía entre 55.6 % para la densidad 1:4 y superior al 80% para la densidad 1:2; 1:3 y 1:5. La tasa de preñez de nuestro estudio fue similar a lo reportado por Grégoire (6), que en cuyes sincronizadas mediante progestágenos a una densidad de empadre de 1:7, obtuvo tasas de preñez de 79%. Del mismo modo, Quenta (31), que realizando sincronización con una combinación de prostaglandina y estrógenos reportó tasas de preñez entre 45 y 72% según el protocolo utilizado a una densidad de empadre de 1:7. Por otro lado, Oñate (44) en su investigación también reportan tasas de concepción de 75% utilizando para sincronizar la GnRH, y de 70 % de tasa de preñez en cuyes sincronizadas con prostaglandina PGF2 $\alpha$ . Estos resultados sugieren que los protocolos de sincronización de estros que utilizan progestágenos y GnRH tienen tasas de preñez superiores al 50%, y la densidad de empadre hasta una proporción 1:7 no afectaría la tasa de preñez en cuyes de raza Perú.

Respecto a la tasa de parto, nuestro estudio reportó tasas de hasta 80% para el T1 y 83.3% para el T4. Resultados que coinciden con lo descrito por Grégoire (6) quien reportó tasas de parto de 82% en hembras sincronizadas con progestágenos, teniendo valores similares a la tasa de parto reportado en este estudio.

### **5.2.3 Número de crías nacidas**

El número de crías es un parámetro que es afectado por varios factores, como la raza, estado nutricional de la hembra, edad de los reproductores, tasa de ovulación, manejo reproductivo(45), y condiciones ambientales (7). Los resultados de nuestro estudio indican que la densidad de empadre hasta 1:5, no afecta el número de crías por hembra, a pesar que se observan promedios de 3 crías para el T2 y 1.8 crías para el T3, la variabilidad de datos hace que no se reporten diferencias significativas entre



las medias. Nuestros resultados estarían asociados al tiempo de cópula que tuvieron los machos en cada densidad evaluada, ya que también no se observaron diferencias significativas.

Al respecto, nuestros resultados coinciden con lo reportado por Grégoire (6) que realizando sincronización con progestágenos obtuvo un tamaño de camada sin diferencias significativas entre hembras sincronizadas y hembras no sincronizadas, con una densidad 1:7, siendo en promedio  $(3.09 \pm 0.27)$  crías nacidas. Del mismo modo, Quenta (31), quien en cuyes sincronizadas con una combinación de prostaglandinas y estradiol reporto un tamaño de camada entre 2 y 3 crías por hembra. El número de crías por hembra está asociado al número de óvulos viables que tienen las hembras de la raza Perú, ya que se reportó que en esta raza las hembras producen 2.8 óvulos viables por ciclo estral (37). El INIA Chumbibamba -Andahuaylas, ha reportado que a nivel de Apurímac las hembras de raza Perú tienen un tamaño de camada de 2.9 crías por parto, por lo que la densidad de empadre y la sincronización de estros no afectaría el tamaño de camada en cuyes de raza Perú.

En nuestro estudio existe relación entre el número de óvulos viables de las hembras de la raza Perú y el número de crías nacidas según densidad de empadre, por lo que se puede afirmar que una densidad de empadre entre 1:5 y 1:7 no afecta el tamaño de camada de hembras sincronizadas de cuyes de la raza Perú.

## CAPÍTULO VI

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 6.1 Conclusiones

El tiempo de cópula de cuyes machos de la raza Perú, con hembras sincronizadas no es afectada por la densidad de empadre entre 1:2,1:3,1:4 y 1:5.

La tasa de preñez según la densidad de empadre, en cuyes sincronizadas es superior al 50%, reportándose 55.6% de preñez para la densidad 1:4; 80% para la densidad 1:2 y 83.3% para la densidad 1:5 y 1:3.

La tasa de parto, según la densidad de empadre, en cuyes sincronizadas se encuentran entre 55.6% y 83.3%, reportándose 55.6% de preñez para la densidad 1:4; 80% para la densidad 1:2 y 83.3% para la densidad 1:5 y 1:3.

La densidad de empadre en hembras sincronizadas no tuvo efecto en el número de crías por parto.

Es posible utilizar un núcleo para empadre de hasta 5 hembras, según los resultados del presente experimento.

#### 6.2 Recomendaciones

Evaluar densidades de empadre mayores a 1:5 en hembras sincronizadas, para evaluar si el proceso de sincronización afecta el tiempo de cópula en machos y los parámetros reproductivos de las hembras en cuyes.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

1. Ministerio de Agricultura y Riego - MINAGRI. Manual de Gestión para la Crianza Comercial de Cuyes. Lima, Perú. 2013. p. 24.
2. Chauca L. Producción de cuyes (*Cavia porcellus*). Perú; 1997. 80 p.
3. Garcés K. Densidad de empadre su influencia reproductiva bajo la aplicación de tres tratamientos en cobayos (*Cavia porcellus*) en Milagro - Guayas. Universidad Agraria del Ecuador; 2020.
4. Cáceres O. F, Jiménez A. R, Ara G. M, Huamán U. H, Huamán C. A. Evaluación del espacio vital de cuyes criados en pozas. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú. 2013;15(2):100–12.
5. Cruz M. “Efecto del tiempo de empadre sobre los parámetros productivos y reproductivos en cuyes (*Cavia porcellus*), en el trópico húmedo.” Universidad Nacional Agraria de la Selva. 2016.
6. Grégoire A.; Allard A.; Huamán E.; León S.; Silva R.; Buff S. Control of the estrous cycle in guinea-pig (*Cavia porcellus*). Theriogenology. 2012;78(4):842–7.
7. Chauca L.; Cerna, A.; Saravia, J.; Higaonna R. Evaluación de área y densidad de empadre en cuyes (*Cavia porcellus*). Investigaciones en cuyes. Lima: Instituto Nacional de Innovación Agraria; 2008.
8. Salcedo J. Sincronización del celo en cuyes (*Cavia porcellus*) mediante el uso de hormonas y su efecto sobre la tasa reproductiva. Universidad Alas Peruanas. 2016.
9. Rivas J. Momento de ovulación en el cuy hembra (*Cavia porcellus*): Precisión de la histología ovárica y citología vaginal. Universidad Nacional Agraria La Molina. 2022.
10. Barrial A.; Huamán M. La cavicultura. Primera Ed. Andahuaylas, Perú: Universidad Nacional José María Arguedas. 2021. 77 p.
11. Ataicusi S. Manejo técnico de la crianza de cuyes en la sierra del Perú. In: Caritas del Perú, editor. Primera ed. Arequipa. 2015. p. 1–44.
12. Ferrer C. Evaluación de dos métodos de sincronización de estro en el comportamiento reproductivo y productivo en cuyes (*Cavia porcellus*). Universidad Nacional Hermilio Valdizán. Universidad Nacional Hermilio Valdizan de Huanuco; 2016.
13. Grégoire A.; Allard A.; Huamán E.; León S; Silva R.; Alvarado E. Control del Ciclo Estral en la Cuy (*Cavia porcellus*). Spermova. 2012;2(1):59–60.
14. Ueda H.; Kosaka T.; Takahashi K. Intraperitoneal Insemination of the Guinea Pig with Synchronized Estrus Induced by Progesterone Implant. Exp Anim. 1998;47:271–5.



15. López J. Empadre de cuyes (*Cavia porcellus*) en dos áreas de jaulas y tres densidades al parto en época de frío en Lambayeque. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. 2018.
16. Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA). Tiempo de cópula y tamaño de camada en cuyes de la raza Perú, EEA Chumbibamba, Andahuaylas. Andahuaylas, Perú; 2022.
17. Chauca L.; Zaldívar M.; Muscari J. Efecto del Empadre Postarto y Posdestete sobre el Tamaño y Peso de la Camada en Cuyes. Revista Interamericano de Ciencias Agrícolas. 1992;42(1):32–6.
18. Centro de Investigación Biológica - CIB. Crianza de Cuyes. Lima, Perú: Universidad Católica Sedes Sapientiae. 2012. p. 40.
19. Castro H. Sistemas de crianza de cuyes a nivel familiar-comercial en el sector Rural. Vol. 1, Benson Agriculture and Food Institute. 2002. p. 1–25.
20. Usca J.; Flores L.; Tello L.; Navarro M. Manejo general en la cría del cuy. Vol. 17, Dirección de Publicaciones. Riobamba, Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo; 2022. 209 p.
21. Ataucusi S. Manejo técnico de crianza de cuyes en la sierra. Primera Ed. Cáritas del Perú, editor. Arequipa, Perú: Compañía de Minas Buenaventura. 2015. 1–44 p.
22. Chauca L. Desarrollo del mejoramiento genético en cuyes en el Perú: Formación de nuevas razas. Anales científicos. 2023;83(2):109–25.
23. Fondo de Cooperación para el Desarrollo Social - FONCODES. Crianza de Cuyes. Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social. Lima, Perú. 2014. p. 48.
24. Instituto Nacional de Innovación Agraria. 2021 [cited 2023 Nov 1]. Kuri es la nueva raza compuesta de cuy con alta calidad genética que tiene el Perú. Available from: <https://www.gob.pe/institucion/inia/noticias/571437-kuri-es-la-nueva-raza-compuesta-de-cuy-con-alta-calidad-genetica-que-tiene-el-peru>.
25. Juárez D.; Quevedo M.; Reséndiz A.; López P. Mecanismos neuroendocrinológicos implicados en el inicio de la pubertad. Revista Mexicana de Pediatría. 2013;80(6):240–6.
26. Plant T. The role of KiSS-1 in the regulation of puberty in higher primates. European Journal of Endocrinology, Supplement. 2006;155(1):11–6.
27. Shi F.; Watanabe G.; Trewin A.; Hutz R.; Taya K. Localization of ovarian inhibin/activin subunits in follicular dominance during the estrous cycle of guinea pigs. Zoolog Sci. 2000;17(9):1311–20.
28. Turner A.; Trudinger B. Ultrasound measurement of biparietal diameter and umbilical artery blood flow in the normal fetal guinea pig. Comp Med. 2000;50(4):379–84.



29. García A. Fisiología veterinaria. Primera Ed. García A, editor. Madrid: Editorial Tébar Flores. 2018. 1296 p.
30. Olivera M.; Tarazona A.; Ruiz T.; Giraldo C. Modelo de luteólisis bovina. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. 2007;20:387-93.
31. Quenta E. Evaluación de los parámetros productivos bajo cinco protocolos de sincronización de celo en cuyes (*Cavia porcellus*) en la Estación Experimental de Patacamaya. Universidad Mayor de San Andrés; 2020.
32. Carrión N. Relación entre edad gestacional con los diámetros vesículo-gestacional y biparietal fetal en cuyes (*Cavia porcellus*) raza Perú. Universidad Ricardo Palma; 2022.
33. Rodríguez H.; Gutiérrez G.; Palomino M.; Hidalgo V. Características maternas al nacimiento y destete en cuyes de la costa central del Perú. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú. 2015;26(1):77.
34. Yamada G.; Bazán V.; Fuentes N. Productive parameters of G Guinea pigs in the central coast of Peru. Revista de Investigaciones Veterinarias del Peru. 2018;29(3):877-81.
35. Kajjak N. Crianza Tecnificada de Cuyes. Lima, Perú: Ministerio de Agricultura y Riego; 2015. p. 32.
36. Escuela Campesina de Educación y Salud - ESCAES. Mejorando la Crianza de Cuyes en Cutervo -Microcuenca del Chotano. Cajamarca, Perú. 2010. p. 32.
37. Aranibar E.; Echevarría L. Number of ovulations per estrous cycle in Andina and Peru guinea pig (*Cavia porcellus*) breeds. Revista de Investigaciones Veterinarias del Peru. 2014.25(1):29-36.
38. Hull E.; Domínguez J. Surface reconstruction at the initial Ge adsorption stage on Si(114)-2 × 1. Journal of Vacuum Science & Technology A: Vacuum, Surfaces, and Films. 2007;52(1):45-55.
39. Bradley K. Cunningham's Textbook of Veterinary Physiology. Sixth Edit. Missouri: Elsevier; 2020. 658 p.
40. Diccionario MOSBY, Medicina, Enfermería y Ciencias de la Salud. Sexta. Elsevier; 2003. 2358 p.
41. Municipalidad Distrital de Talavera. Plan de Desarrollo Concertado del Distrito de Talavera 2012-2021. Talavera. 2012.
42. Márquez A. La cópula como un estímulo reforzante para el ratón hembra evaluado por el paradigma de la preferencia de lugar condicionada y motivación sexual incentiva. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. 2016.



43. Vivanco W.; Angeles V.; Muscari J.; Chavez J. Colección, Evaluación y Conservación del semen del cuy doméstico (*Cavia porcellus*). In: I Reunión Científica Anual APPA. Lima, Perú: Asociación Peruana de Producción Animal; 1977. p. 1.
44. Oñate A. Evaluación de Dos Métodos de Sincronización del Estro en Cuyes. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo; 2008.
45. Cobeña G; Cañarte E.; Mendoza A.; Cárdenas F.; Guzmán Á. Manual técnico del cultivo de camote. In: hums, editor. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Ecuador; 2017. p. 17–75.



## ANEXOS



**Tabla 4.** Tabla de datos del experimento

Tratamiento	Posa	Arete	Peso	Tiempo de cópula (segundo Con milisegundos)	Diagnóstico de preñez día 30 por palpación 1(si),2(no)	Diagnóstico de preñez día 50 por ecógrafo 1(si),2(no)	Número de crías
1	1	1622	846	0	1	2	0
1	1	3422	826	5.5	2	2	2
1	2	106721	1118	3.6	1	2	1
1	2	3222	1240	5.8	1	1	4
1	3	149121	1028	4.3	1	2	0
1	3	8522	808	4.4	2	1	1
2	1	33222	1050	0	2	2	0
2	1	8821	886	4.2	1	1	2
2	1	23922	1090	4.1	2	1	2
2	2	106921	1210	4.2	1	2	1
2	2	2622	1312	4.1	1	1	5
2	2	2122	980	3.3	2	2	0
2	3	1222	1116	0	2	2	0
2	3	1022	1178	4.6	1	1	5
2	3	1522	1040	0	2	2	0
3	1	1422	890	3	2	2	0
3	1	1822	856	0	2	2	0
3	1	2922	800	5.7	2	2	2
3	1	1322	822	3.8	2	2	0
3	2	1122	980	5	2	1	2
3	2	15420	828	0	2	2	0
3	2	2022	1060	4.1	1	1	1
3	2	2422	882	3.8	2	1	2
3	3	2322	1040	5.4	1	1	2
3	3	2722	844	4.6	2	2	0
3	3	2522	890	4.7	2	2	0
3	3	3122	888	0	2	2	0
4	1	2822	894	0	2	2	0
4	1	10322	836	5	2	2	0
4	1	3022	838	6.4	1	1	2
4	1	2222	818	3.6	2	2	0
4	1	83	1030	4	1	1	3
4	2	20422	950	4.3	2	1	3
4	2	25	1190	3.2	1	1	4
4	2	135521	1028	3.7	1	1	4
4	2	11521	910	4	1	1	2
4	2	18621	1496	4.1	1	1	2
4	3	21022	884	0	2	2	0
4	3	120	804	3.7	1	1	2
4	3	17722	878	4.3	2	1	3
4	3	27322	926	0	2	2	0
4	3	14422	868	3.8	2	1	3



**Figura 3.** Distribución de las unidades experimentales.



**Figura 4.** Distribución de unidades experimentales visualizada con cámaras de video.



**Figura 5.** Sincronización de estros utilizando Altrenogest.



**Figura 6.** Alimentación de cuyes con alfalfa y concentrado.



**Figura 7.** Empadre post sincronización.



**Figura 8.** Diagnóstico de preñez mediante ecografía.



**Figura 9.** Registro de partos en cuyes del experimento.



**Figura 10.** Registro de datos de las unidades experimentales.