



**UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR**  
**Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente**  
**Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia**

**TEMA:**

**“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO Y  
PRODUCTIVO EN COBAYAS PRIMERIZAS (*Cavia porcellus*), CON  
TRES PROTOCOLOS DE SINCRONIZACIÓN DE CELO”**

Tesis de Grado Previo a la Obtención del Título de Médico Veterinario y Zootecnista, otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

**AUTOR:**

Jonathan Stalin Toapanta Ichina

**DIRECTORA**

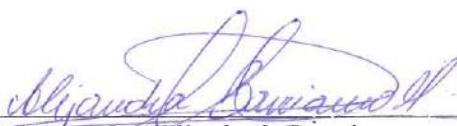
Méd. Alejandra Barrionuevo Mayorga. Mg.

**Guaranda – Ecuador**

**2023**

**“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO Y  
PRODUCTIVO EN COBAYAS PRIMERIZAS (CAVIA PORCELLUS),  
CON TRES PROTOCOLOS DE SINCRONIZACIÓN DE CELO”**

REVISADO Y APROBADO POR:



---

**Méd. Alejandra Elizabeth Barrionuevo Mayorga. Mg.  
DIRECTORA**



---

**Ing. Víctor Danilo Montero Silva. Mg.  
ÁREA DE BIOMETRÍA**



---

**Dr. Danilo Fabián Yáñez Silva. MSc.  
REDACCIÓN TÉCNICA**



*DRA. MSc. GINA CLAVIJO CARRION*  
*Notaria Cuarta del Cantón Guaranda.*

ESCRITURA N° 20220201004P00390

**DECLARACIÓN JURAMENTADA**

**OTORGA:**

**JONATHAN STALIN TOAPANTA ICHINA**

**CUANTÍA: INDETERMINADA**

**Di 2 COPIA**

En el Cantón Guaranda, Provincia de Bolívar, República del Ecuador, hoy jueves a los dieciocho días del mes de mayo del año dos mil veintitrés, ante mí **DOCTORA MSC. GINA LUCIA CLAVIJO CARRIÓN, NOTARIA CUARTA DEL CANTÓN GUARANDA** comparece con plena capacidad, libertad y conocimiento, a la celebración de la presente escritura, el señor **JONATHAN STALIN TOAPANTA ICHINA**, por sus propios y personales derechos. El compareciente declara ser de nacionalidad ecuatoriana, mayor de edad, de estado civil soltero, de ocupación estudiante, domiciliada en la parroquia Atahualpa, cantón Ambato, Provincia de Tungurahua y de paso por este cantón de Guaranda; con celular número cero nueve cinco nueve cuatro siete uno siete nueve siete y con correo electrónico [jonathanichina@gmail.com](mailto:jonathanichina@gmail.com), hábil en derecho para contratar y contraer obligaciones, a quien de conocer doy fe, en virtud de haberme exhibido sus documentos de identificación, en base a la cual obtengo la certificación de datos biométricos del Registro Civil, mismo que agregó a esta escritura como documentos habilitantes. Advertida la compareciente por mí la Notaria de los efectos y resultados de esta escritura, así como examinado que fue en forma aislada y separada de que comparece al otorgamiento de esta escritura sin coacción, amenazas, temor reverencial, ni promesa o seducción, advertida la compareciente de la obligación que tiene de decir la verdad y conocedora de la penas de perjurio declara: Yo, **JONATHAN STALIN TOAPANTA ICHINA**, de estado civil soltero, portador de la cedula de ciudadanía número uno ocho cinco cero ocho cinco cuatro tres dos guion dos, declaro bajo juramento que: los criterios e ideas emitidos en el presente trabajo de investigación titulado **“EVALUACION DEL COMPROTAMIENTO REPRODUCTIVO Y PRODUCTIVO EN COBAYAS PRIMERIZAS (CAVIA PORCELLUS). CON TRES PROTOCOLOS DE SINCRONOIZACION DE CELO”**, El trabajo aquí escrito es de mi autoría y por lo tanto soy responsable de las ideas y contenidos expuestos en el mismo y autorizo a la Universidad Estatal de Bolívar a hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o parte de lo que contiene la obra, con fines estrictamente académicos o de investigación expuestos en el mismo. En el proyecto de investigación previo a la obtención del título de Médico Veterinaria Zootecnista, otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar, a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente. Es todo cuanto puedo declarar. Para su celebración y otorgamiento se observaron los preceptos de ley que el caso requiere; y, leída que le fue íntegramente a la compareciente por mí la Notaria, aquella se ratifica en todas sus partes y firma junto conmigo en unidad de acto, incorporándose al protocolo de esta Notaria, la presente declaración juramentada, de todo lo cual doy Fe. -----

**SR. JONATHAN STALIN TOAPANTA ICHINA.**

**C.C. 18608547322**

**DRA. MSc. GINA LUCIA CLAVIJO CARRION**  
**NOTARIA CUARTA DEL CANTÓN GUARANDA**



## CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Toapanta Ichina Jonathan Stalin, autor, declaro que el trabajo aquí escrito es de mi autoría, en este documento, no han sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas por el autor.

La Universidad Estatal de Bolívar, puede hacer uso de los derechos de publicación correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, su Reglamentación y la Normativa Institucional vigente.

Toapanta Ichina Jonathan Ichina

CI. 1850854322



Méd. Alejandra Elizabeth Barrionuevo Mayorga. Mg.

CI. 1804156089

**DIRECTORA**

Ing. Víctor Danilo Montero Silva. Mg.

CI. 0201185584

**ÁREA DE BIOMETRÍA**

Dr. Danilo Fabián Yáñez Silva. MSc.

CI. 0201168754

**REDACCIÓN TÉCNICA**

### Document Information

Analyzed document	TESIS FINAL-JONATHAN TOAPANTA.docx
Submitted	(D162679145) 5/23/2023 7:48:00 PM
Submitted by	jtoapanta@mailles.ueb.edu.ec
Submitter email	
Similarity	7.5%
Analysis address	victorbarcenes2022@analysis.urkund.com

*Victor Barcenes*  
1804156089

### Sources included in the report

### Entire Document

### Hit and source - focused comparison, Side by Side

Submitted text	As student entered the text in the submitted document.
Matching text	As the text appears in the source.

## **DEDICATORIA**

En primer lugar, a Dios por darme la vida y ayudarme en todo mi proceso universitario; dándome fuerzas y guiándome en los momentos más difíciles para por fin cumplir una de las metas que me he propuesto.

A mis padres María y Manuel por haber confiado en mí y darme todo su apoyo incondicional, siendo mi fortaleza para nunca rendirme. Regalándome todo su amor, comprensión y consejos en los momentos más dificultosos de mi vida.

A mis hermanas Janeth y Evelyn por ser uno de los pilares fundamentales y haberme hecho sonreír en todo momento y con ello nunca decaer; para poder seguir adelante ante cualquier dificultades o adversidad.

A mis queridos amigos quienes han decidido ayudarme y ser parte de mi vida universitaria, guiándome desde un principio, siendo mi refugio en los problemas y con ello poder culminar mi carrera académica.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por darme fortaleza en los momentos más difíciles de mi vida, bendiciendo a mí y a mis padres para luchar cada día.

A mis padres y hermanas por guiarme, darme los valores y principios correctos para cumplir mi meta; que es culminar con éxito mi carrera universitaria.

De igual manera a la Universidad de Bolívar, carrera de MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA por abrirme las puertas y ser parte de ella, con ello poder adquirir todos los conocimientos y valores necesarios para ejercer de la mejor manera la profesión.

De manera especial a los miembros del tribunal, directora MVZ. ALEJANDRA BARRIONUEVO MAYORGA quien me ha guiado durante todo este proceso; con sus conocimientos y enseñanzas, al ING. DANILO MONTERO por brindándome sus conocimientos, paciencia y acompañarme en todo el desarrollo del proyecto de investigación, de la misma manera al DR. DANILO YÁNEZ por su colaboración y disposición en cada momento.

## RESUMEN

La presente investigación que tenía como objetivo la evaluación del comportamiento reproductivo y productivo en cobayas primerizas, con tres 54 protocolos de sincronización de celo se dio lugar en la provincia de Tungurahua, cantón Ambato en el galpón cavícola “MESIAS” del Sr. Manuel Toapanta; para determinar el protocolo ideal para la sincronización de celo, valorar la eficiencia reproductiva y productiva, establecer la rentabilidad económica y beneficio costo de cada uno de los protocolos. Para lo cual de trabajo con 120 cuyes (96 hembras y 24 machos) distribuidas bajo el diseño completamente al azar con 3 repeticiones. Los protocolos utilizados fueron; protocolo 1 (Testigo), protocolo 2 (eCG+GnRH) protocolo 3 (GnRH+PGf2 $\alpha$ ), protocolo 4 (GnRH), los cuales se aplicaron en dos tipos de raza (Perú, Inti); este factor no influyó estadísticamente dentro de las variables. En los resultados se puede apreciar que los diferentes protocolos no inciden directamente en el comportamiento productivo de las madres (peso al empadre, peso al parto, peso al destete), mientras que a nivel de parámetros reproductivos existió una significancia estadística, donde se obtuvo un mayor porcentaje de fertilidad del T5 y T6 con un promedio 79,17% mediante la utilización del protocolo 3 (GnRH+PGf2 $\alpha$ ), luego de un empadre de cinco días. Sin embargo, el que mayor tamaño de camada obtuvo fue el T3 y T4 con un promedio de 3,28 cría/camada con pesos promedio de 133,08gr y 126,4 gr siendo números no tan alentadores con referencia a los demás protocolos.

**Palabras claves:** eCG, GnRH, prostaglandina, tamaño de camada, fertilidad, peso, análisis costo-beneficio.



## SUMMARY

The evaluation of the reproductive and productive behavior in first-time guinea pigs, with three heat resonance protocols, took place in the province of Tungurahua, Ambato canton in the "MESIAS" poultry shed of Mr. Manuel Toapanta, whose objectives were; determine the ideal protocol for the deterioration of heat, assess the reproductive and productive efficiency, establish the economic profitability and cost benefit of each of the protocols. For which I work with 120 guinea pigs (96 females and 24 males) distributed under the completely random design with 3 repetitions. The protocols used were; protocol 1 (Control), protocol 2 (eCG+GnRH) protocol 3 (GnRH+PGf2 $\alpha$ ), protocol 4 (GnRH), which are applied in two types of breed (Peru, Inti); this factor does not influence statistically within the variables. In the results it can be seen that the different protocols did not influence the productive behavior of the mothers (weight at mating, birth weight, weaning weight), while at the level of reproductive parameters there was statistical significance, where a higher Fertility percentage of T5 and T6 with an average of 79.17% using protocol 3 (GnRH+PGf2 $\alpha$ ), after mating for five days. However, the largest litter size obtained was T3 and T4 with an average of 3.28 pups/litter with average weights of 133.08g and 126.4g being the lowest average weights with reference to the other protocols.

**Keywords:** eCG, GnRH, prostaglandin, litter size, fertility, weight, cost-benefit analysis.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. PROBLEMA .....	3
III. MARCO TEÓRICO .....	4
3.1. El cuy.....	4
3.1.1. Generalidades .....	4
3.1.2. Origen .....	4
3.1.3. Taxonomía .....	5
3.2. Tipos de cuyes .....	5
3.2.1. Clasificación por conformación del cuerpo .....	5
3.2.2. Clasificación por su forma de pelaje .....	5
3.3. Por su Línea .....	6
3.4. Reproducción.....	9
3.4.1. Aparato reproductor de la hembra .....	9
3.4.2. Aparato reproductor del macho .....	10
3.4.3. Etapas reproductivas.....	11
3.4.3.1. Gestación.....	12
3.4.3.2. Parto .....	13
3.4.4. Lactación.....	13
3.4.5. Destete .....	14
3.4.6. Recría.....	14
3.5. Ciclo estral.....	14
3.5.1. Proestro:.....	15
3.5.2. Estro/celo .....	15
3.5.3. Metaestro .....	15
3.5.4. Diestro.....	16
3.6. Sintomatología clínica y detección de celo en cuyes.....	16
3.7. Regulación neurohormonal de las funciones sexuales .....	16
3.8. Sistema regulador hipotálamo- hipofisis-ovario.....	16
3.9. Hipotálamo y su relación con la actividad sexual .....	17
3.9.1. Hormonas y su función.....	18
3.10. Hipófisis y su relación con la actividad sexual.....	19

3.10.1. Hormonas y su función .....	20
3.11. Ovarios.....	22
3.11.1. Hormonas y su función .....	22
3.12. Mecanismo de regulación hipotálamo-hipofisis-ovario .....	23
3.13. Hormonas Extra-Hipofisarias .....	24
3.13.1. Gonadotropina Coriónica Equina (ECG). .....	24
3.14. Ciclo ovárico.....	26
3.14.1. Foliculogénesis.....	26
3.14.2. Dinámica folicular.....	26
3.14.3. Ovocitación .....	27
3.14.4. Formación del cuerpo lúteo.....	28
3.15. Sincronización del celo.....	29
3.15.1. Protocolos de sincronización del celo en los cuyes.....	29
IV. MARCO METODOLÓGICO .....	32
4.1. Materiales .....	32
4.1.1. Ubicación de la investigación.....	32
4.1.2. Localización de la investigación.....	32
4.1.3. Situación Geográfica y climática.....	32
4.1.4. Zona de vida .....	32
4.1.5. Material experimental.....	32
4.1.6. Material de campo .....	33
4.1.7. Materiales de oficina.....	33
4.1.8. Instalaciones .....	34
4.2. Método.....	34
4.2.1. Factor en estudio.....	34
4.2.2. Combinación de tratamientos .....	34
4.2.3. Tipo de diseño experimental.....	35
4.2.5. Métodos de evaluación y datos a tomarse .....	35
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	41
5.1 Condición corporal .....	42
5.2 Peso de las hembras al empadre .....	43
5.3 Peso de las hembras al parto.....	44

5.4	Peso de las hembras al destete .....	46
5.5	Porcentaje de gestación.....	47
5.6	Porcentaje de fertilidad .....	48
5.7	Porcentaje de Natalidad .....	50
5.8	Tamaño de camada al nacimiento.....	52
5.9	Peso de las crías al nacimiento .....	53
5.10	Peso de las crías al destete .....	55
5.11	Mortalidad al nacimiento y destete.....	56
5.12	Análisis de correlación y regresión.....	57
5.13	Análisis Económico en la Relación Beneficio- Costo.....	60
VI.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	63
6.1	Conclusiones.....	63
6.2	Recomendaciones .....	64
	BIBLIOGRAFÍA .....	65
	ANEXOS.....	72

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
1.	Clasificación zoológica.....	5
2.	Características productivas y reproductivas. ....	7
3.	Características productivas y reproductivas. ....	8
4.	Características productivas y reproductivas. ....	9
5.	Ciclo estral de la cobaya .....	15
6	Resumen de las hormonas adenohipofisarias .....	25
7.	Datos del análisis de varianza.....	41
8.	Correlaciones de Pearson. Porcentaje de fertilidad (%) vs Porcentaje de gestación .....	57
9.	Correlaciones de Pearson. Porcentaje de Natalidad (%) vs Tamaño de camada (%).....	58
10.	Correlaciones de Pearson. Peso de las crías al nacimiento vs. Tamaño de camada al nacimiento.....	59
12.	Resultado de análisis Económico en Relación Beneficio- Costo. ....	60

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
<b>1:</b>	Línea Perú.....	6
<b>2:</b>	línea andina.....	7
<b>3:</b>	Línea Inti .....	8
<b>4:</b>	Condición corporal .....	42
<b>5:</b>	Peso de las hembras al empadre (gr).....	43
<b>6:</b>	Peso de las hembras al parto (gr).....	45
<b>7:</b>	Peso de las hembras al destete (gr).....	46
<b>8:</b>	Porcentaje de gestación (%) .....	47
<b>13:</b>	Peso de las crías al destete (gr).....	55
<b>14:</b>	Mortalidad al nacimiento y destete. ....	56
<b>15:</b>	Porcentaje de gestación (%) vs Porcentaje de fertilidad (%) .....	57
<b>16:</b>	Porcentaje de Natalidad (%) vs Tamaño de camada (%) .....	58
<b>17:</b>	Peso de las crías al nacimiento vs. Tamaño de camada al nacimiento.....	59
<b>9:</b>	Porcentaje de fertilidad (%).....	48
<b>10:</b>	Porcentaje de Natalidad (%).....	51
<b>11:</b>	Tamaño de camada al nacimiento .....	52
<b>12:</b>	Peso de las crías al nacimiento (gr) .....	54

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
<b>1:</b>	Resultado de ADEVA. Condición corporal .....	42
<b>2:</b>	Resultado de ADEVA. Peso de las hembras al empadre (gr) .....	43
<b>3:</b>	Resultado de ADEVA. Peso de las hembras al parto (gr).....	44
<b>4:</b>	Resultado de ADEVA. Peso de las hembras al destete (gr) .....	46
<b>5:</b>	Resultado de ADEVA. Porcentaje de gestación (%) .....	47
<b>6:</b>	Resultado de ADEVA. Porcentaje de fertilidad (%).....	48
<b>7:</b>	Resultado de ADEVA. Porcentaje de Natalidad (%).....	50
<b>8:</b>	Resultado de ADEVA. Tamaño de camada al nacimiento .....	52
<b>9:</b>	Resultado de ADEVA. Peso de las crías al nacimiento (gr) .....	53
<b>10:</b>	Resultado de ADEVA. Peso de las crías al destete (gr) .....	55

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo N°</b>	<b>Descripción</b>
<b>1:</b>	Ubicación de la investigación
<b>2:</b>	Base de datos
<b>3:</b>	Fotografías de la fase de campo
<b>4:</b>	Glosario de términos



## **I. INTRODUCCIÓN**

El cuy es un mamífero roedor originario de la zona andina de los países de Perú, Ecuador, Colombia y Bolivia. La población de cuyes en la zona andina de nuestro continente se estima en unos 120 millones de cabezas, siendo Perú y Ecuador los países con mayor población, 65 y 47 millones de cuyes respectivamente, esto se debe a su gran rentabilidad económica. Mientras que en Colombia y Bolivia los cuyes se encuentran distribuidos regionalmente por lo que manejan poblaciones menores. (Morales, 2020)

La producción de cuyes en el Ecuador ha incrementado progresivamente en los últimos años, conforme los trabajos presentados por INIAP (Rodríguez & Camacho, 2018). Un estudio realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) y los resultados del Censo Agropecuario efectuado en el 2011 menciona que la producción total en el país en el año 2016 fue de 6,6 millones, donde Azuay ocupa el primer lugar de producción con 1 661 998 cuyes, según la proyección del INEC. Tungurahua se ubica en el segundo puesto con alrededor de 1 465 912 ejemplares crecen en los galpones grandes, medianos y pequeños en la provincia. (Moreta, 2017)

Las ventajas que representa la crianza del cuy incluyen su calidad de especie herbívora, su ciclo reproductivo corto, la facilidad de adaptación a diferentes ecosistemas y su alimentación versátil que utiliza insumos no competitivos con la alimentación de otros monogástricos, además, su carne proporciona un alto valor nutricional a diferencia de otros animales. (Andrade, Fuentes, Vargas, Lima Orozco, & Jácome, 2016)

Dentro de los ventajosos aspectos reproductivo que presenta esta especie es la pubertad debido a que se presenta entre las seis y ocho semanas de edad; los machos la alcanzan una o dos semanas después. Esto depende de la línea y de la alimentación proporcionada, el ciclo sexual de la cobaya se presenta cada 15 a 17 días, con un celo que dura ocho horas (el celo es el momento en que la hembra se deja montar por el macho), si no se produce la monta, se tiene que esperar otros 15 a 17 días; aunque la hembra puede presentar un celo posparto a las 2 a 3 horas

después del alumbramiento. (Díaz & Hidalgo, 2021) Para conservar o optimar la calidad genética de las diferentes líneas de cobayos, se puede añadir al sistema de crianza el uso de las biotecnologías reproductivas, como la sincronización de celo mediante un protocolo adecuado, que ayude a un mayor registro productivo y reproductivo.

De este modo se planteó como objetivo general: evaluar el comportamiento reproductivo y productivo en cobayas primerizas (*Cavia porcellus*), con tres protocolos de sincronización de celo; determinar el protocolo ideal para la sincronización de celo en cobayas primerizas; valorar la eficiencia reproductiva y productiva de los tres protocolos de sincronización de celo y realizar el análisis económico en la relación Beneficio-Costo de cada uno de los protocolos.

## II. PROBLEMA

Uno de los problemas que se presenta dentro de la crianza de los cobayos es al momento de realizar el empadre donde las cobayas primerizas llegan a presentar celo en diferentes días, dando como resultados partos en distintos días y camadas al momento del destete heterogéneas; ya que, dentro del manejo reproductivo del cuy, por lo general se empieza con hembras de 4 a 5 meses de edad integradas en lotes de 7 a 10 animales con el objetivo de aprovechar el espacio del galpón. Otro de los inconvenientes que se ha llegado a presentar en algunos de los casos es un anestro en las cobayas donde se ha realizado al cambio del macho reproductor descartado así que el problema sea de este. Todo esto hace que sea muy difícil llevar el registro de reproducción y producción por las personas dedicadas a esta actividad. En la actualidad existe muy poca información de la utilización de hormonas para inducir el celo en las cobayas, habiendo un desconocimiento por parte de los productores de los beneficios que pueden aportar. Una de las soluciones que se plantea es la evaluación de distintos protocolos a base de prostaglandina, GnRH Y eCG que permita al productor programar la producción donde sus ejemplares entren al mismo tiempo en celo y por ende tener mayor control tanto reproductivos como productivo.

En la parroquia Atahualpa se concentran gran cantidad de criaderos grandes, medianos y pequeños dedicados a la producción de cuyes, debido a que existe una fuerte demanda y representan una gran rentabilidad económica se ha decidido mediante este proyecto de investigación incorporar protocolos de sincronización que ayuden a los productores a obtener mayor homogeneidad en sus camadas, tomando en cuenta el costo beneficio.

### **III. MARCO TEÓRICO**

#### **3.1. El cuy**

##### **3.1.1. Generalidades**

El cuy, es un mamífero roedor originario de las zonas andinas de Sudamérica, su cría se ha centrado básicamente en países como Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú. La mayor parte de la producción se destina principalmente al consumo de su carne como excelente fuente de proteína, aunque también se aprovechan subproductos como su piel en la industria de las curtiembres, las excretas como abono orgánico y, en menor proporción, es criado como mascota o como animal para investigación médica. (Cardona, 2020)

El cuy se ha adaptado a una gran variedad de alimentos que van desde los desperdicios de cocina y cosechas hasta los forrajes y concentrados, además del alimento sólido, es indispensable suministrar agua fresca y limpia (potable) a los animales, en especial cuando se les ofrece alimentación mixta o con concentrados. (Cardona, et al, 2020)

##### **3.1.2. Origen**

El Cuy, es un mamífero roedor originario de los Andes de Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia, que de acuerdo a diversos registros históricos fue domesticada en la época incaica, donde eran utilizados como sacrificio para los dioses. (ElComercio, 2017) Además, se menciona que fue domesticado en los Andes hace más de 3000 años. Desde su origen fue consumido por los Incas, además de ser utilizado para rituales y platos de fiestas. Que posterior fue criado y formo parte de la dieta alimentaria de los indígenas, constituyéndose en el principal animal doméstico de la antigua Colombia y Ecuador y compartiendo esta distinción en el Perú con los camélidos. En la actualidad debido a migración de las personas del campo hacia las grandes ciudades ha existido una gran demanda del cuy generando rentabilidad a las familias campesinas, quienes han incorporado líneas/razas mejoradas por toda la Región Andina absorbiendo casi por completo al cuy autóctono. (Cresci, 2019)

### 3.1.3. Taxonomía

El 40% de los mamíferos son roedores, siendo el más extenso con alrededor de 1.800 especies, teniendo una amplia distribución a nivel mundial. (Quenta, 2020)

**Tabla 1. Clasificación zoológica**

Reino	Animalia
Clase	Mamífero
Orden	Rodentia
Suborden	Hystricomorpha
Familia	Caviidae
Genero	Cavia
Especie	<i>Cavia porcellus</i>

Fuente: (Cresci, 2019)

## 3.2. Tipos de cuyes

### 3.2.1. Clasificación por conformación del cuerpo

**Tipo A:** Son cuyes enmarcados en un paralelepípedo. Esto explica su gran grado de desarrollo muscular fijado en una buena base ósea. Responden calmadamente a un buen manejo y tienen buena conversión alimenticia. (Quispe, 2015)

**Tipo B:** Su desarrollo muscular es escaso. Cuentan con una cabeza triangular y alargada, y tienen mayor variabilidad en el tamaño de la oreja. Son muy nerviosos, lo que dificulta su manejo. (Quispe, 2015)

### 3.2.2. Clasificación por su forma de pelaje

**Tipo 1:** De pelo corto, lacio y pegado al cuerpo pudiendo presentar un remolino en la frente. Este es uno de los tipos que presentan mejores características para producción de carne. Sus incrementos de peso son superiores a los de los tipos 3 y 4. (Castro, 2016)

**Tipo 2:** De pelo lacio y corto pero dispuesto en forma de remolino o rosetas distribuidas en diferente grado por todo el cuerpo, lo que aumenta la apariencia del

animal. Tiene buenas características para producción de carne, pero su rendimiento es menor al tipo 1. (Castro, 2016)

**Tipo 3:** De pelo largo, liso, pegado al cuerpo y distribuido en rosetas. No es recomendable para producción de carne debido a que la mayoría de nutrientes los utiliza en el crecimiento de pelo. El abultamiento de pelo en la región de los genitales dificulta el apareamiento. (Castro, 2016)

**Tipo 4:** De pelo ensortijado o chiroso y de una rara apariencia. Al nacer presentan pelo ensortijado, el cual va perdiendo a medida que se va desarrollando, formándose un pelo áspero y enrizado. (Castro, 2016)

### 5.2.3. Clasificación por coloración del pelaje

**Pelaje simple:** Pelaje de un solo color: blanco, bayo, alazán, violeta, negro, blanco.

**Pelaje compuesto:** Formado por pelos de dos o más colores: moro (blanco con negro), lobo (bayo y negro), ruano (alazán y negro). (Quispe, 2015)

### 3.3. Por su Línea

**Línea Perú:** El color de la su capa es preferiblemente blanco con rojo, siendo su pelo liso y pegado al cuerpo, sin remolino (Tipo 1), se caracterizan por ser precoz, obtiene peso de 800 g a los 2 meses y conversión alimenticia de 3,8 con concentrado balanceado. Su prolificidad es de 2,3 crías nacida vivas. (Vivas, 2013)

Figura 1. Línea Perú



Fuente: (INIA, 2019)

**Tabla 2. Características productivas y reproductivas.**

Fertilidad promedio	95%
Tamaño de camada (1er parto)	2.22 crías
Tamaño de camada (promedio por parto)	2.61 crías
Empadre parto	108 días
Periodo de gestación	68 días
Gestación post parto	54.55%
Peso vivo al nacimiento	176 gr.
Peso vivo al destete	326 gr.
Peso vivo a las 8 semanas machos	1.041 gr.
Conversión alimenticia	3.03
Edad al empadre hembras	56 días
Edad al empadre machos	84 días%
Rendimiento de carcasa	73%

**Fuente:** (Quispe, Manejo Técnico de la crianza de cuyes en la sierra del Peru, 2015)

**Línea Andina:** esta línea llega a adaptarse a diferentes ecosistemas de costa, sierra y selva alta, hasta los 3,500 m.s.n.m. Fue seleccionada por el tamaño de la camada, independiente del peso, se caracteriza por ser prolífica, obteniendo 3,2 crías por parto y mayor número de crías por tiempo. Fue seleccionada por el tamaño de la camada, independiente del peso, se caracteriza por ser prolífica, obteniendo 3,2 crías por parto y mayor número de crías por tiempo. El color de su capa es preferentemente blanco, de pelo liso pegado al cuerpo y de ojo negro. (Vivas, 2013)

**Figura 2. línea andina**



**Fuente:** (INIA, 2019)

**Tabla 3. Características productivas y reproductivas.**

Fertilidad promedio	98%
Tamaño de camada (1er parto)	2.9 crías
Tamaño de camada (promedio por parto)	3.2 crías
Periodo de gestación	67 días
Gestación post parto	76.50%
Peso vivo al nacimiento	115 gr.%
Peso vivo al destete	202 gr.
Edad al empadre hembras	75 días
Edad al empadre machos	84 días
Rendimiento de carcasa	70.3%
Fertilidad promedio	98%

**Fuente:** (Quispe, Manejo Técnico de la crianza de cuyes en la sierra del Peru, 2015)

**Línea Inti:** Seleccionada por su precocidad corregida por su prolificidad, es la de mayor adaptación a nivel de productores de cuyes; se trata de un animal de ojo negro intermedio entre línea descritas anteriores, su pelo es de color bayo con blanco liso pegado al cuerpo, pudiendo presentar remolino en la cabeza. (Vivas, 2013)

La línea Inti ha sido seleccionada como un promedio entre las dos líneas principales; es decir, Perú y Andina, adquiriendo características reproductivas y productivas de cada una de ellas.

**Figura 3. Línea Inti**



**Fuente:** (INIA, 2019)



**Tabla 4 Características productivas y reproductivas.**

Fertilidad promedio	96%
Tamaño de camada (1er parto)	2.53 crías
Tamaño de camada (promedio por parto)	2.91 crías
Empadre parto	100 días
Periodo de gestación	68 días
Gestación post parto	59.75%
Fertilidad promedio	87%
Tamaño de camada (1er parto)	2.64 crías
Intervalo entre partos	74 días
Nº de partos por año	3.5
Periodo de gestación	68 días

**Fuente:** (Quispe, Manejo Técnico de la crianza de cuyes en la sierra del Peru, 2015)

### **3.4. Reproducción**

#### **3.4.1. Aparato reproductor de la hembra**

El aparato reproductor de las cobayas es similar a las demás especies, estas poseen dos ovarios, un infundíbulo, dos cuernos uterinos y un cuello uterino que separa al útero de la vagina, externamente la vagina muestra un pliegue en forma de “Y” que a diferencia del pliegue longitudinal del macho.

**Ovarios:** es el órgano principal de la reproducción, recubiertos por una membrana serosa, llegan a medir de 0.3 a 0.6 cm por 0.2 a 0.4 cm, son irrigados por la arteria ovárica y la arteria uterina. Estos asumen una función doble, la producción de óvulos y la secreción de hormonas como los estrógenos y la progesterona. (Höltling, 2015)

**Oviductos:** también conocidas como tropas uterinas, son quienes establecen comunicación entre los ovarios y el útero, se encuentra dividido en el infundíbulo, ampolla e istmo. Tiene varias funciones como la capacitación espermática, el

transporte de los gametos, la segmentación embrionaria y el transporte sincronizado del embrión hacia el útero para la anidación. (Hölting, 2015)

**El útero:** formado por el cuerpo y cérvix uterino. El primero es corto y aplanado dorso-ventralmente, sin embargo, cuando se encuentra grávido su tamaño aumenta y se dilata. Cuando la hembra está vacía el útero se encarga de la secreción de prostaglandina  $F2\alpha$ , la cual destruye al cuerpo lúteo; sin embargo, cuando la hembra se encuentra gestante y el cigoto ya se convierte en feto la placenta produce progesterona. (Villamarin, 2016)

**La vagina:** es un tubo de fibro elástico, se encuentra ubicada en la cavidad pelviana, mide aproximadamente 3 cm de longitud por 1 cm de ancho, la pared interna muestra un pliegue transversal dorsal y dos longitudinales. Su función es la recepción del pene del macho durante la cópula y el pasaje del feto durante el parto. (Hölting, 2015)

**La vulva:** es una abertura externa en forma de Y invertida. En su porción media ventral exhibe una escotadura que forma dos pequeños labios en cuyo fondo se halla el meato urinario y en su parte dorsal presenta el clítoris, que presenta un aspecto semejante al esfínter anal. (Carbajal, 2015)

### **3.4.2. Aparato reproductor del macho**

El sistema reproductor del macho está formado por:

**Los testículos:** En los cuyes machos, los testículos están ubicados en la cavidad abdominal, miden 22mm de largo X 18mm de ancho. Cuando el macho se excita, los testículos descienden a un “saco” de la región inguinal, los testículos presentan: la túnica albugínea en la cual se hallan los túbulos seminíferos quienes están encargados de la producción de espermatozoides. En los túbulos seminíferos se encuentran dispersas las células de Leydig que promueven la producción de las hormonas de la reproducción. Además, se encuentran las células de Sertoli que están encargadas de alimentar a los espermatozoides hasta su madurez. (Urredo, 2016)

**Epidídimo:** consta de cabeza, cuerpo y cola, su función es el transporte, maduración y concentración de espermatozoides. De la cola del epidídimo continua el conducto deferente. Los conductos deferentes junto con las glándulas vesiculares desembocan en la uretra pélvica. (Cavero & Mendoza, 2009)

**Glándulas Vesiculares:** son dos glándulas alargadas, tienen 12 cm de largo y 6 mm de diámetro en su parte media. La parte líquida del semen es proporcionado por las vesículas seminales. (Cavero & Mendoza, 2009)

**Próstata:** tiene una forma lobular, mide 9 mm de ancho y 19 mm de largo, se ubica sobre el cuello de la vejiga y la parte inicial de la uretra. (Zuni, 2015)

**Glándulas bulbo uretrales:** tienen forma de arveja y segregan una sustancia mucilaginosa. (Zuni, 2015)

**Pene:** es el órgano copulador del macho, sus medidas son 4 cm de longitud y 5 mm de diámetro. Este a su vez comprende tres partes; el glande, los cuerpos cavernosos y las raíces insertadas en el arco esquelético de la pelvis. El glande presenta una forma de cono truncado con un orificio en la parte ventral que es el orificio uretral y se encuentra rodeado por formaciones espinosas aisladas. (Zuni, 2015)

### **3.4.3. Etapas reproductivas**

#### **Pubertad**

Las hembras alcanzan la pubertad a los 60 - 70 días de vida, va a depender de la línea y la alimentación que se les proporcionan, siendo esta última el parámetro más importante que la edad y la línea, debido a que una alimentación de excelente calidad puede adelantar o retrasar su aparición. Si bien es cierto que las hembras puedan alcanzar su madurez sexual cuando tienen de 25 a 40 días de edad, esto no significa que están en edad óptima para ser cubiertas debido a que no se encuentran totalmente desarrolladas y aptas para ser madre, en el caso de ser cubiertas esto dificultaría en su desarrollo y como resultado dará crías pequeñas y de bajo peso. (Caicedo, 2018)

## **Empadre**

El empadre o apareamiento consiste en agrupar al macho con las hembras. El macho es polígamo, es decir, se debe juntar con 6 a 10 hembras, lo que depende en gran medida del área de la poza. El macho debe permanecer toda la etapa reproductiva en la poza para aprovechar el celo que se da luego de las 3 a 4 horas post parto. El empadre continuo requiere de una alimentación eficiente y con ello se logra mayor número de crías. (Quispe, 2015)

**Sistema de empadre continuo:** es cuando el macho y la hembra se mantienen juntos todo el tiempo, el cual presentan las siguientes características:

- Permite aprovechar el celo post- parto.
- Se logra mayor número de crías nacidas.
- Requiere de una alimentación eficiente.
- Ahorra mano de obra e instalaciones. (Artica, 2020)

**Sistema de empadre controlado:** el macho permanece en la colonia por períodos de 34 días postdestete, el cual presentan las siguientes características:

- El macho es retirado a una poza individual luego de empadre.
- No aprovecha el celo post- parto sino el post-destete.
- Programado se puede lograr hasta 4 partos por año.
- Requiere de mayor mano de obra e instalaciones. (Artica, 2020)

### **3.4.3.1. Gestación**

La gestación dura 67 días, se inicia cuando la hembra queda preñada y finaliza con el parto. Durante la gestación las crías se desarrollan dentro del vientre materno, pudiendo las madres incrementar hasta en 50 % de su peso, si gestan 5 crías. Las hembras preñadas no deben ser molestadas en su ambiente de crianza, cualquier ruido puede hacer que corran y se maltraten. No deben ser movidas de su poza, ni ser colgadas del cuello, todo ello puede conducir a un parto prematuro o aborto. Otra causa de un posible aborto en las hembras gestantes, es una precaria alimentación y/o no contar con agua en cantidad suficiente. Se recomienda alimentarlas con un forraje de buena calidad, garantizando siempre la disponibilidad de nutrientes y agua. (Chauca L. , 2020)

### **3.4.3.2. Parto**

A diferencia de la coneja, el cuy no construye nido para el parto. Simplemente para en un rincón tranquilo de la poza o jaula, el cual no requiere asistencia, por lo general ocurre por la noche y demora entre 10 y 30 minutos. El número de crías que pueden parir es 1 hasta 5. La madre ingiere la placenta y limpia a las crías, las cuales nacen completamente con pelo, los ojos abiertos y además empiezan a comer forraje y concentrados a las pocas horas de nacidas, además de la leche materna por lo que tienen muchas posibilidades de supervivencia. La hembra solamente posee dos pezones, pero puede criar con facilidad toda la camada porque la leche materna es de muy buena calidad, y las crías maman indistintamente de cualquier hembra que tenga leche, además de ir comiendo forraje desde el primer día. (Vivas, 2013)

El número de crías de un sexo y otro es aproximadamente el mismo, de manera que en una explotación tienden a nacer un 50% machos y un 50% hembras, aunque en una camada pueden predominar unos u otras. El peso del cuy recién nacido depende mucho de diversos factores. En primer lugar, depende de la herencia genética recibida tanto del padre como la madre. Normalmente, cuando el padre y la madre son grandes, los descendientes también lo son en el momento de nacer. En segundo lugar, depende de la alimentación que haya recibido la madre durante la gestación. En tercer lugar, depende del tamaño de la camada. (Vivas, 2013)

### **3.4.4. Lactación**

La lactación es el periodo en el cual la madre da de mamar a su cría como promedio 2 semanas desde nacimiento hasta el destete. Durante el inicio de este periodo dispones de calostro para darle inmunidad y resistencia a las enfermedades. El cuy nace en un estado avanzado de maduración por lo que se amamanta por un corto tiempo en comparación con otras especies y prácticamente toma alimento desde que nace preparando al ciego para sus funciones digestivas de adulto. Cuando las camadas son numerosas, las crías crecen menos, porque reciben menos leche. Por esta razón, se debe proporcionar un buen alimento a las reproductoras. La madre produce buena cantidad de leche durante las dos primeras semanas de nacidas las crías. Después de este tiempo casi no producen leche. Esto se debe en parte a que

las madres han quedado preñadas después del parto. Por esta razón se recomienda retirar a las crías de las madres a los 14 días de nacidas. (Vivas, 2013)

#### **3.4.5. Destete**

El destete, es una práctica que debe realizarse siempre; consiste en separar a los lactantes de las madres y agruparlos por sexo, edad y tamaño. Debe realizarse en la segunda o tercera semana de edad. Cuando las madres dejan de producir leche y las crías tienen la capacidad de consumir alimento. Al separar a las crías de sus madres, se debe registrar el peso de las crías, las que duplicarán su peso entre el nacimiento y el destete. Asimismo, resulta imprescindible determinar el sexo de las crías, para que puedan ser correctamente ubicadas en las pozas o jaulas de recría. (Chauca L. , 2020)

#### **3.4.6. Recría**

La recría, es la etapa de crecimiento comprendida desde el destete hasta que salen al mercado o entran al empaque. A los cuyes, durante esta etapa se les denomina cuyes en crecimiento y acabado. La recría dura seis semanas, durante la tercera y cuarta semana el crecimiento es muy rápido, pudiendo casi duplicar su peso de destete. Siempre se deben ubicar a los animales de acuerdo al tamaño, separando a los grandes, medianos y chicos. Se recomienda no criar a los cuyes en grupos muy grandes, sin darles el espacio adecuado para que expresen su potencial productivo (Chauca L. , 2020)

### **3.5. Ciclo estral**

Son poliéstricas no estacional, su ciclo estral tiene una duración promedio de 16 días con un rango de 13 a 22 días. La ovulación ocurre 1 a 1.5 días posteriores a la apertura vaginal. Esta especie tiene 3.14 ovulaciones en promedio por ciclo estral, pudiendo llegar hasta 8 ovulaciones por ciclo. Asimismo, el promedio de crías por camada es de tres. (Araníbar & Echevarría, 2014)

**Tabla 5 Ciclo estral de la cobaya**

ETAPA	DURACION
<b>Proestro</b>	1-1.5 días
<b>Estro</b>	8-24 horas
<b>Metaestro</b>	1-1.5 días
<b>Diestro</b>	13-15 días.

**Fuente:** (Araníbar & Echevarría, 2014)

### **3.5.1. Proestro**

Período que precede al estro conductual, se caracteriza por una caída en las concentraciones de progesterona como consecuencia de la regresión lútea y crecimiento del folículo ovulatorio que conlleva a un aumento en la concentración de estrógenos. En este periodo se da el crecimiento folicular, puede durar de uno a un día y medio en algunos casos puede durar dos o tres días o más, durante el cual los órganos genitales externos se congestionan e hinchan y se nota una ligera secreción serosa. Esta secreción, aunque en algunos casos es turbia o viscosa, en la mayoría de los casos es más o menos transparente. En las últimas 4 o 5 horas hacia el final de este período se alcanza un máximo en estos cambios. (Vidauri, et al, 2018)

### **3.5.2. Estro/celo**

Se caracteriza por la aceptación de las hembras al macho, dura 6 a 11 horas, la cobaya muestra una congestión vulvar evidente y elevación de los cuartos traseros. Existe también celo posparto que es el que se produce entre los 30 minutos a dos horas después del parto, dura 3.5 horas, las hembras que se aparean con este celo obtendrán un mayor número de partos al año. (Vivas, 2013)

### **3.5.3. Metaestro**

Tiene una duración de 1-1.5 días, la cobaya rechaza vigorosamente al macho a cada intento de monta. (Quenta, 2020)

#### **3.5.4. Diestro**

Dura entre 13-15 días es la también conocida como fase de reposo o descanso reproductivo, a diferencia de las demás fases esta es la más extensa, en la cual el cuerpo lúteo ha crecido plenamente y existe predominancia de leucocitos. (Quenta, 2020)

#### **3.6. Sintomatología clínica y detección de celo en cuyes**

El celo dura de 24 a 48 horas, pero la hembra solo acepta al macho por un periodo de 6 a 11 horas. La ovulación es espontánea y se produce unas 10 horas después del inicio del celo. Los signos externos suelen ser lordosis, monta a otras hembras, aceptación del macho y ligera inflamación de los genitales. Otra de las peculiaridades es que las cobayas poseen una membrana vaginal que únicamente se abre durante el celo y el final de la gestación. (Aguiló, 2018)

#### **3.7. Regulación neurohormonal de las funciones sexuales**

La secreción de hormonas está regulada por un sistema de elementos sensores que poseen los medios para detectar la necesidad tanto de aumento como de disminución de la secreción. La red de detección particular, los elementos de retroalimentación y la red de respuestas de control son únicos para cada hormona. Además, la secreción y la actividad de una hormona en particular pueden ajustarse incrementar o disminuir en respuesta a desafíos como estrés crónico, enfermedad o cambio en el estado nutricional. (Kemppainen, 2020)

#### **3.8. Sistema regulador hipotálamo- hipófisis-ovario**

El eje hipotálamo-pituitario-gonadal, que regula los cambios reproductivos que tienen lugar durante el ciclo estral, es fundamental para el éxito reproductivo. En cobayos, hormonas específicas impulsan los cambios que ocurren durante cada fase del ciclo e inducen transformaciones anatómicas. El eje hipotálamo-pituitario-gonadal se origina en el hipotálamo, que sirve como centro de integración a través de la liberación de la hormona liberadora de gonadotropina; esta hormona actúa sobre la hipófisis anterior y estimula la síntesis y secreción de gonadotropinas. En las hembras, la hormona gonadotrópica estimulante del folículo (FSH) promueve la



maduración folicular y la síntesis de estrógenos, mientras que la hormona luteinizante (LH) actúa sobre los folículos ováricos para promover la ovulación y el desarrollo del cuerpo lúteo. El estrógeno es una de las principales hormonas reproductivas que influye en el desarrollo y el crecimiento, manteniendo las propiedades del tracto genital, así como el comportamiento y el impulso sexual. Los roedores normalmente producen tres tipos fundamentales de estrógeno:  $17\beta$ -estradiol, estrona y estriol. La estrona y el estradiol se sintetizan a partir de la testosterona y la androstenediona en procesos catalizados por la aromatasas. El estradiol induce la diferenciación de las células de la granulosa en el folículo y sirve para promover la actividad de FSH y LH. Un aumento en los niveles de estrógeno es un requisito previo para el aumento de LH, que promueve la ovulación, la luteinización de las células foliculares del ovario y la síntesis de la hormona progesterona. La descarga consecutiva de estradiol y progesterona actúa simultáneamente sobre los neurocircuitos reproductivos y los órganos del tracto genital para coordinar el comportamiento reproductivo y facilita la preparación del endometrio uterino para asegurar la implantación del embrión. (Murali, Radhika, & Alwin, 2020)

### **3.9. Hipotálamo y su relación con la actividad sexual**

El hipotálamo es el órgano central del sistema neuroendocrino. Está constituido por una región del sistema nervioso central estratégicamente localizada para recibir información de todos los órganos de los sentidos; directa o indirectamente recibe proyecciones nerviosas provenientes de la retina, los bulbos olfatorios primarios y secundarios, el oído, la piel y los órganos internos. (Zarco, 2018)

El hipotálamo controla la reproducción mediante la regulación de las actividades secretoras de la glándula pituitaria. En respuesta a los estímulos recibidos del ambiente interno y externo, produce varias neurohormonas peptídicas que regulan la función de la hipófisis anterior. Estas neurohormonas se liberan desde la eminencia mediana hacia los capilares de las venas porta hipofisarias, donde son transportadas a las células adenohipofisarias para estimular o inhibir la liberación de hormonas tróficas particulares. (Opel, 2016)

Las dos principales hormonas hipotalámicas relevantes para la reproducción son la hormona liberadora de gonadotropina (GnRH) y la hormona inhibidora de la prolactina conocida como dopamina. La función principal de estas hormonas es estimular o inhibir la liberación de hormonas específicas de la hipófisis anterior. (Bäumer, Bailey, & Gadsby, 2018)

### **3.9.1. Hormonas y su función**

#### **3.9.1.1. Hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH)**

Es un decapeptido que, como su nombre lo indica, controla la liberación de las dos gonadotropinas hipofisarias, la hormona luteinizante (LH) y la hormona folículo estimulante (FSH) (Zarco, 2018).

En el caso de la secreción de FSH, la GnRH actúa simplemente como factor permisivo, en cuya presencia los gonadotropos de la hipófisis liberan pulsos de FSH a un ritmo relativamente constante. En cambio, en el caso de la LH existe una relación mucho más estrecha, ya que cada pulso de secreción de GnRH es seguido por un pulso de secreción de LH. Así, la frecuencia de secreción de LH es controlada totalmente por el hipotálamo mediante variaciones en la frecuencia de secreción de GnRH. En el hipotálamo, tanto del macho como de la hembra, existe un generador de pulsos de GnRH, cuya frecuencia relativamente continua puede variar de acuerdo con la época del año, la etapa del ciclo estral, la edad del animal y el estado nutricional. De la frecuencia de esta secreción, conocida como secreción tónica, depende en la hembra la generación de un mayor o menor desarrollo folicular. Durante la fase lútea del ciclo estral también se secreta GnRH para estimular la liberación de pulsos de LH necesarios para promover la función del cuerpo lúteo. En esta etapa la frecuencia de secreción de GnRH es mucho más reducida que durante la fase folicular, las neuronas productoras de GnRH vierten su secreción en la eminencia media del hipotálamo, donde la GnRH penetra a los capilares del sistema porta hipotálamo-hipofisario, a través del cual llega a los gonadotropos de la adenohipófisis para estimular la secreción de LH y FSH. En forma terapéutica, la GnRH se utiliza como un inductor de la ovulación y del

desarrollo folicular, así como en el tratamiento de quistes foliculares y luteinizados. (Zarco, 2018)

### **3.9.1.2. Oxitocina**

Es un nonapéptido producido en grandes neuronas de los núcleos supra ópticos y para ventriculares del hipotálamo, que constituyen el sistema magnocelular del hipotálamo. Los axones de estas neuronas se extienden hasta la neurohipófisis, que es donde secretan a la hormona. La oxitocina se libera durante el amamantamiento en respuesta al estímulo provocado por la succión de la cría. Esta hormona viaja hasta la glándula mamaria, donde provoca la contracción de las células mioepiteliales requerida para la bajada de la leche. La oxitocina también es secretada en respuesta a la estimulación mecánica de los genitales femeninos, especialmente del cérvix y provoca contracciones uterinas que son importantes para el transporte de gametos, el proceso del parto y la involución uterina. (Zarco, 2018)

### **3.10. Hipófisis y su relación con la actividad sexual**

La glándula pituitaria (hipófisis) está íntimamente conectada con el hipotálamo en una estrecha relación tanto anatómica como funcional, consta de dos estructuras distintas:

- La glándula pituitaria anterior, que se asienta en una depresión en el hueso: la silla turca.
- La glándula pituitaria posterior, que está conectada a la base del cerebro por el infundíbulo. (Scanes, 2015)

Posee células especializadas en la producción de gonadotropinas (gonadotropos), prolactina (lactotropos), hormona del crecimiento (somatotropos), hormona estimulante de la tiroides (tirotropos), así como de ACTH (corticotropos). Todas estas células están sujetas a una regulación hipotalámica por medio de neurohormonas liberadoras o inhibitoras que llegan a la adenohipófisis a través del sistema denominado porta hipotálamo-hipofisiario. Este sistema se inicia con una red capilar en la eminencia media del hipotálamo, que es drenado por venas portales que bajan por el cuello de la hipófisis hasta la hipófisis anterior, donde vuelven a

formar una red capilar que permite la salida de las sustancias que fueron recogidas en el hipotálamo. (Zarco, 2018)

### **3.10.1. Hormonas y su función**

#### **Gonadotropinas**

Como lo indica su nombre, son hormonas que tienen la función principal de estimular el funcionamiento de las gónadas masculina y femenina.

- La hormona luteinizante (LH): interviene en el proceso de esteroidogénesis ovárica, ovulación, formación y mantenimiento del cuerpo lúteo
- La hormona folículo estimulante (FSH): es la responsable del proceso de esteroidogénesis ovárica, crecimiento y maduración folicular.

La hormona luteinizante (LH) y la hormona folículo estimulante (FSH) son producidas en células basófilas llamadas gonadotropos, la acción reguladora de GnRH no es idéntica para ambas gonadotropinas. En el caso de la FSH, el efecto de la GnRH consiste básicamente en estimular su síntesis, por lo que basta la presencia de pulsos infrecuentes de GnRH para que se secrete FSH en forma episódica, por lo que una mayor frecuencia de secreción de GnRH no resulta en un incremento en la secreción de FSH. Por lo contrario, en el caso de la LH, la GnRH estimula tanto la síntesis de LH como la secreción de la hormona almacenada en gránulos de secreción, por lo que cada vez que se produce un pulso de GnRH, la hipófisis responde con un pulso de LH. Al aumentar la frecuencia de secreción de GnRH aumenta también la de LH. La GnRH por otra parte, tiene un efecto de regulación positiva sobre sus propios receptores en la hipófisis, por lo que la amplitud de cada pulso de LH es mayor cuando la GnRH se está secretando en forma frecuente que cuando se secreta en forma poco frecuente. Aunque la GnRH es la principal hormona reguladora de la secreción de gonadotropinas, la función de los gonadotropos puede ser también modulada por otras hormonas, como la inhibina, que inhibe selectivamente la secreción de FSH, y la hormona inhibidora de las gonadotropinas (GnIH). (Zarco, 2018)

En la hembra, las gonadotropinas estimulan de manera secuencial el crecimiento folicular, la secreción de estrógenos, la maduración de los ovocitos, la ovulación,

el desarrollo del cuerpo lúteo y la secreción de progesterona. Durante la mayor parte del ciclo estral las gonadotropinas son secretadas en forma tónica, es decir en pequeños pulsos secretados a intervalos regulares. En esta fase la LH actúa exclusivamente sobre las células de la teca interna del folículo ovárico, en las que estimula la producción de andrógenos, mientras que la FSH se requiere para estimular en las células de la granulosa la conversión de andrógenos a estrógenos. Ambas células son necesarias para que se produzcan los estrógenos. Los estrógenos procedentes del folículo, al actuar en forma conjunta con la FSH, promueven el desarrollo del propio folículo, al estimular la mitosis de las células de la granulosa, así como la secreción de líquido folicular. La FSH, por su parte, induce en el folículo la secreción de inhibina, la cual retroalimenta negativamente sobre la hipófisis, inhibiendo la secreción de FSH. Cuando un folículo se encuentra en estadios avanzados de desarrollo se produce una reducción en las concentraciones circulantes de FSH. Ese folículo, sin embargo, es capaz de continuar su desarrollo, porque para ese momento se han generado en las células de la granulosa receptores para LH, hormona que se encarga de estimular la maduración final del folículo dominante. Conforme las células esteroidogénicas del folículo aumentan en número y actividad, los estrógenos son producidos en cantidades crecientes, hasta que alcanzan un umbral que retroalimenta positivamente sobre el hipotálamo, provocando la liberación de un gran pico de GnRH, que a su vez induce la secreción del pico preovulatorio de LH. Como respuesta a este pico el folículo sufre una serie de cambios que resultan en la ovulación. El pico preovulatorio de LH, asimismo, inicia el proceso de luteinización de las células foliculares. Después de la ovulación se mantiene una secreción tónica de pulsos pequeños y poco frecuentes de LH, que son necesarios para completar la formación del cuerpo lúteo y estimular en él la secreción de progesterona. (Zarco, 2018)

### **Prolactina**

En los roedores la prolactina es indispensable para la formación y mantenimiento del cuerpo lúteo, lo que no ocurre en los animales domésticos, que solamente requieren de LH para ambas funciones. (Zarco, 2018)

### **3.11. Ovarios**

#### **3.11.1. Hormonas y su función**

Las principales hormonas producidas en las gónadas son hormonas esteroideas, entre ellas tenemos:

##### **Progesterona**

La progesterona (P4) es una hormona esteroide secretada por el cuerpo lúteo (CL) y por la placenta que tiene papel fundamental en los eventos reproductivos y establecimiento, y mantenimiento de la gestación. La concentración de progesterona en la circulación es determinada por un equilibrio entre su producción y el metabolismo, cuyo órgano responsable es el hígado. Así, la tasa de metabolismo de P4 general es determinada por el flujo sanguíneo hepático. La progesterona tiene una retroalimentación negativamente sobre la secreción de GnRH y gonadotropinas; inhibe el desarrollo folicular y la ovulación, por lo que en la mayoría de las especies no se producen ovulaciones durante la fase lútea del ciclo ni durante la gestación. (Ferreira, 2016)

##### **Estrógenos**

Se producen en las células de la granulosa del folículo ovárico de las hembras, cuando la FSH se une a su receptor en las células de la granulosa, se activa la enzima aromatasa, lo que resulta en la conversión de andrógenos a estrógenos. La gran mayoría de los efectos de los estrógenos en la hembra están encaminados a lograr la concepción (la misión principal de los estrógenos es que la hembra quede gestante). En consecuencia, los estrógenos tienen efectos físicos y conductuales orientados a atraer al macho, tales como el desarrollo de los caracteres sexuales secundarios de la hembra; el enrojecimiento de la vulva durante el estro, producción de feromonas, además promueven la conducta de receptividad sexual necesaria para permitir la cópula, preparan a los órganos genitales femeninos para la misma y para el transporte exitoso de los espermatozoides hacia el oviducto. Los estrógenos, al mismo tiempo, son esenciales para desencadenar el pico preovulatorio de LH, permitiendo de esta forma que el ovocito esté presente en el oviducto cuando llegan los espermatozoides. (Zarco, 2018)

En hembras, existen tres estrógenos principales, estos son estradiol (E2), estrona y estriol. De ellos, el E2 es el más abundante, los cuales son producidos en el ovario, donde también produce menores cantidades de estrona. La principal fuente de esta última son los tejidos periféricos, en tanto que el estriol se produce principalmente en el hígado. Los estrógenos son producidos en cantidades pequeñas en glándulas adrenales y tejido adiposo. Los efectos que producen son los cambios en los depósitos de grasa corporal, el desarrollo y crecimiento mamario, la estimulación de la proliferación celular del útero, trompas de Falopio y epitelio vaginal, la maduración de los ovarios y la producción de hormonas esteroides durante la fase luteal de la preñez. (Espinoza, 2013)

### **3.12. Mecanismo de regulación hipotálamo-hipófisis-ovario**

La GnRH se sintetiza en núcleos de neuronas que se encuentran en dos zonas del hipotálamo: la zona pre óptica anterior y la zona arqueada; siendo transportada a la adenohipófisis (a través del sistema porta) donde se une a su receptor (GnRHR) activando las proteínas que sintetizan y liberan la LH y FSH. La zona anterior del hipotálamo amplifica señales aferentes relacionadas con la ovulación, es responsable de la secreción cíclica de la LH y FSH; la zona arqueada (hipotálamo medio, centro tónico) regula las descargas basales de LH y FSH a través de pulsos de GnRH; el hipotálamo posterior estimula la secreción de la secreción de FSH. Al comienzo de la fase folicular, los folículos inmaduros secretan bajas cantidades de estrógeno que generan un efecto de retroalimentación negativa en el hipotálamo y la hipófisis, provocando la secreción tónica de la LH y FSH. (Gómez, 2013)

Durante la fase luteal, el cuerpo lúteo produce altas cantidades de progesterona, mientras que los estrógenos están en bajas concentraciones, generándose una retroalimentación negativa, disminuyendo los niveles de la GnRH a los basales. La progesterona actúa a nivel del hipotálamo inhibiendo la síntesis de GnRH, y el estradiol actúa a nivel de la hipófisis disminuyendo la respuesta a la GnRH. Al final del diestro, al destruirse el cuerpo lúteo, caen los niveles de progesterona, disminuyendo la retroalimentación negativa que tenía esta hormona sobre el hipotálamo, aumentando la frecuencia pulsátil de la LH y FSH, estimulando el desarrollo de los folículos, aumentando la concentración de estrógeno circulante.

La alta concentración de estrógeno, estimula las neuronas hipotalámicas a producir el pico de GnRH, estimulando la zona anterior del hipotálamo mediante retroalimentación positiva, produciéndose el pico de LH que desencadena la ovulación determinando el fin de la fase folicular y el comienzo de la fase luteal. (Gómez, 2013)

### **3.13. Hormonas Extra-Hipofisarias**

#### **3.13.1. Gonadotropina Coriónica Equina (eCG)**

La gonadotropina coriónica equina (eCG), originalmente denominada gonadotropina sérica de yegua gestante (PMSG), se produce en las copas endometriales de las yeguas preñadas (30 a 140 días de gestación) y pertenece a la familia de hormonas glicoproteínas junto con la LH y FSH. En medicina veterinaria esta hormona ha sido ampliamente estudiada, la administración de eCG tiene una actividad tipo LH y FSH, como consecuencia tiene una gran afinidad por ambos tipos de receptores en los ovarios, teniendo un gran efecto de larga duración sobre los receptores de las células de la granulosa y de la teca lo que estimula la secreción de estradiol y progesterona. (De Rensis & López, 2014)

Se reconoce que la eCG favorece las tasas de presentación de celos, distribución de los celos en cortos periodos de tiempo y un incremento en la tasa ovulatoria y fertilidad, se puede suponer que se debe a un aumento de las concentraciones plasmáticas de P4 en el diestro siguiente a la IATF que pueden mejorar el desarrollo embrionario y la mantención de la gestación. Se reporta que la tasa de presentación del celo y su fertilidad varía ampliamente en respuesta a la dosis de eCG, de allí que no hay un acuerdo sobre el uso de una dosis específica. (López, y otros, 2021)

Se sabe que la hormona eCG favorece la presentación de celo, al incremento de la tasa ovulatoria y por consecuente a la fertilidad, también se menciona que los anteriores parámetros mencionados pueden variar en respuesta a la dosis de eCG que se utilice, es por esto que no existe un acuerdo sobre una dosis específica.



**Tabla 6 Resumen de las hormonas adenohipofisarias**

<b>Hormona Hipotalámica Reguladora</b>	<b>Hormona Adenohipofisarias</b>	<b>Células Secretoras</b>	<b>Órgano Blanco</b>	<b>Efectos Principales</b>
Hormona liberadora de corticotropina (CRH)	Hormona adrenocorticotrópica (ACTH) Beta endorfina	Corticotropos	Glándula adrenal Receptores de opioides	Secreción de glucocorticoides Inhibe los receptores del dolor
Hormona liberadora de tirotropina (TRH)	Hormona estimulante de la tiroides (TSH)	Tirotropos	Glándula tiroides	Secreción de hormonas tiroideas
Hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH)	Hormona folículo estimulante (FSH) Hormona luteinizante (LH)	Gonadotropos	Gónadas	Crecimiento de Folículos en el ovario. Producción de estrógenos, ovulación y formación del CL.
Hormona liberadora de somatotropina (STH)	Hormona del Crecimiento (GH; STH)	Somatotropos	Hígado, tejido adiposo, huesos, músculos	Promueve el crecimiento; metabolismo de lípidos, proteínas y carbohidratos
Factor inhibidor de la liberación de prolactina (PIF)	Prolactina (PRL)	Lactotropos	Ovarios, glándulas mamarias	Secreción de estrógenos/progesterona; producción de leche.

**Fuente:** (Jiménez, 2016)

### **3.14. Ciclo ovárico.**

#### **3.14.1. Foliculogénesis**

La foliculogénesis de las cobayas es comparable a la foliculogénesis humana. La mayoría de los folículos primordiales se forman durante la vida fetal (entre los días E48 y E56), muchos de ellos inician el crecimiento y se convierten en folículos de varias capas tan pronto como se forman. El desarrollo de los folículos ocurre en oleadas en las cobayas. El ciclo estral comienza el día después de la ovulación y consta de dos ondas. Los folículos más grandes de la primera ola alcanzan su diámetro máximo en los días 10-11 del ciclo (que corresponden al final de la ola), momento en el que experimentan atresia, aparentemente debido a la supresión de la LH por la retroalimentación negativa de la progesterona (P) del cuerpo lúteo. La segunda ola dura alrededor de 6 a 7 días durante los cuales hay un reclutamiento de los folículos pequeños en el día 12 y la selección de los folículos más grandes alrededor del día 13 del ciclo. La selección de folículos resulta de la disminución de los niveles de P y el aumento de la concentración de fondo de LH entre los días 13 y 15. A menudo se seleccionan de tres a cinco folículos ovulatorios y la ovulación ocurre al final de la segunda ola (Día 17 del ciclo). (Sadeu, Adriaens, Cortvrindt, & Smitz, 2007)

#### **3.14.2. Dinámica folicular**

El ovario de las cobayas, como en todos los mamíferos adultos, contiene folículos en muchas etapas de desarrollo en cualquier momento del ciclo. Una gran cantidad de folículos crecen durante cada ciclo y alcanzan un gran tamaño, pero solo un pequeño porcentaje alcanza la etapa preovulatoria y ovula, en un estudio realizado se revelaron patrones dinámicos de crecimiento y degeneración folicular donde se menciona que los folículos de tamaño pequeño a mediano pueden alcanzar la categoría máxima de masa de granulosa en 6 a 7 días, y la cantidad de células de la granulosa puede aumentar 6-7 veces durante este intervalo, la muerte celular comienza en el capas de células de la granulosa de folículos grandes incluso cuando las células vecinas mantienen una alta actividad mitótica y se propaga rápidamente; las células muertas de la granulosa se eliminan por nucleólisis y citólisis en ausencia

de leucocitos sanguíneos o neovascularización. También se observan focos de atresia en algunos folículos preovulatorios, las cavidades antrales de los folículos con células de la granulosa muertas en proceso de lisis se encogen y se llenan en 2 a 3 días con grandes células similares a fibroblastos que surgen de la transformación fenotípica de las capas internas de la teca interna, sin evidencia de actividad mitótica o angiogénesis; las capas externas de la teca interna involucionan, por atrofia progresiva y un proceso de muerte celular, surgen diminutas estructuras nodulares con restos del óvulo, y una onda transitoria de degeneración afecta a una proporción de pequeños y medianos folículos durante el período metaestro. (Logothetopoulos, Dorrington, Bailey, & Stratis, 2015)

### **3.14.3. Ovocitación**

A pesar de lo controvertido de los diferentes enfoques y tendencias se han observado determinados pasos o eventos fisiológicos que pueden explicar lo esencial de este complejo proceso, lo que es posible resumir del modo siguiente:

- Aumento de la vascularización de toda la pared folicular, excepto en el ápice del mismo, donde se produce una zona avascular, la que representa el lugar por donde se romperá el folículo.
- Disociación de las células de la granulosa, lo que causa un adelgazamiento notable del grosor de la pared folicular.
- Disociación también de las células que conforman el cumulus ophorus liberándose el ovocito del maciso celular ovífero.
- La vascularización folicular preovulatoria condiciona los cambios edemáticos en la teca externa folicular y con ello se afecta la cohesión celular de la misma. Participando además una fuerte acción enzimática (colagenasa, fundamentalmente) que destruye la elasticidad del folículo representada, principalmente, por la teca externa.
- En el ápice del folículo, aparecen en las células epiteliales los lisosomas que con sus hidrolasas destruyen las células de la túnica albugínea y las de la teca folicular.

- La pared folicular se prolapsa cónicamente produciéndose determinados abombamientos, conocidos comúnmente como estigma de ovulación, lugar por donde se romperá la pared folicular.

Momentos antes de la ruptura folicular se aprecia una elevación en la concentración de las prostaglandinas F2a y E2, participando en la contracción ovárica y folicular, a causa de la cual se produce la expulsión del ovocito. (Pérez, 2019)

#### **3.14.4. Formación del cuerpo lúteo**

Después de la ovulación, las células que permanecen en la cavidad folicular desarrollan un CL, el cual se considera como una glándula temporal; su función esencial es la producción hormonal y únicamente se encuentra presente durante el diestro, la gestación y en algunas patologías como la piometra. La luteinización, o formación del CL, está mediada principalmente por la LH; sin embargo, también participan otras hormonas, como la hormona del crecimiento (GH). De este modo, se ha visto que el tratamiento con GH en animales hipofisectomizados restablece la función normal del CL; mientras que en especies como los roedores y los caninos la formación del CL es inducida y mantenida por la prolactina, hormona que no participa para este fin en el caso de los rumiantes. Durante la luteinización los remanentes de las células de la granulosa se diferencian en células lúteas grandes, que son capaces de secretar progesterona en forma continua (basal), y poseen gránulos secretores responsables de la producción y liberación de oxitocina y de relaxina, esta última durante la gestación de algunas especies. Mientras que las células de la teca forman las células lúteas pequeñas, las cuales no secretan oxitocina y producen progesterona en respuesta a LH (tónica). El cuerpo lúteo está, finalmente, conformado por células lúteas grandes y pequeñas, por fibroblastos, células mioides, células endoteliales y células inmunes. Otro factor importante para el proceso de luteinización es la formación de una red vascular, que es indispensable para incrementar el flujo sanguíneo al CL. Dicha formación vascular está mediada principalmente por dos factores, el factor de crecimiento de fibroblastos (FGF), que en la etapa inicial del desarrollo lúteo estimula la proliferación de las células endoteliales por acción de la LH, y el factor de crecimiento endotelio vascular (VEGF) que promueve la invasión de las células endoteliales a la capa de células

de la granulosa y la organización y mantenimiento de la microvasculatura del CL. (Zarco, 2018)

### **3.15. Sincronización del celo**

Durante las últimas décadas el hombre ha desarrollado diversos métodos para manipular la actividad ovárica de los animales con diversos propósitos: inducir la actividad reproductiva en animales que se encuentran en anestro, ya sea prepuberal, estacional, posparto o lactacional; sincronizar el estro y la ovulación de grupos de animales con el objeto de facilitar el manejo reproductivo. La inducción de la actividad reproductiva en animales que se encuentran en anestro tiene como objetivo lograr que la ovulación y el estro fértil se presenten antes de lo que ocurriría en forma natural. La mayoría de los métodos utilizados para inducir la ovulación en animales que se encuentran en anestro se basan en el uso de hormonas que reducen la sensibilidad a la retroalimentación negativa de los estrógenos o estimulan el desarrollo folicular hasta el punto en que el animal produce suficientes estrógenos para generar una elevación preovulatoria de LH. (Myriam Boeta, 2018)

#### **3.15.1. Protocolos de sincronización del celo en los cuyes**

En algunos estudios se han realizado la sincronización de celos en cobayas en mediante el uso de un implante subcutáneo de progesterona similar al que se usa en contracepción humana (tubo de silicona de 1 cm de largo) durante 4 semanas. La hembra entra en celo a los 5-6 días luego de remover el implante. Sin embargo, el uso de este método es costoso y complicado de implementar fuera de las condiciones de asepsia de un laboratorio (el implante se coloca bajo anestesia general realizando un corte en la piel); además plantea problemas de bienestar animal. Se han utilizado también prostaglandina a razón de: 0,02mg, 0,04mg, 0,06mg, donde se ha visto que a dosis de 0,02 a 0,04 mg existe mayor presencia del celo en forma inmediata y que además se obtiene un mayor número de crías con pesos promedios sobre las tasas normalmente aceptadas. (Encalada, 2013)

En un estudio realizado se han utilizado dos protocolos a base de prostaglandina y GnRH a razón de 0.01 ml en ambos casos, que luego de 3 días posterior a la aplicación de le incorporo al macho, donde 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. (Ferrer, 2016)

### **3.15.2. Hormonas utilizadas en la sincronización**

Los métodos utilizados más comúnmente son los tratamientos hormonales mediante la utilización de hormonas como:

#### **Gonadotropina Coriónica Equina (eCG o PMSG)**

La acción folículo-estimulante de la eCG induce el crecimiento y maduración de los folículos. Numerosos autores confirman su eficacia sobre la receptividad, fertilidad y tamaño de la camada, aunque sugieren la posibilidad de una respuesta inmunitaria con los sucesivos tratamientos. Sin embargo, a dosis bajas (20-25 U.I.) y utilizando intervalos largos entre tratamientos consecutivos (intervalos de 42 días), la producción de anticuerpos anti-eCG se minimiza. La administración de 10 U.I. en conejas lactantes no siempre es suficiente para determinar un efecto positivo; cuando los folículos se encuentran en diferentes grados de maduración, este nivel no permite alcanzar una respuesta estandarizada. La administración de 20 U.I., tanto a nivel de ovario como en pruebas de campo, asegura mejores resultados. La eCG aplicada de forma sistemática, 25 U.I. 11 días después del parto, mejora hasta en un 30% el porcentaje de conejas receptivas, así como la fertilidad de conejas lactantes (+18%), pero no de las conejas no lactantes (+1,3%). De la misma forma, algunos autores observan un incremento en el tamaño de camada. El efecto más marcado de la eCG se da en primíparas, en las que aumenta la fertilidad y el número de gazapos por camada. El tratamiento de eCG en las conejas no lactantes no mejora los resultados reproductivos, por lo que su uso no está justificado. (Martín, 2016)

#### **Prostaglandinas (PGF<sub>2</sub> $\alpha$ )**

Son sustancias derivadas del ácido araquidónico. La principal fuente de este ácido graso son los fosfolípidos de la membrana celular, a partir de los cuales se puede liberar el ácido araquidónico se libera mediante la acción de la enzima fosfolipasa A<sub>2</sub>. El ácido araquidónico se transforma entonces en prostaglandina H mediante la

acción de la enzima ciclo-oxigenasa (o sintetasa de prostaglandinas), que más adelante se transforma a distintas prostaglandinas específicas por la acción de diversas enzimas. El tipo de prostaglandina producido por cada célula dependerá del complemento de enzimas presentes. La prostaglandina más importante en la reproducción es la PGF2  $\alpha$ , la cual es responsable de la destrucción del cuerpo lúteo en la mayoría de las especies; también provoca contracciones uterinas, por lo que es importante para el parto, el transporte de los espermatozoides y la involución uterina después del parto. En la práctica veterinaria la PGF2  $\alpha$  natural (dinoprost) o sus análogos sintéticos (cloprostenol, luprostitol, etc.) se utilizan para la sincronización del ciclo estral, para la inducción del parto y para tratar diversas patologías. (Myriam Boeta, 2018)

### **Hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH)**

Es un decapeptido que, como su nombre lo indica, controla la liberación de las dos gonadotropinas hipofisarias, la hormona luteinizante (LH) y la hormona folículo estimulante (FSH). En el caso de la secreción de FSH, la GnRH actúa simplemente como factor permisivo, en cuya presencia los gonadotropos de la hipófisis liberan pulsos de FSH a un ritmo relativamente constante. En cambio, en el caso de la LH existe una relación mucho más estrecha, ya que cada pulso de secreción de GnRH es seguido por un pulso de secreción de LH. Así, la frecuencia de secreción de LH es controlada totalmente por el hipotálamo mediante variaciones en la frecuencia de secreción de GnRH. En forma terapéutica, la GnRH se utiliza como un inductor de la ovulación y del desarrollo folicular, así como en el tratamiento de quistes foliculares y luteinizados. (Myriam Boeta, 2018)

## IV. MARCO METODOLÓGICO

### 4.1. Materiales

#### 4.1.1. Ubicación de la investigación

El actual trabajo de investigación se llevó a cabo en un galpón cavícola “MESIAS” del Sr. Manuel Toapanta.

#### 4.1.2. Localización de la investigación

País	Ecuador
Provincia	Tungurahua
Cantón	Ambato
Parroquia	Atahualpa
Sector	Cuatro Esquinas

#### 4.1.3. Situación Geográfica y climática

Altitud	2 740 msnm	GPS
Latitud	01°15'12" S	
Longitud	78°39'59" O	
Temperatura media anual	16,1°C	
Precipitación media anual	498,4 mm	
Humedad Relativa media anual	70,5%	
Velocidad promedio anual del viento	3,1m/s	

**Fuente:** Estación Meteorológica de Chachoàn 2022

#### 4.1.4. Zona de vida

El lugar donde se realizó la investigación corresponde a la zona de vida bosque seco Montano Bajo (bs-MB) según la clasificación propuesta por la ecológica Leslie Holdridge.

#### 4.1.5. Material experimental

- 96 cuyes hembras primerizas (48 línea Inti y 48 línea Perú).
- 24 cuyes machos (3 por tratamiento)



- Prostaglandina PGF2  $\alpha$  sintética (D`Cloprostenol)
- Hormona Liberadora de las Gonadotropinas GnRH sintética (Buserelina)
- Gonadotropina sérica (eCG).

#### **4.1.6. Material de campo**

- Balanceado
- Balanza
- Desinfectante
- Bomba de mochila
- Botiquín veterinario (vacunas y vitaminas)
- Cal
- Comederos
- Desinfectantes
- Escoba
- Forraje
- Gas
- Carretilla
- Gazaperas
- Jeringuillas y agujas
- Overol y botas
- Pala
- Tamo de arroz

#### **4.1.7. Materiales de oficina**

- Esferográficos
- Registros de control
- Libreta de apuntes
- Papel bond tamaño A4
- Cámara fotográfica
- Computadora y accesorios
- Esferográficos
- Impresora

#### 4.1.8. Instalaciones

- Galpón
- Pozas

#### 4.2. Método

##### 4.2.1. Factor en estudio

Factores	Código	Niveles
Protocolos	A	A1: Testigo A2: Día 0(20UI ECG) -48h (0.8µg GnRH)- empadre (5 días) A3: Día 0(0.8µgGnRH) -72h (15 µg PGF2a)-empadre (5 días) A4: Día 0(0.8µgGnRH) -empadre (5 días)
Línea	B	B1: Perú B2:Inti

##### 4.2.2. Combinación de tratamientos

# Tratamiento	Código	Descripción
1	A1B1	Testigo- línea Perú
2	A1B2	Testigo- línea Inti
3	A2B1	Día 0(10UI ECG) -48h (0.8µg GnRH)- empadre (5 días)+ línea Perú
4	A2B2	Día 0(10UI ECG) -48h (0.8µg GnRH)- empadre (5 días) + línea Inti
5	A3B1	Día 0(0.8µg GnRH-) -72h (15 µg PGF2a)- empadre (5días) + línea Perú
6	A3B2	Día 0(0.8µg GnRH-) -72h (15 µg PGF2a)-empadre (5días) + línea Inti
7	A4B1	Día 0(0.8µg GnRH) -empadre (5 días) + línea Perú
8	A4B2	Día 0(0.8µg GnRH) -empadre (5 días) + línea Inti

#### 4.2.3. Tipo de diseño experimental

- Bloques completamente al Azar (DBCA)

Número de tratamientos	8
Número de repeticiones	3
Número de unidades experimentales	4
Número de animales por tratamiento	12
Número total de animales	96

#### 4.2.4. Tipo de análisis

- Se realizó un análisis de varianza (ADEVA), según el siguiente detalle:

Fuentes de variación	Grados de libertad
Total (t*r)-1	23
Tratamientos (t-1)	7
Bloques (r-1)	2
Error (r-1) (t-1)	14

#### Análisis estadístico funcional

- Prueba de Tukey 5% para promedio de tratamientos
- Análisis de regresión y correlación lineal
- Análisis Económico en la relación (C/B).

#### 4.2.5. Métodos de evaluación y datos a tomarse

- **Condición corporal**

Se evaluó con el ICC del IVITA descrito por Jiménez y Huamán (2010), donde incluye las siguientes cinco categorías:

**CC 1:** Totalmente emaciado, con las vértebras cervicales, la apófisis de la vértebras torácicas y lumbares y la tuberosidad sacra completamente palpables.

**CC 2:** Mayor masa corporal pero aún son palpables todas las estructuras óseas mencionadas en CC 1.

**CC 3:** Ya no es posible palpar las vértebras cervicales ni las costillas, a menos que se ejerza mayor presión. Las demás estructuras óseas aún son palpables.

**CC 4:** Además de los mencionado en CC 3, ya no es posible palpar las apófisis de las vértebras torácicas ni lumbares. Aún es palpable la tuberosidad sacra, pero acompañada de tejido blando.

**CC 5:** Lo único que puede palparse levemente es la tuberosidad sacra. El cuello se presenta totalmente cilíndrico al tacto.

- **Peso de las hembras al empadre (PHE)**

Se tomó el peso de todas las cuyas hembras al inicio del empadre, utilizando una balanza digital los datos fueron expresados en gramos.

- **Peso de las hembras al parto (PHP)**

Se tomó el peso de todas las cuyas hembras después del parto, utilizando una balanza digital los datos fueron expresados en gramos.

- **Peso de las hembras al destete (PHD)**

Se tomó el peso de todas las cuyas hembras después de haber destetado a los gazapos, utilizando una balanza digital los datos fueron expresados en gramos.

- **Porcentaje de fertilidad (%F)**

Dato que se tomó mediante la división del número de nacimientos para el número hembras no preñadas más las hembras que presentaron abortos, multiplicado por el 100%.

# Nacimientos

% fertilidad = -----\*100

# hembras no preñadas + abortos

- **Porcentaje de gestación (%G)**

Dato que se tomó mediante la división del número de hembras preñadas a los 30 días después del empadre para el total de hembras cubiertas, multiplicado por el 100%.

# Hembras preñadas

$$\% \text{ Gestación} = \frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots} * 100$$

# Total de hembras cubiertas

- **Porcentaje de natalidad (%N)**

Dato que se tomó mediante la división del número de nacimientos para el total de hembras, multiplicado por el 100%.

# crías vivas

$$\% \text{ Natalidad} = \frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots} * 100$$

# Total de crías.

- **Tamaño de camada al nacimiento (PCN)**

Se tomó en cuenta el número de crías nacidas de cada una de las unidades experimentales que presentaron parto.

- **Peso de las crías al nacimiento (PCN)**

Se tomó el peso de todos los gazapos el primer día de nacidos, utilizando una balanza digital los datos fueron expresados en gramos.

- **Peso de las crías al destete (PCD)**

Se tomó el peso de todos los gazapos después de ser destetados, utilizando una balanza digital los datos fueron expresados en gramos.

- **Porcentaje de mortalidad (%M)**

Dato que se evaluó considerando a todos los gazapos nacidos vivos, dividido para el número de gazapos muertos durante el nacimiento y el destete. Para esto se utilizó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de mortalidad} = \frac{\text{Número de gazapos muertos}}{\text{Número total de gazapos}} \times 100 = \%$$

- **Análisis económico en relación Beneficio/Costo**

Se realizó una vez terminada la investigación, después de la cotización de los animales objeto de estudio al precio del mercado para contabilizar los ingresos y egresos de la investigación.

#### **6.2.6 Manejo de la investigación**

- **Limpieza**

Se realizó la limpieza de la parte externa e interna del galpón tanto las paredes como el piso con el fin de eliminar todas las impurezas existentes.

- **Uso de desinfectantes**

Para la desinfección del galpón se utilizó una bomba de mochila para desinfectar las jaulas, pisos y paredes del galpón utilizando Cresol 60% (5 ml/100lt) acompañada con cal, la cual fue rociada en el piso para evitar cualquier propagación de microorganismos.

- **Preparación de pozas**

Se adecuó las pozas para iniciar la investigación las cuales tienen una medida de 1.5m de largo x 1m de ancho con una altura de 60 cm.

- **Instalación y preparación de comederos**

Los comederos fueron instalados en cada una de las pozas para el suministro de balanceado.

- **Selección de los hembras y machos**

Se realizó la adquisición de 96 hembras (48 raza Perú y 48 raza Inti) de 4 meses de edad y 24 machos.

- **Preparación de cama**

Se colocó 15 cm de tamo de arroz (cascarilla de arroz) en cada una de las pozas.

- **Rotulado**

Se colocó en cada uno de los tratamientos la respectiva etiqueta el cual menciona el código de cada tratamiento. De acuerdo a cada repetición.

- **Distribución de unidades experimentales**

Las 96 hembras se distribuyeron en grupos de 4 animales al azar por repetición, con un total de 12 unidades experimentales por tratamiento dando un total de 96 animales que fueron utilizados durante el proceso de la investigación.

- **Aplicación de vitaminas**

Se empleó vitaminas del complejo B (Catosal 0.5ml) para disminuir el stress producido por el cambio de hábitat.

- **Proceso de inmunización**

Para el proceso de inmunización se utilizó la vacuna Cuy-Con-Vac + L, 15 días antes de aplicar los tratamientos para precautelar el estado sanitario de los animales.

- **Aplicación de los protocolos de sincronización**

Se realizó la aplicación de los diferentes protocolos con las diferentes hormonas (PGF2, GnRH, eCG), posterior al empadre.

- **Comercialización**

Finalizada la investigación se procedió a la cotización a los animales en pie de acuerdo al precio que se encuentra en el mercado.



## V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Tabla 7. Análisis de varianza (ADEVA)**

Parámetros productivos y reproductivos		Condición corporal (NS)	Peso de las hembras al empadre gr (NS)	Peso de las hembras al parto (NS)	Peso de las hembras al destete gr (NS)	Porcentaje de gestación (%) (*)	Porcentaje de fertilidad (%) (*)	Porcentaje de Natalidad (%) (NS)	Tamaño de camada al nacimiento. (*)	Peso de las crías al nacimiento (gr) (*)	Peso de las crías al destete (gr) (NS)
Tratamientos	T1 (Testigo+P),	3	1102,67	1261,83	1277,83	41,67	41,67	93,33	2,67	137,13	263,28
	T2 (Testigo+I),	3,08	1281,92	1398,33	1412,33	50	50	100,00	2,5	137,8	261,13
	T3 (eCG - GnRH+P),	3,08	1217,42	1415,44	1430	66,67	58,33	90,48	3,17	133,08	254,68
	T4 (eCG - GnRH+I),	3,08	1229,83	1339	1352,5	58,33	58,33	83,81	3,39	126,4	250,86
	T5 (GnRH-PGf2 $\alpha$ +P),	3,08	1206,25	1321,58	1338,81	83,33	83,33	92,59	2,72	134,33	258,47
	T6 (GnRH-PGf2 $\alpha$ +I),	3,08	1359,5	1463,22	1481,33	75	75	81,11	3,05	135,21	259,64
	T7 (GnRH+P),	3,17	1252,5	1342,39	1356,95	66,67	66,67	92,59	2,83	132,66	260,04
	T8 (GnRH+I),	3,08	1200,58	1307,22	1321	75	75	93,33	3	130,46	251,05
Protocolos	Protocolo1 (Testigo)	3,04	1192,29	1330,08	1345,08	45,83	45,83	96,67	2,58	137,46	262,21
	Protocolo2 (eCG+GnRH)	3,08	1223,63	1377,22	1391,25	62,5	58,33	87,14	3,28	129,74	252,77
	Protocolo3 (GnRH+PGf2 $\alpha$ )	3,08	1282,88	1392,4	1410,07	79,17	79,17	86,85	2,89	134,77	259,06
	Protocolo 4 (GnRH)	3,13	1226,54	1324,81	1338,97	70,83	70,83	92,96	2,92	131,56	255,55
GENOTIPOS	Peru	3,08	1194,71	1335,31	1350,9	64,58	62,5	92,25	2,85	132,47	259,12
	Inti	3,08	1267,96	1376,95	1391,79	64,58	64,58	89,56	2,99	134,3	255,67
PROMEDIO		3,08	1231,33	1356,13	1371,34	64,58	63,54	90,91	2,92	133,38	257,39
COEFICIENTE DE VARIACION		9,28	9,77	10,12	10,04	18,65	18,96	11,87	9,96	2,28	1,76

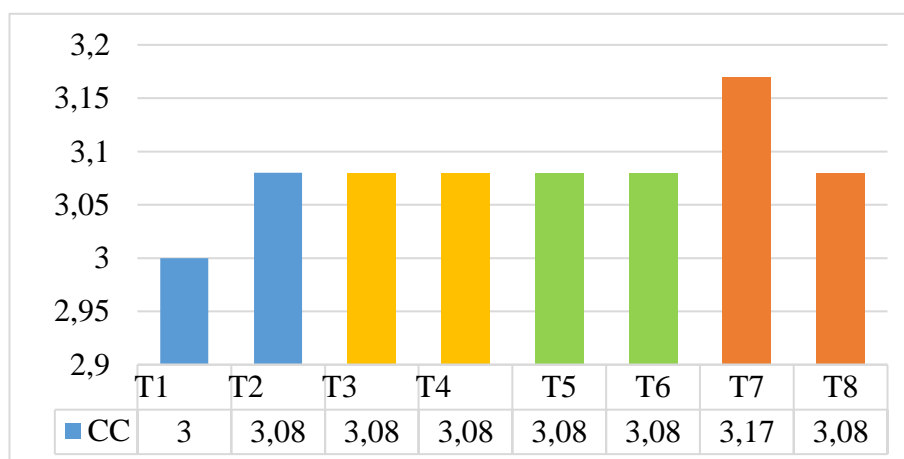
## 5.1 Condición corporal

**Cuadro 1:** Resultado de ADEVA. Condición corporal

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
<b>Bloques</b>	0,02	2	0,01		
<b>Tratamientos</b>	0,04	7	0,01	0,07	0,9991
<b>Error</b>	1,15	14	0,08		
<b>Total</b>	1,21	23			

Elaborado por: Toapanta. J, (2022)

**Figura 4:** Condición corporal



Elaborado por: Toapanta. J, (2022)

### Análisis e interpretación

En el análisis de varianza de la variable condición corporal podemos decir que fue no significativa (NS), como se observa en la **Figura 4** del resultado de TUKEY, la condición corporal de los cobayos al inicio de la investigación fue homogénea con una media de 3.08 según el índice publicado por la Estación Experimental del Centro de Investigación IVITA, distribuidos al azar; donde la mayor condición corporal tuvo el T7 (GnRH+P), con 3,17, seguida del T5 (GnRH-PGf2 $\alpha$ +P), T6 (GnRH-PGf2 $\alpha$ +I), T8 (GnRH+I), T2 (Testigo+I), T3 (eCG - GnRH+P), T4 (eCG - GnRH+I), los cuales presentaron un promedio de 3,08 y el que presentó menor condición corporal es el T1 (Testigo+P), con un promedio de 3.

Al analizar las condiciones corporales de cada una de las cobayas podemos señalar que se encuentran en una condición ideal para realizar el trabajo investigativo.

De acuerdo con (Andrango & Sánchez, 2020) mencionan los índices de condición corporal muy altos o muy bajos indican problemas en el manejo de programas nutricionales y pueden llegar a ocasionar pérdidas durante la producción y reproducción de los cobayos, donde la condición ideal es de 3 en una escala del 1 al 5 (siendo 1 muy delgado, 2 delgado, 3 ideal, 4 sobrepeso y 5 obeso).

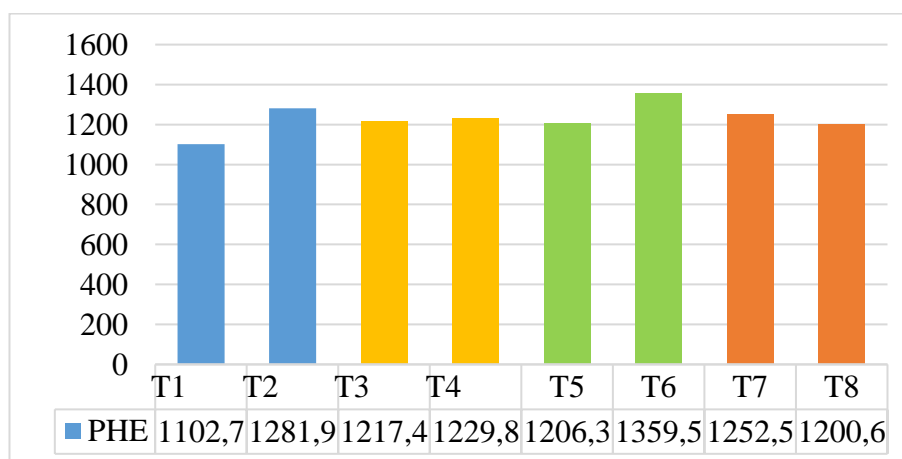
## 5.2 Peso de las hembras al empadre

**Cuadro 2:** Resultado de ADEVA. Peso de las hembras al empadre (gr)

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
<b>Bloques</b>	3370,02	2	1685,01		
<b>Tratamientos</b>	113277,5	7	16182,5	1,12	0,4051
<b>Error</b>	202747,69	14	14481,98		
<b>Total</b>	319395,21	23			

Elaborado por: Toapanta. J, (2022)

**Figura 5:** Peso de las hembras al empadre (gr).



Elaborado por: Toapanta. J, (2022)

### Análisis e interpretación

Según los resultados obtenidos por el análisis de varianza de la variable peso de las hembras al empadre podemos determinar que no registraron alguna diferencia significativa (NS) debido a que sus pesos fueron homogéneos, esto se debe a que

los animales son provenientes de un solo galpón, de acuerdo a la **Figura 5**, podemos determinar que el peso promedio es de 1231,33 gr; el mayor peso es del T6 (GnRH-PGF2 $\alpha$ +I) con un promedio de 1359,5 gr seguido del T2 (Testigo+I), T7 (GnRH+P), T4 (eCG - GnRH+I), T3 (eCG - GnRH+P), T5 (GnRH-PGF2 $\alpha$ +P), T8 (GnRH+I), T1 (Testigo+P), con unos promedio de 1281,92 gr, 1252,5 gr, 1229,83 gr, 1217,42 gr, 1206,25 gr, 1200,58 gr y 1102,67 respectivamente.

Al inicio del experimento se observaron datos no significativos, debido a que los animales se encontraban en etapa de adaptación, y provienen de un mismo galpón teniendo pesos similares.

Según (Oñate, 2008) en su investigación “Evaluación de dos métodos de sincronización del estro en cuyes” menciona que los pesos de las reproductoras al momento del empadre fue de 905.63gr y 905.54 gr para los animales tratados con GnRH y PGF2 $\alpha$  respectivamente, por cuanto (Chauca L. , 1997), señala que el peso de la madre es una variable muy importante al momento de iniciar el empadre, debido a que influye en los pesos que alcanzaran al parto, como también en el tamaño de la camada y peso de las crías al nacimiento y destete, señalando además, que las hembras pueden ingresar al empadre cuando alcanzan un peso de 542 gr y haciéndose uso de machos probados.

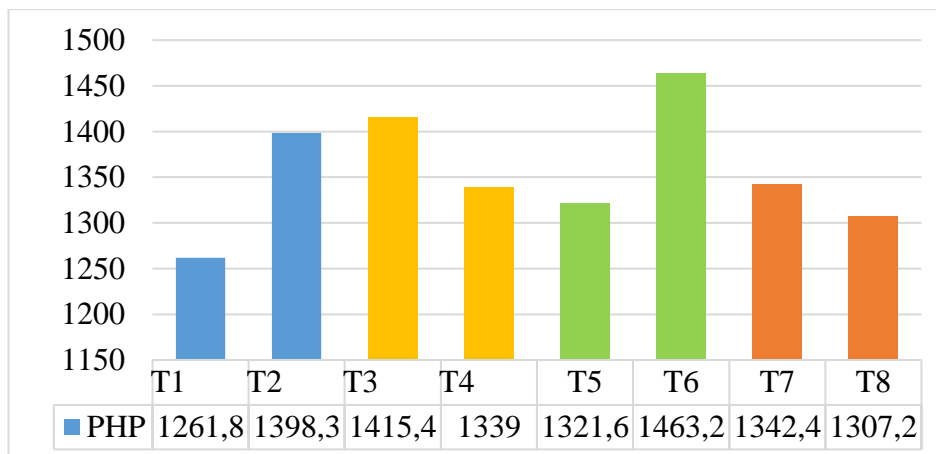
### 5.3 Peso de las hembras al parto

**Cuadro 3:** Resultado de ADEVA. Peso de las hembras al parto (gr)

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
<b>Bloques</b>	11819,79	2	5909,9		
<b>Tratamientos</b>	89182,78	7	12740,4	0,68	0,69
<b>Error</b>	263859,38	14	18847,1		
<b>Total</b>	364861,96	23			

**Elaborado por:** Toapanta. J, (2022)

**Figura 6:** *Peso de las hembras al parto (gr).*



**Elaborado por:** Toapanta. J, (2022)

### **Análisis e interpretación**

En el análisis de varianza de la variable peso de las hembras al parto podemos decir que no se registró alguna diferencia significativa(NS), como se observa en la **Figura 6**, los resultados de la investigación obtenidos de esta variable presentan una media de 1356,12 gr, sin embargo, se registraron diferencias numéricas que reflejan una mayor ganancia de peso en el T6 (GnRH-PGf2 $\alpha$ +I) con un promedio de 1463,22 gr seguido del T3 (eCG - GnRH+P) con un peso promedio de 1415,44, el T2 (Testigo+I) con un promedio de 1398,33 gr, el T7 (GnRH+P) con un peso promedio de 1342,39 gr, el T4 (eCG - GnRH+I) con un peso promedio de 1339 gr, el T5 (GnRH-PGf2 $\alpha$ +P) con un peso promedio de 1321,58 gr, el T8 (GnRH+I) con un peso promedio de 1307,22 gr y el que menor peso obtuvo fue el T1 con un peso promedio de 1261,83 gr.

Al evaluar los pesos de los diferentes tratamientos podemos determinar que los protocolos hormonales no influyen sobre la variable peso al parto, esto debido a homogeneidad que existe entre ellos. Es importante recalcar que en comparación con los pesos iniciales se ha incrementado, gracias al manejo y nutrición adecuados. Al respecto (Obregón D. , 2012) en su investigación “Utilización de dos Métodos de Sincronización de Celos en Cuyas Multíparas” indica que el peso promedio de las hembras postparto es de 1203.82 gr con una variación de 998 gr y 1521 gr; demostrándose en nuestra investigación valores superiores que se aducen a los

protocolos médicos y sanitarios; así como al valor genético y fenotípico de las madres.

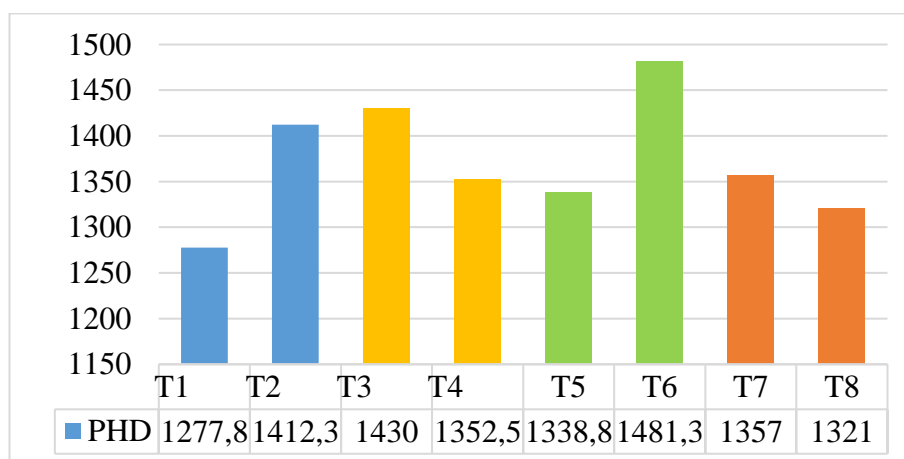
#### 5.4 Peso de las hembras al destete

**Cuadro 4:** Resultado de ADEVA. Peso de las hembras al destete (gr)

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
<b>Bloques</b>	11629,27	2	5814,63		
<b>Tratamientos</b>	90354,38	7	12907,77	0,68	0,6865
<b>Error</b>	265472,33	14	18962,31		
<b>Total</b>	367455,97	23			

Elaborado por: Toapanta. J, (2022)

**Figura 7:** Peso de las hembras al destete (gr)



Elaborado por: Toapanta. J, (2022)

#### Análisis e interpretación

De acuerdo a la **Figura 7** los resultados de la investigación obtenidos de la variable peso de las hembras al parto, no registraron alguna diferencia significativa, debido a que sus pesos fueron homogéneos con una media de 1371,34 gr; , sin embargo, se registraron diferencias numéricas que reflejan una mayor ganancia de peso en el T6 (GnRH-PGf2 $\alpha$ +I) con un promedio de 1481,33 gr seguido del T3 (eCG - GnRH+P) con un peso promedio de 1430, el T2 (Testigo+I) con un promedio de 1412,33 gr, el T7 (GnRH+P) con un peso promedio de 1356,95 gr, el T4 (eCG - GnRH+I) con un peso promedio de 1352,5 gr, el T5 (GnRH-PGf2 $\alpha$ +P) con un peso promedio de

1338,81 gr, el T8 (GnRH+I) con un peso promedio de 1321 gr y el que menor peso obtuvo fue el T1 con un peso promedio de 1277,83 gr.

Al observar los pesos de los diferentes tratamientos podemos determinar que los protocolos hormonales no influenciaron sobre la variable peso al destete, también se obtuvo un incremento mínimo en su peso tomando en cuenta el peso al parto.

En su investigación (Oñate, 2008) indica que no presentaron diferencias significativas obteniendo un peso promedio en las madres al destete de 1059.67 gr con el tratamiento GnRH, mientras que con el tratamiento PGF2 $\alpha$  obtuvo un peso promedio de 1057 gr; siendo nuestros datos superiores.

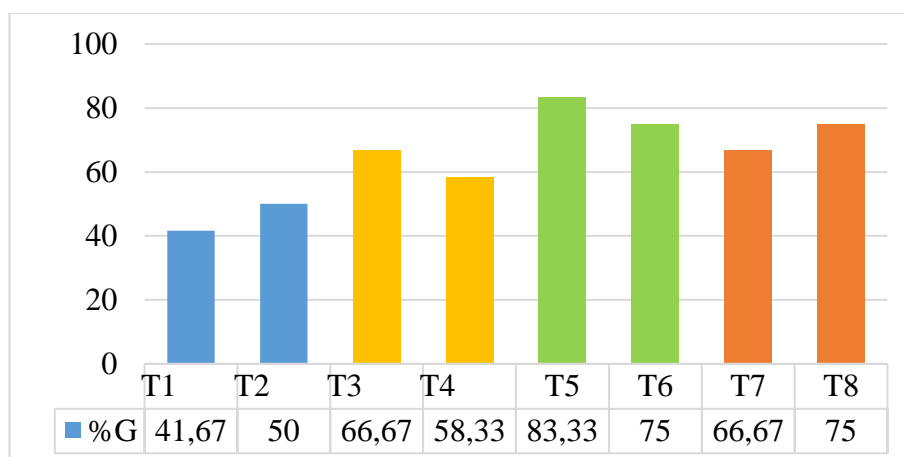
### 5.5 Porcentaje de gestación

**Cuadro 5:** Resultado de ADEVA. Porcentaje de gestación (%)

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
<b>Bloques</b>	52,08	2	26,04		
<b>Tratamientos</b>	4062,5	7	580,36	4	0,0131
<b>Error</b>	2031,25	14	145,09		
<b>Total</b>	6145,83	23			

Elaborado por: Toapanta. J, (2022)

**Figura 8:** Porcentaje de gestación (%)



Elaborado por: Toapanta. J, (2022)

### **Análisis e interpretación**

Según los datos obtenidos en el análisis de varianza para la variable porcentaje de gestación, se registró una diferencia significativa, debido a que sus porcentajes de fertilidad fueron heterogéneos; donde de acuerdo con la **Figura 8** el T5 (GnRH-PGf2 $\alpha$ +P) presento el mayor porcentaje de gestación con 83,33%, seguido del T6 (GnRH-PGf2 $\alpha$ +I) con un 75%, el T8 (GnRH+I) con un 75%, el T7 (GnRH+P) con un 66,67%, el T3 (eCG - GnRH+P) con un 66,67%, el T4 (eCG - GnRH+I) con un 58,33%, el T2 (Testigo+I) con un 50% y el T1 (Testigo+P) con un 41,67%.

A nivel de los protocolos utilizados el protocolo 3 (GnRH mas PGf2 $\alpha$ ) tuvo un mayor porcentaje de gestación con un promedio de 79,17%, seguida del protocolo 4 (GnRH) con un promedio de 70.83%, el protocolo 2 (eCG mas GnRH) con un promedio de 62,5% y el protocolo 1 (Testigo) presento un 45,83%.

De acuerdo con (Vivas, 2013) la gestación es un periodo muy importante debido a que las hembras gestantes necesitan estar en los lugares más tranquilos del galpón, puesto que los ruidos o molestias pueden ocasionar abortos indeseados, de la misma manera la administración de alimentos de buena calidad durante las primera semanas de gestación ayudara a que no se produzca muertes embrionaria; debiéndose manifestar que el protocolo con un mejor porcentaje tiene relación directa con la acción central de la GnRH sobre eje hipotálamo Hipofisario y el uso de la PGf2 $\alpha$  en la lisis del cuerpo lúteo coadyuvando a desencadenar un nueva onda folicular y posterior ovulación.

### **5.6 Porcentaje de fertilidad**

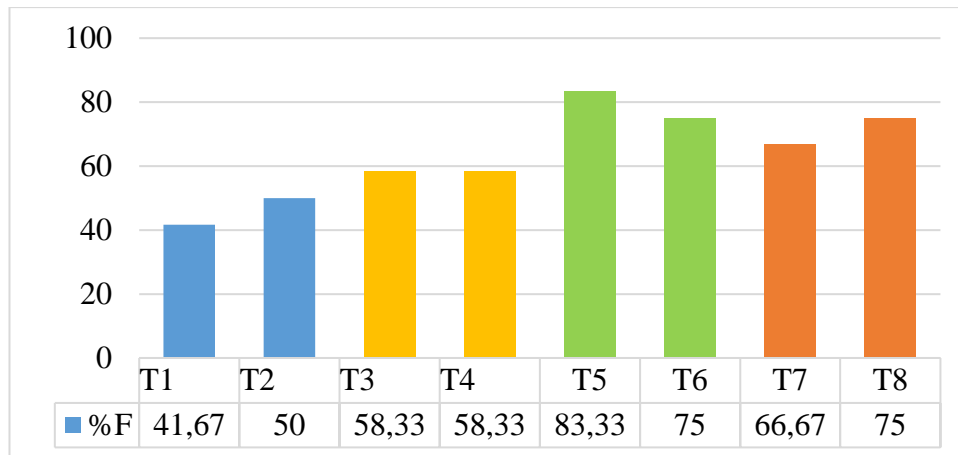
**Cuadro 6:** Resultado de ADEVA. Porcentaje de fertilidad (%)

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
<b>Bloques</b>	52,08	2	26,04		
<b>Tratamientos</b>	4140,63	7	591,52	4,08	0,0007
<b>Error</b>	2031,25	14	145,09		
<b>Total</b>	6223,96	23			

**Elaborado por:** Toapanta. J, (2022)



**Figura 9:** Porcentaje de fertilidad (%)



**Elaborado por:** Toapanta. J, (2022)

### **Análisis e interpretación**

De acuerdo con el análisis de varianza para la variable porcentaje de fertilidad, se registró una diferencia significativa, debido a que sus porcentajes de fertilidad fueron heterogéneos; podemos observar en la **Figura 9** que el T5 (GnRH-PGf2 $\alpha$ +P) presento el mayor porcentaje de gestación con 83,33%, seguido del T6 (GnRH-PGf2 $\alpha$ +I) y T8 (GnRH+I) con un 75%, el T7 (GnRH+P) con un 66,67%, el T3 (eCG - GnRH+P) y T4 (eCG - GnRH+I) con un 58,33%, el T2 (Testigo+I) con un 50% y el que menor porcentaje obtuvo fue el T1 (Testigo+P) con un 41,67%.

Los datos obtenidos son similares a los de la variable porcentaje de gestación con una única diferencia de porcentajes en el T3 (eCG - GnRH+P) donde se produjo un aborto esto se pudo dar debido algún stress presentado (ruidos, peleas, calor, etc.), disminuyendo el porcentaje de fertilidad.

A nivel de los protocolos utilizados el protocolo 3 (GnRH mas PGf2 $\alpha$ ) tuvo un mayor porcentaje de fertilidad con un 79,17%, seguida del protocolo 4 (GnRH) con 70.83%, el protocolo 2 (eCG mas GnRH) con 58,33% y el protocolo 1 (Testigo) fue el que presento menor porcentaje de fertilidad con 45,83%.

Estos valores pueden variar de acuerdo a la cantidad de animales que se utilicen en la investigación y la etapa del ciclo estral que se encuentre las cobayas al momento de realizar la aplicación de los protocolos de sincronización.

Según (Díaz, 2008) en su investigación “Evaluación de dos métodos de sincronización de celo en cuyes (*Cavia porcellus*)” menciona que los resultados obtenidos en la variable porcentaje de fertilidad mediante la aplicación de prostaglandina más la hormona liberadora de gonadotropina fue del 73.68% y un 85% con la aplicación de una doble dosis de prostaglandina.

De la misma manera (Oñate, 2008) en su investigación menciona que la aplicación de GnRH y PGf2 $\alpha$  no presentaron diferencias estadísticas significativas, obteniendo un porcentaje de fertilidad del 75% mediante la aplicación de GnRH y un 65% con la aplicación de PGf2 $\alpha$ .

(Barahona & Quishpe, 2012) en su trabajo investigativo “Inducción de superovulación en cobayas primerizas, usando gonadotropina sérica con tres dosis diferentes” mencionan que tuvo una tasa de fertilidad del 100%, 50% y 75% de acuerdo a las diferentes dosis utilizadas 10 UI, 20 UI, 30 UI respectivamente, estos datos pueden variar debido a que solo se utilizó 4 animales por tratamiento.

En resumen, esta investigación proporcionó datos significativos sobre la superovulación en cobayas; los resultados mostraron que la estimulación hormonal puede incrementar la producción de óvulos y, en consecuencia, mejorar las posibilidades de preñez; sin embargo, existen otros factores preponderantes como los dietéticos que podrían potenciar la fertilidad.

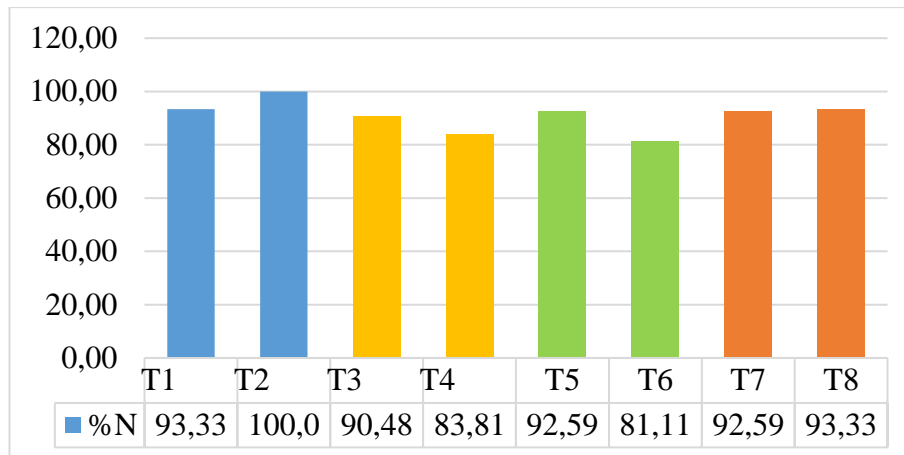
### 5.7 Porcentaje de Natalidad

**Cuadro 7:** Resultado de ADEVA. Porcentaje de Natalidad (%)

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>
<b>Bloques</b>	544,03	2	272,02	
<b>Tratamientos</b>	740,03	7	105,72	0,91
<b>Error</b>	1629,06	14	116,36	
<b>Total</b>	2913,12	23		

**Elaborado por:** Toapanta. J, (2022)

**Figura 10:** Porcentaje de Natalidad (%)



**Elaborado por:** Toapanta. J, (2022)

### **Análisis e interpretación**

Según los datos obtenidos en el análisis de varianza para la variable porcentaje de natalidad, no se registró una diferencia significativa, como lo podemos observar en la **Figura 10**, debido a que sus porcentajes de natalidad fueron homogéneos; donde el T2 (Testigo+I) presentó el mayor porcentaje de natalidad con 100%, seguido del T1 (Testigo+P) con un 93,33%, el T8 (GnRH+I) con un 93,33%, el T5 (GnRH-PGf2α+P) con un 92,52%, el T7 (GnRH+P) con un 92,52%, el T3 (eCG - GnRH+P) con un 90,48%, el T4 (eCG - GnRH+I) con un 83,81% y el que menor porcentaje obtuvo fue el T6 (GnRH-PGf2α+I) con un 81,11%.

A nivel de los protocolos utilizados el protocolo 1 (Testigo) tuvo un mayor porcentaje de natalidad con un promedio de 96,67%, seguida del protocolo 4 (GnRH) con un promedio de 92,96%, el protocolo 2 (eCG mas GnRH) con un promedio de 87,14%, y el protocolo 3 (GnRH mas PGf2α) presentó el menor porcentaje con 86,85%.

De acuerdo con (Solorzano, 2014), en su investigación “Evaluación de tres sistemas de alimentación comercial de cuyes (*Cavia Porcellus*) en la etapa de producción” menciona que el porcentaje de natalidad en la mayoría de sus tratamientos en estudio presentaron el 100%, aunque en uno de sus tratamientos tuvo un 86,7% debido a que los gazapos presentaron gran tamaño.

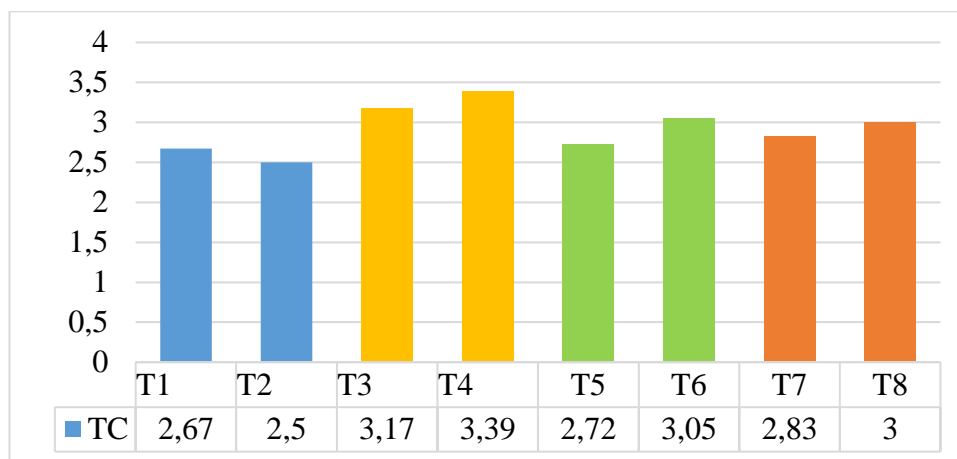
## 5.8 Tamaño de camada al nacimiento

**Cuadro 8:** Resultado de ADEVA. Tamaño de camada al nacimiento

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
<b>Bloques</b>	0,14	2	0,07		
<b>Tratamientos</b>	1,77	7	0,25	2,99	0,0384
<b>Error</b>	1,18	14	0,08		
<b>Total</b>	3,09	23			

Elaborado por: Toapanta. J, (2022)

**Figura 11:** Tamaño de camada al nacimiento



Elaborado por: Toapanta. J, (2022)

### Análisis e interpretación

En la variable tamaño de camada al nacimiento podemos determinar que el análisis de varianza es significativo (\*), por lo que podemos determinar que el tamaño de la camada de los gazapos existió una diferencia estadística significativa.

Como se observa en la **Figura 11** los promedios son diferentes, donde el T4 (eCG - GnRH+I) con un promedio de 3,39 crías/camada presento un mayor tamaño de camada, seguido por el T3 (eCG - GnRH+P) con un promedio de 3,17 crías/camada, el T6 (GnRH-PGf2 $\alpha$ +I) con un promedio de 3,05 crías/camada, el T8 (GnRH+I) con un promedio de 3 crías/camada, el T7 (GnRH+P) con un promedio de 2,83% crías/camada, el T5 (GnRH-PGf2 $\alpha$ +P) con un promedio de 2,72% crías/camada, el T1 (Testigo+P) con un promedio de 2,67 crías/camada, el T2 (Testigo+I) con un promedio de 2,5 crías/camada.

A nivel de protocolos el protocolo 2 (eCG mas GnRH) presento un mayor promedio de tamaño de camada con 3,28 crías/camada, seguida del protocolo 4 (GnRH) con un promedio de 2,92 crías/camada, protocolo 3 (GnRH mas PGf2 $\alpha$ ) con un promedio de 2,89 crías/camada, y el que presento menor tamaño de camada fue el protocolo 1 (Testigo) con 2,58 crías/camada.

Al observar el tamaño de camada de los diferentes tratamientos podemos determinar que los protocolos hormonales si influenciaron sobre esta variable, en el que los tratamientos T3 y T4, mediante la utilización del protocolo 2(eCG mas GnRH), presentaron mayor tamaño de camada; esto se puede deberes a que la hormona eCG tiene un efecto positivo sobre el aumento de la tasa ovulatoria, incrementando el número de folículos reclutados durante la onda folicular y, consecuentemente, al mayor número de folículos disponibles para la ovulación.

Los resultados obtenidos son superiores a los expuestos por (Diaz, 2008), quien determino valores de 2,5 y 2,54 crías/camada mediante la aplicación de GnRH más PGf2 $\alpha$  y una doble dosis de PGf2 $\alpha$ , respectivamente, en cambio (Barahona & Quishpe, 2012) en su investigación obtuvieron un tamaño de 3 crías/camada mediante la aplicación de la eCG, de la misma manera (Oñate, 2008) en su investigación menciona un tamaño de camada al nacimiento de 3.07 crías/camada mediante la aplicación de GnRH y un menor tamaño con la aplicación de PGf2 $\alpha$  con 2.23 crías/camada, es importante lo que determinan (Rodríguez, Gutiérrez, Palomino, & Hidalgo, 2015) , que el valor promedio del total de nacidos al primer parto es inferior a los demás partos de modo que el número de parto influye sobre el tamaño de camada, existiendo un incremento del primer al segundo parto.

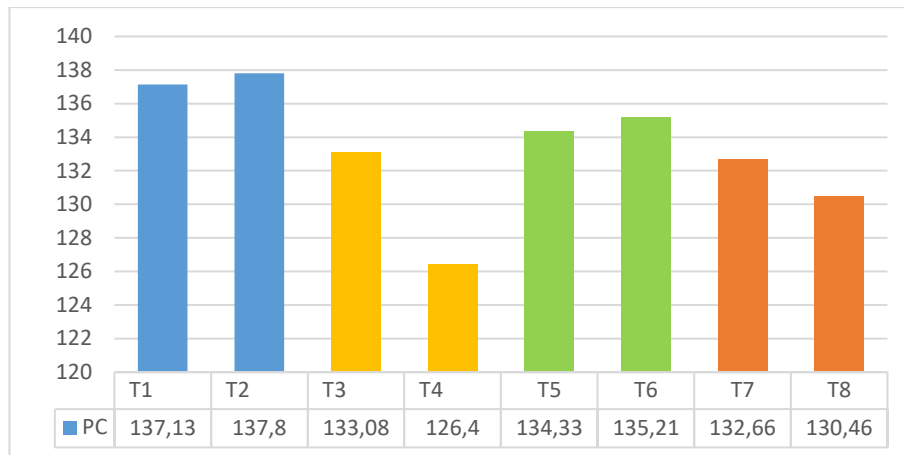
### 5.9 Peso de las crías al nacimiento

**Cuadro 9:** Resultado de ADEVA. *Peso de las crías al nacimiento (gr)*

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
<b>Bloques</b>	8,23	2	4,11		
<b>Tratamientos</b>	286,9	7	40,99	2,76	0,0505
<b>Error</b>	208,18	14	14,87		
<b>Total</b>	503,31	23			

**Elaborado por:** Toapanta. J, (2022)

**Figura 12:** *Peso de las crías al nacimiento (gr)*



**Elaborado por:** Toapanta. J, (2022)

### **Análisis e interpretación**

Según el análisis de varianza podemos decir que la variable peso de los gazapos al nacimiento fueron significativas (\*), como se observa en la **Figura 11** el T2 es el que tuvo mayor peso promedio con 137,8 gr, seguido del T1 (Testigo+P) con un promedio de 137,13gr, el T6 (GnRH-PGf2 $\alpha$ +I) con un promedio de 135,21 gr, el T5 (GnRH-PGf2 $\alpha$ +P) con un promedio de 134,33 gr, el T3 (eCG - GnRH+P) con un promedio de 133,08 gr, el T7 (GnRH+P) con un promedio de 132,66 gr, el T8 (GnRH+I) con un promedio de 130,46 gr y el T4 (eCG - GnRH+I) con 126 gr.

Al analizar los diferentes protocolos utilizados, podemos determinar el protocolo 1 (Testigo) fue el que mayor promedio obtuvo con 137 gr, a diferencia del protocolo 2 (eCG mas GnRH) que tuvo el menor peso promedio con 129,74 gr, esto puede estar influenciado en el tamaño de la camada al nacimiento.

De acuerdo con la investigación de (Oñate, 2008) obtuvo pesos similares a los de esta investigación obteniendo un peso promedio de los gazapos al nacimiento de 130.99 gr mediante la aplicación de PGf2 $\alpha$  y un peso promedio de 127,63 gr con la aplicación de GnRH. Pero superiores a los presentados por (Diaz, 2008) quien encontró pesos individuales al nacimiento que varían entre 105,83 gr y 120,12 gr mediante la aplicación de una doble dosis de PGf2 $\alpha$  y GnRH más PGf2 $\alpha$ . El peso de los gazapos al nacimiento va a ser influenciado por el tamaño de la camada, el peso de la madre y el número de parto.

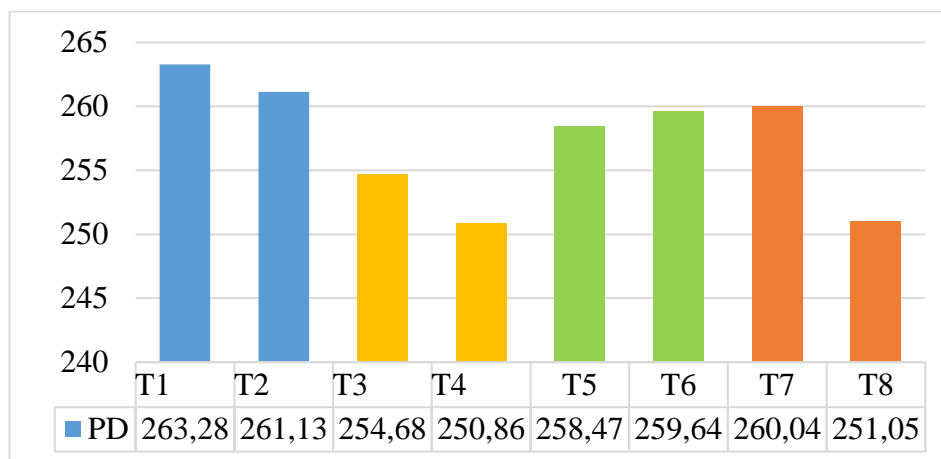
## 5.10 Peso de las crías al destete

**Cuadro 10:** Resultado de ADEVA. Peso de las crías al destete (gr)

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
<b>Bloques</b>	6,28	2	3,14		
<b>Tratamientos</b>	456,5	7	65,21	3,17	0,0314
<b>Error</b>	287,75	14	20,55		
<b>Total</b>	750,52	23			

Elaborado por: Toapanta. J, (2022)

**Figura 13:** Peso de las crías al destete (gr)



Elaborado por: Toapanta. J, (2022)

### Análisis e interpretación

Según el análisis de varianza podemos determinar que la variable peso de los gazapos al destete fueron no significativas (NS), por lo que podemos establecer que el peso de los gazapos no existió diferencias estadísticas significativas.

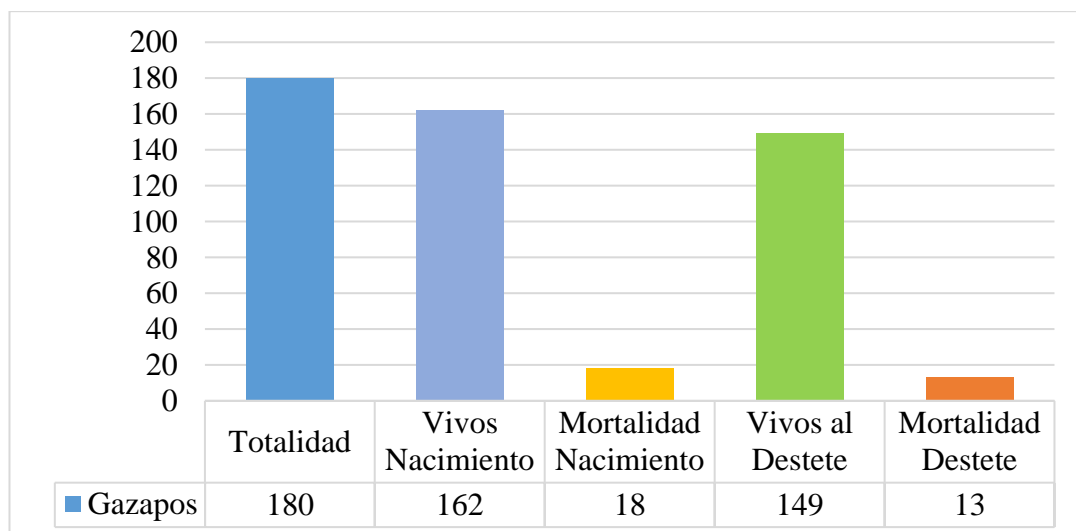
Sin embargo, en la **Figura 12** podemos observar que existen diferentes promedios donde el T1 (Testigo+P) quien presento un mayor peso con 263,28 gr, seguido del T2 (Testigo+I) con un promedio de 261,13 gr, el T7 (GnRH+P) con un promedio de 260,04 gr, el T6 (GnRH-PGf2 $\alpha$ +I) con un promedio de 259,64 gr, el T5 (GnRH-PGf2 $\alpha$ +P) con un promedio de 258,47 gr, el T3 (eCG - GnRH+P) con un promedio de 254,68 gr, el T8 (GnRH+I) con un promedio de 251,05 gr y el que menor promedio tuvo es el T4 (eCG - GnRH+I) con 250,86 gr.

A nivel de protocolos, el protocolo 1 (Testigo) presento un mayor peso promedio con 262,21 gr, seguida del protocolo 3 (GnRH mas PGf2 $\alpha$ ) con un promedio de 259,05 gr, el protocolo 4 (GnRH) con un promedio de 255,55 gr y el que presento menor peso fue el protocolo 2 (eCG - GnRH) con 2,52 gr. La similitud de los promedios de los pesos al destete se puede deber a que las crías no son tan dependientes de la leche materna, aunque hay varios parámetros que pueden influenciar en el peso de los gazapos al destete como el tamaño de camada, la afinidad materna, los pesos al nacimiento, la edad del empadre, etc.

Según (Diaz, 2008) en su investigación menciona que obtuvo pesos al destete de 264,48 gr y 306,43 gr de las madres que se les aplico una doble dosis de PGf2 $\alpha$  y GnRH más PGf2 $\alpha$ , respectivamente, mientras que (Oñate, 2008) menciona que no tuvo diferencias significativas con los diferentes tratamientos hormonales, obteniendo un peso de 312,21 gr y 320, 87 gr.

### 5.11 Mortalidad al nacimiento y destete

**Figura 14:** *Mortalidad al nacimiento y destete.*



**Elaborado por:** Toapanta. J, (2022)

#### **Análisis e interpretación**

En la figura podemos observar una mortalidad al nacimiento de 18 gazapos y 13 gazapos al destete lo que equivale al 10,17 % y 7,34%, respectivamente, estos porcentajes se encuentra entre los parámetros presentados por (Montes, 2012) quien



menciona que el porcentaje de mortalidad durante la lactancia puede variar entre 3-12%, esto va a depender del manejo y la suplementación nutricional que se le otorgue.

Según (Obregón, Serrano, & Chauca, 2018) menciona que la etapa productiva más vulnerable para contraer enfermedades (agentes infecciosos como: *Salmonella* sp. 50%, *Escherichia* sp. 40% y para endoparásitos *Eimeria* sp 26,7%) y producir mayor mortalidad es la lactancia, sobre todo en la primera semana de vida.

### 5.12 Análisis de correlación y regresión

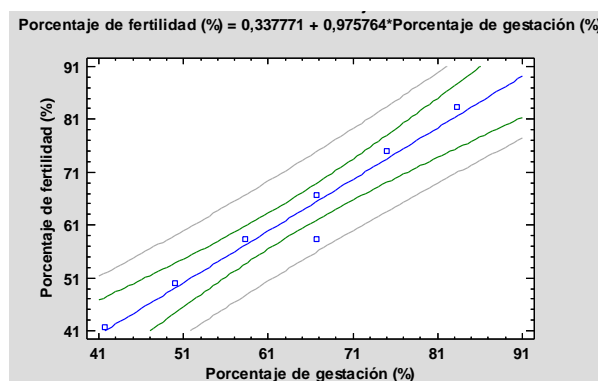
- **Porcentaje de fertilidad (%) vs Porcentaje de gestación (%)**

**Tabla 8:** Correlaciones de Pearson. Porcentaje de fertilidad (%) vs Porcentaje de gestación

	Porcentaje de fertilidad (%)
Porcentaje de gestación (%)	Coef. C: 0,9778
	TM: 8
	p-valor: 0,0002

Elaborado por: Toapanta. J, (2022)

**Figura 15:** Porcentaje de gestación (%) vs Porcentaje de fertilidad (%)



Elaborado por: Toapanta. J, (2022)

### Análisis e interpretación

De acuerdo con la tabla de correlaciones de Pearson, muestra que las variables en estudio tienen un grado de asociación alto y positivo con un coeficiente de

correlación de 0,977 ya que estadísticamente que se encuentran dentro del rango (0.60 – 1.00). Lo que nos demuestra que la variable porcentaje de fertilidad aumenta conforme se incrementa el porcentaje de gestación, con un p-valor 0,0002 lo que nos indica una relación estadísticamente significativa entre Porcentaje de fertilidad (%) y Porcentaje de gestación (%) con un nivel de confianza del 95,0%.

Mediante el análisis del **Figura. 15** determinamos que todos los datos estuvieron dentro de la media teniendo un comportamiento normal.

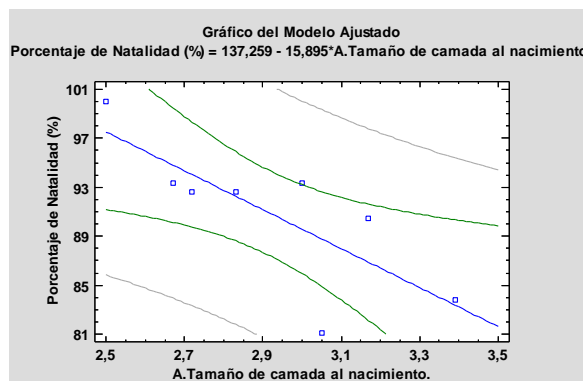
- **Porcentaje de Natalidad (%) vs Tamaño de camada (%)**

**Tabla 9:** Correlaciones de Pearson. Porcentaje de Natalidad (%) vs Tamaño de camada (%)

	Porcentaje de Natalidad (%)
Tamaño de camada al nacimiento	Coef. C: -0,7798
	TM: 8
	p-valor: 0,0225

Elaborado por: Toapanta. J, (2022)

**Figura 16:** *Porcentaje de Natalidad (%) vs Tamaño de camada (%)*



Elaborado por: Toapanta. J, (2022)

### Análisis e interpretación

De acuerdo con la tabla de correlaciones de Pearson, muestra que las variables en estudio tienen un grado de asociación alto y negativo con un coeficiente de correlación de -0,7798 ya que estadísticamente que se encuentran dentro del rango (-0.60 – -1.00).

Lo que nos demuestra que la variable porcentaje de natalidad disminuye conforme se incrementa el tamaño de camada, con un p-valor 0,0002 lo que nos indica una relación estadísticamente significativa entre Porcentaje de Natalidad (%) y Tamaño de camada al nacimiento. con un nivel de confianza del 95,0%.

Esto se debe a que, al existir un mayor tamaño de camada, los gazapos suelen salir más débiles con baja vigorosidad y por ende va a disminuir el porcentaje de natalidad.

Mediante el análisis del **Figura. 16** determinamos que la mayoría de datos estuvieron dentro de la media, teniendo un comportamiento normal, sin embargo, existe un dato atípico debido a que se encuentra fuera de la media, estos datos pueden deberse a factores farmacológicos, fisiológicos o mortalidades.

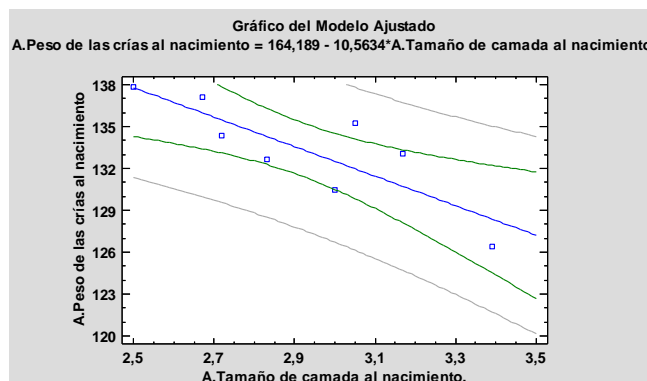
- **Peso de las crías al nacimiento vs. Tamaño de camada al nacimiento.**

**Tabla 10:** Correlaciones de Pearson. Peso de las crías al nacimiento vs. Tamaño de camada al nacimiento.

	Porcentaje de Natalidad (%)
<b>Tamaño de camada al nacimiento</b>	<b>Coef. C:</b> -0,831911
	<b>TM:</b> 8
	<b>p-valor:</b> 0,0104

Elaborado por: Toapanta. J, (2022)

**Figura 17:** *Peso de las crías al nacimiento vs. Tamaño de camada al nacimiento.*



Elaborado por: Toapanta. J, (2022)

### Análisis e interpretación

De acuerdo con la tabla de correlaciones de Pearson, muestra que las variables en estudio tienen un grado de asociación alto y negativo con un coeficiente de correlación de -0,8319 ya que estadísticamente que se encuentran dentro del rango (-0.60 – -1.00). Lo que nos demuestra que la variable peso de las crías al nacimiento disminuye conforme se incrementa el tamaño de camada, con un p-valor 0,0104 lo que nos indica una relación estadísticamente significativa entre Peso de las crías al nacimiento y Tamaño de camada al nacimiento. con un nivel de confianza del 95,0%.

Mediante el análisis del **Figura. 17** determinamos que la mayoría de datos estuvieron dentro de la media, teniendo un comportamiento normal, sin embargo, existe un dato atípico debido a que se encuentra fuera de la media, estos datos pueden deberse a factores farmacológicos, fisiológicos o mortalidades.

### 5.13 Análisis Económico en la Relación Beneficio- Costo

**Tabla 11.** Resultado de análisis Económico en Relación Beneficio- Costo.

	TRATAMIENTOS							
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
<b>EGRESOS</b>								
Costo de Animales (\$)	84	84	84	84	84	84	84	84
Alimentación (\$)	56	56	56	56	56	56	56	56
Sincronización (\$)	0	0	8,3	8,3	8,8	8,8	4,8	4,8
Sanidad (\$)	17,4	17,4	17,4	17,4	17,4	17,4	17,4	17,4
Varios (\$)	5	5	5	5	5	5	5	5
<b>Total, egresos (\$)</b>	<b>162,4</b>	<b>162,4</b>	<b>170,7</b>	<b>170,7</b>	<b>171,2</b>	<b>171,2</b>	<b>167,2</b>	<b>167,2</b>
<b>INGRESOS</b>								
Venta de las madres (\$)	120	120	120	120	120	120	120	120
Venta de gazapos (\$)	30	45	51	63	75	54	60	69
<b>Total, de ingresos (\$)</b>	<b>150</b>	<b>165</b>	<b>171</b>	<b>183</b>	<b>195</b>	<b>174</b>	<b>180</b>	<b>189</b>
<b>BENEFICIO/COSTO (\$)</b>	<b>0,92</b>	<b>1,02</b>	<b>1,00</b>	<b>1,07</b>	<b>1,14</b>	<b>1,02</b>	<b>1,08</b>	<b>1,13</b>

Elaborado por: Toapanta. J, (2022)

Al calcular el proceso de sincronización de estro en cobayas podemos determinar que las mayores rentabilidades económicas, según el indicativo beneficio/costo, se alcanzaron al utilizar el T5 (GnRH-PGf2 $\alpha$ +P) con \$1,14 de beneficio/costo, lo que quiere decir que, por cada dólar invertido, se obtiene una rentabilidad de \$0.14 y el T8 (GnRH+I) con \$1,13 de beneficio/costo obteniendo una rentabilidad de \$0.13 por cada dólar invertido, seguido del T7 (GnRH+P) con \$1,08 de beneficio/costo obteniendo una rentabilidad de \$0.08 por cada dólar invertido, el T4 (eCG - GnRH+I) con \$1,07 de beneficio/costo obteniendo una rentabilidad de \$0.07 por cada dólar invertido, el T6 (GnRH-PGf2 $\alpha$ +I) y T2 (Testigo +I) con \$1,02 de beneficio/costo obteniendo una rentabilidad de \$0.02 por cada dólar invertido.

## **COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS**

De acuerdo a los resultados estadísticos obtenidos en esta investigación se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ). Por lo que se concluye que la utilización de los diferentes protocolos, influenciaron sobre la eficiencia reproductiva por lo tanto se acepta la hipótesis alterna ( $H_1$ ).

## **VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **6.1 Conclusiones**

La mayoría de los parámetros productivos no presentan medias estadísticamente significativas, lo que indica una homogeneidad en general. Sin embargo, se observó variabilidad en los parámetros reproductivos entre los diferentes protocolos evaluados.

En particular, el protocolo 3 (GnRH + PGf2 $\alpha$ ) se mostró como el más adecuado para la sincronización del celo en cobayas primerizas. Este protocolo logró un porcentaje de fertilidad del 79,17% después de un período de 5 días, sin que se viera afectado el peso corporal de las cobayas. Este efecto se mantuvo tanto al inicio del empadre como en el posparto y al destete.

Al evaluar los pesos de las madres al momento del parto, se observó un incremento promedio de 124,79 gramos en comparación con sus pesos iniciales al empadre.

En cuanto al tamaño de la camada, se determinó que el protocolo 2 (eCG+GnRH) mostró un promedio de 3,28 crías por camada, siendo superior a los demás protocolos. Sin embargo, los pesos de los gazapos fueron inferiores en comparación con los demás protocolos, resultando en un incremento en la mortalidad de gazapos con bajo peso, atribuyéndose este fenómeno a la falta de vigor híbrido. No obstante, también se observaron crías con pesos superiores alcanzando 250,86 gramos al destete.

En cuanto al análisis de costo beneficio, se determinó que el tratamiento T5 presenta el mejor resultado, con un beneficio de \$1,14 por cada dólar invertido. Esto significa que por cada dólar invertido se obtiene una rentabilidad de \$0,14 ctvs. De manera similar, el tratamiento T8 también mostró un beneficio positivo con \$1,13 por cada dólar invertido, con una rentabilidad de \$0,13ctvs. Estos resultados demuestran que cualquiera de estos dos tratamientos serían una alternativa viable para el manejo reproductivo de cobayas primerizas.

## 6.2 Recomendaciones

- Incluir dentro de los programas de innovación reproductiva de especies menores protocolos de sincronización de celo con la utilización de (GnRH + PGf2 $\alpha$ ), para poder lograr mejorar parámetros productivos y reproductivos. De la misma manera la aplicación de este protocolo demuestra una incidencia económica positiva creciente en cuanto al costo beneficio.
- Realizar otras investigaciones donde se incorpore nuevos protocolos de sincronización con otros tipos de hormonas, debido a que la información disponible es muy escasa, para poder difundir e incorporar a los productores u organizaciones dedicadas a la producción de cuyes en las localidades del Ecuador.
- Para seleccionar la línea que se utilice para futuras investigaciones se debería tomar en cuenta sus particularidades fenotípicas y genotípicas; siendo que las líneas cárnicas tienen mejor respuesta hacia los parámetros productivos y las líneas de pie de cría hacia los reproductivos.



## BIBLIOGRAFÍA

1. Aguiló, J. (2018). *Alteraciones reproductivas en cobayas hembra*. Obtenido de Universidad Cardenal Herrera: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7119950>
2. Andrade, V., Fuentes, I., Vargas, J. C., Lima Orozco, R., & Jácome, A. (2016). Alimentación de cuyes en crecimiento-ceba a base de gramíneas tropicales adaptadas a la Región Amazónica. *REDVET - Revista electrónica de Veterinaria*, 4.
3. Andrango, S., & Sánchez, C. (2020). *Piloto de evaluación de bienestar animal en cobayos destinados al consumo humano durante la producción en granja comercial*. Obtenido de Universidad Central del Ecuador: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/22226>
4. Aranibar, E., & Echevarría, L. (2014). *Número de ovulaciones por ciclo estrual en cuyes (Cavia porcellus) Andina y Perú*. Obtenido de Universidad Peruana Cayetano Heredia: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1609-91172014000100003#:~:text=Esta%20especie%20tiene%203.14%20ovulaciones,hasta%208%20ovulaciones%20por%20ciclo.](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172014000100003#:~:text=Esta%20especie%20tiene%203.14%20ovulaciones,hasta%208%20ovulaciones%20por%20ciclo.)
5. Artica, L. (2020). *Producción sostenible de cuyes para la agricultura familiar*. Obtenido de Programa de Formación Agraria y de Apoyo al Emprendimiento Juvenil en el Perú: <https://www.formagro.org/wp-content/plugins/download-attachments/includes/download.php?id=7749>
6. Barahona, M., & Quishpe, O. (Julio de 2012). *Inducción de superovulación en cobayas primerizas, usando gonadotropina sérica con tres dosis diferentes*. Obtenido de Universidad Central Del Ecuador: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/653>
7. Bäumer, W., Bailey, C. S., & Gadsby, J. (2018). Hormones Affecting Reproduction.
8. Caicedo, A. (2018). *Primer seminario Internacional de Cuyecultura*. San Juan de Pasto: Editado en la Universidad de Nariño.

9. Carbajal, Z. (2015). *Scribd*. Obtenido de Obtenido de Aparato Reproductor en los Cuyes: <http://es.scribd.com/doc/281455613/Aparato-Reproductor-de-Cuyesde-Hembra-y-Macho#scribd>
10. Cardona, J., Portillo, P., Carlosama, L., Vargas, J., Avellaneda, Y., Burgos, W., & Patiño, R. (2020). *Mosquera, Colombia, 2020 Colección Transformación del Agro Importancia de la alimentación en el sistema productivo del cuy*. Mosquera: Agrosavia.
11. Castro, H. (2016). *Sistemas de crianza de cuyes a nivel familiar-comercial en el sector rural*. Provo: Benson Agriculture and Food.
12. Cavero, A., & Mendoza, V. (2009). Material de Difusion sobre aspectos de manejo del cuy dirigido a estudiantes y productores. En *Producción de Cuyes* (pág. 808). Lima: UCSS.
13. Chauca, L. (1997). Reproduccion y manejo de produccion. En *Produccion de cuyes* (pág. 13). La Molina: publicado por: Instituto Nacional de Investigacion Agraria.
14. Chauca, L. (2020). En *Manual de crianza de cuyes*. Lima: publicado por: Instituto Nacional de Innovación Agraria-INIA.
15. Cresci, A. (10 de Diciembre de 2019). *Veterinaria Digital*. Obtenido de [veterinariadigital.com/articulos/el-cuy/](http://veterinariadigital.com/articulos/el-cuy/)
16. Dany, O. (2012). *Utilización de dos Métodos de Sincronización de Celos en Cuyas Multíparas*. Obtenido de Escuela Superior Politécnica de Chimborazo : <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/1393>
17. De Rensis, F., & López, G. (2014). Use of Equine Chorionic Gonadotropin to Control. *Reproduction of the Dairy Cow: A Review. Reprod Domest Anim.*
18. Diaz, H. (2008). *Evaluación de dos métodos de sincronización de celo en cuyes (Cavia porcellus)*. Riobamba: Tesis de Maestría. Escuela.
19. Díaz, H., & Hidalgo, J. T. (2021). *Desarrollo del conocimiento en Cavia porcellus (cuyes)*. Obtenido de Escuela Superior Politécnica De Chimborazo: <https://www.esPOCH.edu.ec/index.php/component/k2/item/5365->

%E2%80%9Cdesarrollo-del-conocimiento-en-cavia-porcellus-cuyes-  
%E2%80%9D.html

20. ElComercio. (06 de Noviembre de 2017). *Los cuencanos tienen lugares preferidos para comer el típico cuy asado.*
21. Encalada, J. (2013). *Sincronización del celo en cuyes (cavia porcellus) con la utilización de la prostaglandina (f2 alfa).* Obtenido de La Universidad Técnica del Norte: <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/2336>
22. Espinoza, J. (2013). *El papel de los estrógenos y sus receptores en la prevención y promoción de enfermedades proliferativas de la glándula prostática.* Obtenido de Universidad Veracruzana: [https://www.uv.mx/eneurobiologia/vols/2013/8/Locia/Locia-Espinoza4\(8\)300813.pdf](https://www.uv.mx/eneurobiologia/vols/2013/8/Locia/Locia-Espinoza4(8)300813.pdf)
23. Ferreira, E. D. (2016). La importancia de la progesterona. *Sitio Argentino de Producción Animal.*
24. Ferrer, C. (2016). *Evaluación de dos métodos de sincronización de estro en el comportamiento reproductivo y productivo en cuyes.* Obtenido de Universidad Nacional Hermilio Valdizan de Huanuco : <https://hdl.handle.net/20.500.13080/1364>
25. Gómez, M. (2013). *Modulación del eje metabólico por los esteroides sexuales en ovinos.* Obtenido de Universidad de la República: <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/handle/20.500.12008/1749>
26. Hölting, G. (2015). De los procesos de la producción de cuyes. En L. A. Rodríguez, R. M. Galliani, E. R. Numbel, & a. A. Caycedo, *Producción de Cuyes* (pág. 808). Lima: Universidad Católica Sedes Sapientiae.
27. Jiménez, A. (2016). *El ciclo estral bovino. Regulación neuroendocrina.* Obtenido de Sitio Argentino de Producción Animal: [https://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/inseminacion\\_artificial/246-El\\_Ciclo\\_Estral.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/246-El_Ciclo_Estral.pdf)
28. Kemppainen, R. (Abril de 2020). *MSDvetmanual.* Obtenido de <https://www.msdsvetmanual.com/endocrine-system/endocrine-system-introduction/regulation-of-endocrine-systems-in-animals>

29. Logothetopoulos, J., Dorrington, J., Bailey, & Stratis, M. (2015). *Dinámica del crecimiento folicular y atresia de folículos grandes durante el ciclo ovárico de la cobaya: destino de los folículos en degeneración, un estudio cuantitativo*. Obtenido de Universidad de Toronto: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8540631/>
30. Lopez, F. (Noviembre de 2005). *Relación entre condición corporal y eficiencia reproductiva en vacas holstein*. Obtenido de Universidad del Cauca : <https://www.agrositio.com.ar/noticia/33604-importancia-del-uso-de-la-condicion-corporal-en-la-ganaderia-de-cria>
31. López, J., Salinas, D., Baracaldo, A., Gómez, C., Herrera, D., & Atuesta, J. (Febrero de 2021). *Efecto de la dosis de gonadotropina coriónica equina (eCG) asociada a protocolos cortos de sincronización de celo sobre el desempeño reproductivo de ovejas de pelo*. Obtenido de Universitaria Agraria de Colombia: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1609-91172021000100013#aff1](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172021000100013#aff1)
32. Martín, M. (2016). *Sincronización de celo y estimulación de la receptividad en las conejas*. Obtenido de Ebronatura S.L.: [https://asescu.com/wp-content/uploads/2016/10/Manejo\\_Instalaciones181.pdf](https://asescu.com/wp-content/uploads/2016/10/Manejo_Instalaciones181.pdf)
33. Montes, T. (2012). *Asistencia Técnica dirigida en crianza tecnificada de cuyes*. Obtenido de Universidad Nacional Agraria La Molina: [https://www.agrobanco.com.pe/wp-content/uploads/2017/07/ASISTENCIA\\_TECNICA\\_EN\\_CRIANZA\\_TECNIFICADA\\_DE\\_CUYES.pdf](https://www.agrobanco.com.pe/wp-content/uploads/2017/07/ASISTENCIA_TECNICA_EN_CRIANZA_TECNIFICADA_DE_CUYES.pdf)
34. Morales, G. (26 de Mayo de 2020). *Agronet*. Obtenido de <https://www.agronet.gov.co/Noticias/Paginas/La-alimentaci%C3%B3n-estrat%C3%A9gica-promueve-la-sostenibilidad-del-sistema-productivo-del-cuy.aspx>
35. Moreta, M. (2017). El cuy crece en la región central del Ecuador. *Lideres*.
36. Murali, P., Radhika, J., & Alwin, D. (2020). Efecto de la timentomía sobre el ciclo reproductivo femenino en cobayas neonatales. *Clin Exp Reprod Med*.

37. Myriam Boeta, A. B. (2018). En *Fisiología reproductiva de los animales domésticos*. México: publicada por: La Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.
38. Obregón, D. (2012). *Utilización de dos Métodos de Sincronización de Celos en Cuyas Multíparas*. Obtenido de Escuela Superior Politécnica de Chimborazo: <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/1393>
39. Obregón, R., Serrano, E., & Chauca, L. (2018). *Causas de mortalidad neonatal en cobayos (Cavia porcellus) durante la estación fría en el Instituto Nacional de Innovación Agraria, Lima - Perú*. Obtenido de Salud tecnol: <https://doi.org/10.20453/stv.v6i2.3463>
40. Oñate, C. (Abril de 2008). *Evaluación de dos métodos de sincronización del estro en cuyes*. Obtenido de Escuela Superior Politécnica de Chimborazo:  
<http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/1612/1/17T0835.pdf>
41. Opel, H. (2016). El Hipotálamo y la Reproducción en la hembra. *publicado por; US Department of Agriculture*.
42. Pérez, A. (2019). *Regulación neuroendocrina del ciclo estral en la hembra bovina*. Obtenido de Universidad Francisco de Paula Santander: <file:///C:/Users/HP%202019/Downloads/Dialnet-RegulacionNeuroendocrinaDelCicloEstralEnLaHembraBo-5555287.pdf>
43. Quenta, E. (2020). Obtenido de <https://repositorio.umsa.bo/xmlui/bitstream/handle/123456789/25507/T-2810.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
44. Quispe, S. (Noviembre de 2015). *Manejo técnico de la crianza de cuyes*. Obtenido de Programa PRA Buenaventura: <http://draapurimac.gob.pe/sites/default/files/revistas/MANUAL%20CUY%20PDF.pdf>
45. Quispe, S. (2015). *Manejo Técnico de la crianza de cuyes en la sierra del Perú*. Callao: Cáritas del Perú.
46. Rodríguez, H., Gutiérrez, G., Palomino, M., & Hidalgo, V. (Marzo de 2015). Características Maternales al Nacimiento y Destete en Cuyes de la Costa Central del Perú. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*,

80. Obtenido de Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú:  
<http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v26i1.10941>
47. Rodríguez, L., & Camacho, J. (2018). *Resultados de estudio de línea base de la producción de cuyes en la sierra del Ecuador, Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) - Proyecto para escalar la investigación Regional y las innovaciones de pequeños agricultores en la cadena* . Cuenca.
48. Romero, E., Trolice, M., & Salvador, Z. (11 de Junio de 2019). *Reproducción Asistida ORG*. Obtenido de <https://www.reproduccionasistida.org/hormonas-sexuales/#hormonas-sexuales-femeninas>
49. Sadeu, Adriaens, I., Cortvrindt, R., & Smitz, J. (2007). Estudio de la foliculogénesis in vivo en cobayos. *ScienceDirect*, 1.
50. Scanes, C. (2015). *Fisiología aviar de Sturkie*. Wisconsin: Elsevier .
51. Solorzano, J. (2014). *Evaluación de tres sistemas de alimentación comercial de cuyes (Cavia Porcellus) en la etapa de producción*. Obtenido de Universidad Nacional Agraria la Molina: <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/2376>
52. Urredo, E. (2016). *Producción de cuyes (cavia porcellus)*. Perú: Estación Experimental Agropecuaria la Molina del Intituto Nacional de Investigaciones Agraria del Perú.
53. Vidauri, Z., Flores, C., Delgado, M., Berumen, F., López, M., & Flores, G. (2018). El Ciclo Reproductivo de la Yegua. *Scielo*.
54. Villamarin, K. (2016). *Evaluación de dos crioprotectores (Etilenglicol y propilenglicol) en la conservación lenta de ovocitos en cobayos (cavia porcellus) en el laboratorio de la carrera de medicina veterinaria*. Chimborazo: Repositorio Digital Universidad Técnica de Cotopaxi. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/3296/1/T-UTC-00563.pdf>. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/3296/1/T-UTC-00563.pdf>

55. Vivas, J. (2013). *Especies Alternativas: Manual de crianza de cobayos (Cavia porcellus)*. Obtenido de Universidad Nacional Agraria: <https://cenida.una.edu.ni/textos/nl01v856e.pdf>
56. Vivas, J. (2013). *Especies Alternativas: Manual de crianza de cobayos*. Managua: publicado por: El departamento de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional Agraria.
57. Vivas, J. (2013). *Manual de crianza de cuyes*. Obtenido de Universidad Nacional Agraria: <https://cenida.una.edu.ni/textos/nl01v856e.pdf>
58. Zarco, L. (2018). Endocrinología de la reproducción. En M. Boeta, A. Balcázar, J. L. Cerbón, & J. H. Medrano, *Fisiología reproductiva de los animales domésticos* (pág. 79). Ciudad de México: Comité Editorial de la FMVZ.
59. Zuni, C. (8 de Diciembre de 2015). Obtenido de Scribd: Obtenido de Aparato Reproductor en los Cuyes: <http://es.scribd.com/doc/281455613/Aparato-Reproductor-de-Cuyesde-Hembra-y-Macho#scribd>

# **ANEXOS**



## Anexos

### 1. Ubicación de la investigación



## 2. Base de datos

Tratamientos	T1			T2			T3			T4			T5			T6			T7			T8		
Repeticion	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Condición corporal	<b>3,00</b>	<b>3,00</b>	<b>3,00</b>	3,5	3	2,75	3	3,25	3	3,5	3	2,75	3,25	2,75	3,25	2,75	3,25	3,25	3,25	3	3,25	2,75	3,25	3,25
Peso de las hembras al empadre (gr)	1095	1072	1141,5	1392,75	1322	1131	1189,5	1264,3	1198,5	1462	1104	1123,5	1160,5	1146,3	1312	1271,3	1442,8	1364,5	1346,8	1180	1230,8	1051,8	1314,3	1235,8
Peso de las hembras al parto (gr)	1189	1317	1279,5	1440,5	1487	1267,5	1274,3	1646,5	1325,5	1573,5	1164	1279,5	1302,3	1254,8	1407,7	1438,7	1500,7	1450,3	1455	1264,5	1307,7	1169,7	1435	1317
Peso de las hembras al destete (gr)	1207	1331	1295,5	1458	1499	1280,5	1286	1663	1341	1584,5	1179	1294	1321	1270,8	1424,7	1456,7	1519	1468,3	1469,7	1278,5	1322,7	1179	1451	1333
Porcentaje de gestación (%)	2	1	2	2	2	2	3	3	2	2	3	2	3	4	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3
Porcentaje de fertilidad (%)	2	1	2	2	2	2	3	2	2	2	3	2	3	4	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3
Porcentaje de Natalidad (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Tamaño de camada al nacimiento.	2,5	3	2,5	2,5	2,5	2,5	3	3	3,5	3,5	3,3333	3,3333	3	2,5	2,6667	2,5	3,3333	3,3333	3	2,5	3	2,6667	3	3,3333
Peso de las crías al nacimiento (gr)	140,8	140,3	130,25	140,8	137,2	135,4	131,44	135	132,8	131	123,33	124,88	130,86	135	137,13	139,25	129,75	136,63	131,29	133,8	132,89	128,25	129,13	134
Peso de las crías al destete (gr)	262	266,3	261,5	262,2	258,8	262,4	257,71	259,33	247	251,2	254,88	246,5	254	260,9	260,5	260	255,5	263,43	259	263,8	257,33	251,75	245,14	256,25

### 3. Fotografías de la fase de campo



*Limpieza y desinfección de las pozas*



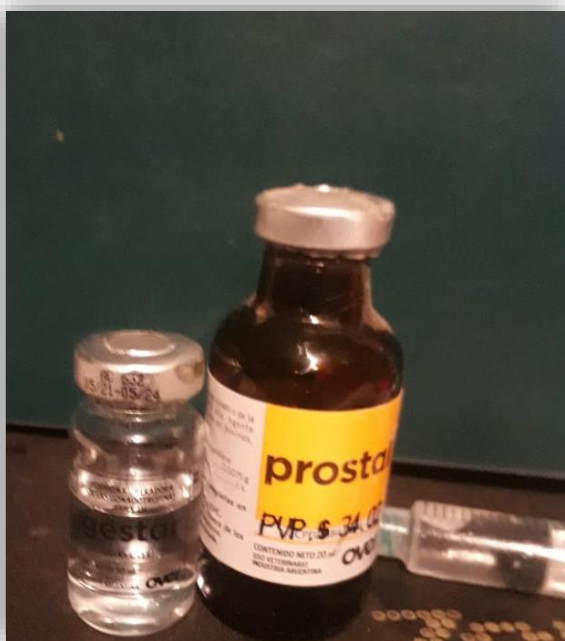
*Desinfección del exterior del galpón*



*Vacunación y vitaminización*



*Pesaje e identificación de las madres*



*Aplicación de los protocolos*



*Evaluación de gestación*



*Periodo de gestación y parto de las cobayas*



*Tamaño de camada al nacimiento*



*Pesaje al nacimiento*



*Pesaje al destete*



*Visita de campo*

#### 4. Glosario de términos

**Ciclo estral:** es el conjunto de acontecimientos fisiológicos recurrentes que son inducidos por las hormonas reproductivas.

**CL:** denominado cuerpo lúteo, es un tejido dinámico que se forma del tejido remanente del folículo de Graaf, una vez que el ovocito ha sido liberado del folículo ovárico. Su función principal es la producción de progesterona para el establecimiento y mantenimiento de la preñez.

**Diestro:** es la más larga etapa, este va en relación con el tamaño y el tiempo que el CL permanezca funcional hasta la regresión del mismo, tiempo en el cual las concentraciones de P4 son altas, éstas actúan sobre el útero bajando la motilidad del miometrio y estimulando la producción de histiotrofe o leche uterina por parte del endometrio que lo preparan para una posible gestación.

**eCG:** es la gonadotropina coriónica equina, estimula la maduración final del folículo dominante y la ovulación.

**Estro:** se llama estro o época de celo al periodo durante el cual las hembras de la clase mamíferos están receptivas sexualmente.

**FSH:** la hormona folículo estimulante actúa sobre los ovarios para hacer crecer los folículos y los óvulos.

**GnRH:** denominada hormona liberadora de gonadotropina (GnRH) hace que la hipófisis elabore y libere la hormona luteinizante (LH) y la hormona foliculoestimulante (FSH).

**Hormona:** son sustancias segregadas por células especializadas, localizadas en glándulas endocrinas, o también por células epiteliales e intersticiales cuyo fin es el de influir en la función de otras células.

**LH:** la hormona luteinizante actúa sobre los ovarios para hacer que los folículos liberen sus óvulos y producir hormonas que preparan al útero para estar listo para que se implante un óvulo fertilizado.



**Metaestro:** es la etapa principia cuando ha terminado la receptividad sexual y concluye en el momento que hay un CL funcional bien establecido.

**Ovulación:** es el proceso por el cual el ovario libera un óvulo maduro P4:es la progesterona, que se produce en los ovarios, glándulas adrenales, placenta y luego de la ovulación en el cuerpo lúteo (CL).

**PGF2 $\alpha$ :** es la prostaglandina F2 $\alpha$  o PGF2 $\alpha$ , es un importante regulador de la función del cuerpo lúteo (CL), la contractilidad uterina, la ovulación y la fijación del embrión.

**Proestro:** es la última etapa del ciclo, comienza cuando las concentraciones de P4 disminuyen como resultado de la regresión del CL y termina al comienzo del estro. Entonces hay una transición endocrina en la cual concluye el periodo de dominancia de P4 y empieza el periodo de dominio del E2 secretado por los folículos en desarrollo durante el metaestro.

**Sincronización de celo:** es el control o manipulación del ciclo estral con el propósito de que las hembras elegidas expresen estro (celo) en un determinado tiempo, mediante la aplicación de hormonas.