



**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA**

**“SINCRONIZACIÓN DEL CELO EN CUYES (*Cavia porcellus*) MEDIANTE EL USO DE
HORMONAS Y SU EFECTO SOBRE LA TASA REPRODUCTIVA”**

**TESIS PARA OBTENER EL TITULO DE PROFESIONAL DE
MÉDICO VETERINARIO**

**JANNET MELISSA SALCEDO MACALUPU
BACHILLER EN MEDICINA VETERINARIA**

LIMA- PERÚ

DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico a mis padres Juan y Martha, porque gracias a su esfuerzo, amor y apoyo incondicional yo pude terminar mi carrera universitaria y cumplir uno de mis sueños. A Kenia para demostrarle que una persona siempre puede cumplir lo que desea con la ayuda de Dios, esfuerzo y dedicación constante.

AGRADECIMIENTO

A Dios por cumplir la promesa que me hizo, al Dr. Francisco Rodríguez Gavancho por haber confiado en mí y asesorarme constantemente, ser mi apoyo y brindarme su incansable amistad. Al Dr. Wilmer Jara, Dr. Vera y al Ing. Juan Muscari por sus aportes, ayuda y tiempo brindado para esta investigación; y a Dorina, Inocente y Ericsson quienes me apoyaron con el manejo y cuidado de cuyes.

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue sincronizar el celo en cuyes (*Cavia porcellus*) mediante el uso de la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) y la prostaglandina F2alfa (PGF_{2α}), esta última en dos dosis diferentes y ver su efecto en la tasa de concepción y tamaño de camada por cuy. Se utilizaron 24 cuyes hembras mayores de 2 ½ meses de edad con un aproximado de 901,25 gr de peso vivo. La alimentación fue a base de chala y concentrado. Este estudio se realizó durante los meses de noviembre 2015 a marzo 2016 en la granja "Sama" ubicada en el distrito de San Martín de Porres, provincia y departamento de Lima. Los tratamientos fueron: Grupo "A" y Grupo "B" de 12 cuyes por grupo respectivamente. Al Grupo "A" el día 0 se le administró 0,002 mg de GnRH, el día 7 se le administró 1,25 mg de PGF_{2α}, el día 9 se le puso nuevamente 0,002 mg de GnRH (la aplicación de fármacos fue por vía subcutánea) a las 12 horas posteriores, se juntó con el macho por 24 horas para empadre. Para el caso del Grupo "B" las cuyes recibieron el mismo tratamiento que el caso anterior, con la única diferencia de que se administró 2,5 mg de PGF_{2α}. Los resultados muestran que si hubo presencia de celo para el Grupo "A" fue 66,7% y para el "B" fue 83,3%. En cuanto al porcentaje de fertilidad en el Grupo "A" fue nula y en el "B" fue 66,7%, la duración de la gestación fue de 67.37 días, la medida de las crías nacidas fue de 1,37 crías por parto donde el promedio de peso al nacimiento fue de 89.54gr. Se concluye que el protocolo de sincronización de celo del Grupo "B" resulta sumamente útil para los cuyes debido a su eficiencia y sencillez ya que su aplicación mejora la performance reproductiva y reduce el intervalo de tiempo de partos de las hembras.

Palabras clave: cobayo, tasa reproductiva, GnRH, PGF_{2α}.

ABSTRACT

The aim of this research was to synchronize oestrus in guinea pigs (*Cavia porcellus*) through the use of gonadotropin-releasing hormone (GnRH) and prostaglandin F₂alpha (PGF₂α), the latter in two different doses and see its effect on the rate of conception and litter size by guinea pig. 24 female guinea pigs over 2 ½ months old with an estimated live weight 901.25 g were used. The feeding was based fodder and concentrated. This study was conducted during the months of november 2015 to march 2016 on the farm "Sama" located in the district of San Martin de Porres, Lima province and department. The treatments were: Group "A" and "B" Group 12 guinea pigs per group respectively. Group "A" day 0 was administered 0,002 mg of GnRH, day 7 was administered 1.25 mg of PGF₂α, on 9 he was put back 0,002 mg of GnRH (application of drugs was subcutaneously) 12 hours later, he joined the male for breeding for 24 hours. In the case of Group "B" guinea pigs they received the same treatment as the previous case, with the only difference that 2.5 mg of PGF₂α was administered. The results show that if there were presence of zeal for the "A" group was 66.7% and for the "B" was 83.3%. As the fertility rate in the "A" group was null and in the "B" was 66.7%, the length of gestation was 67.2 days, the extent of the pups was 1.5 young per birth where the average birth weight was 87.9gr. It is concluded that estrus synchronization protocol Group "B" is extremely useful for guinea pigs because of its efficiency and simplicity as their implementation improves reproductive performance and reduces the time interval from calving females.

Key words: guinea pig, rate of conception, GnRH, PGF₂α.

CONTENIDO

	Pág.
DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
RESUMEN.....	iii
ABSTRACT.....	iv
• INTRODUCCIÓN.....	7
• MARCO TEORICO.....	9
2.1 El cuy.....	9
2.1.1 La crianza.....	10
2.1.2 Reproducción.....	12
2.1.3 Aparato Reprodutor de la hembra.....	16
2.1.4 Ciclo Estral.....	18
2.2 PGF _{2α}	19
2.3 GnRH.....	23
2.4 Sincronización de celo.....	25
• MATERIALES Y MÉTODOS.....	32
3.1 Espacio y Tiempo.....	32
3.2 Población y Muestra.....	32
3.3 Diseño Experimental.....	32
3.4 Equipos y Procedimientos.....	33
3.5 Diseño Estadístico.....	35
• RESULTADOS.....	36
• DISCUSIÓN.....	38
• CONCLUSIÓN.....	40
• RECOMENDACIONES.....	41
• REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	42
ANEXOS.....	45

I. INTRODUCCIÓN

Para mantener o mejorar la calidad genética de los animales, se puede hacer uso de las biotecnologías reproductivas, como la sincronización de celo que para el caso de cuyes a la fecha no existe un protocolo adecuado; el cuy (*Cavia porcellus*) ha sido el alimento principal del poblador andino, usado como productor de carne para la alimentación por ser una fuente de proteínas y usado también en medicina tradicional por su rápida reproducción y crianza económica, el cuy tiene un buen futuro para ayudar a mejorar la alimentación de la población y la calidad de vida del productor; su consumo se ha descentralizado llegando a Lima Metropolitana, por ende existen numerosas granjas que se dedican a su crianza y comercialización. Sin embargo, la mayoría de estas son informales, lo que repercute negativamente en la productividad y genera bajos niveles de competitividad.

En este contexto, surge la presente investigación como una oportunidad de mejora e innovación en la producción que permita lograr mayor rentabilidad o explorar nuevas formas de comercializar el cuy. Su objetivo es determinar la mejora en una granja comercial dedicada a la crianza y transformación de la carne de cuy para el mercado capitalino. La investigación se realizó porque existe poca información sobre sincronización de celo en cuyes y que efecto tiene en las tasas de fertilidad y número crías por camada; por tanto servirá para incrementar el uso de este protocolo de sincronización y como base para otros trabajos experimentales como inseminación artificial, poliovulación, colecta de embriones, colecta de semen y otros.

Se podría brindar información sobre el uso de las hormonas en cuyes, aumentaría la productividad en la granja, porque el tiempo de producción se reduciría y se generaría una ganancia de dinero mayor a la actual, generando así un mejor estilo de vida para el productor. Se contribuiría también en la mejora del medio ambiente porque al tener un incremento de cuyes habrá más desechos orgánicos, al ser usados como guano acelera el crecimiento y rendimiento de las plantas y se obtendrá alimento en menos tiempo generando un ambiente más uniforme y sano, se debe cuidar este recurso ecológico pensando en el futuro.

Por tanto, el propósito de la investigación fue sincronizar el celo en cuyes (*Cavia porcellus*) mediante el uso de hormonas y ver su efecto sobre la tasa reproductiva.

II. MARCO TEORICO

2.1. El cuy

El cuy (*Cavia porcellus*) es una especie originaria de la zona andina del Perú, Ecuador, Colombia y Bolivia, es un producto alimenticio nativo, de alto valor nutritivo y bajo costo de producción, que contribuye a la seguridad alimentaria de la población rural de escasos recursos. También es conocido con los nombres de cobayo, curi, conejillo de indias y en países de habla inglesa como Guínea pig (1,2).

El cuy es un animal que no exige cuidados complicados y siendo su carne una de las más ricas y nutritivas por su alto contenido de proteína, se puede afirmar que es una buena alternativa para elevar los estándares de vida en las comunidades (2).

Teniendo en cuenta que el cuy es una especie precoz, prolífica, de ciclos reproductivos cortos y de fácil manejo, su crianza técnica puede representar una importante fuente de alimento para familias de escasos recursos, así como también una excelente alternativa de negocio con altos ingresos (3).

En los últimos años el consumo del cuy en sus distintos potajes se ha masificado, no existe lugar donde no se saboree este apetitoso animalito. Su venta se puede apreciar en todos los mercados e incluso en los supermercados se venden y gozan de una excelente acogida (4,5).

Por su docilidad los cuyes se crían como mascotas en diferentes países y como animal experimental en los bioterios porque se aprecia por su temperamento tranquilo con el

manejo intensivo al que son expuestos; algunas líneas albinas se seleccionan por su mansedumbre (1).

El cuy como productor de carne ha sido seleccionado por su precocidad y su prolificidad, e indirectamente se ha tomado en cuenta su mansedumbre. Sin embargo, se tiene dificultad en el manejo de los machos en recría. Hacia la décima semana inician las peleas que lesionan la piel, bajan sus índices de conversión alimenticia y de crecimiento. Las hembras muestran mayor docilidad por lo que se las puede manejar en grupos de mayor tamaño sin dificultad (1,3).

En el Perú el gobierno se ha preocupado por mejorar las razas de los cuyes, produciendo animales mejorados genéticamente para la obtención de carne como fuente de alimento para la población (4).

Actualmente, las especies mejoradas en el país son las que mejores ventajas ofrecen respecto a reproducción, convertibilidad y calidad organoléptica de sus carnes, a diferencia de la crianza familiar, un manejo tecnificado del cuy puede llegar a triplicar la producción a partir de una mejora en la fertilidad de las reproductoras, una mayor supervivencia de las crías y una mejora en la alimentación para un rápido crecimiento y engorde (2, 5).

2.1.1. La crianza

Tiene 3 clasificaciones:

a) Crianza Familiar: Todos los animales se crían juntos sin distinción de edad, clase y sexo. El destino de la producción es básicamente el autoconsumo. Mantiene no más de 50 cuyes que son alimentados con base de desperdicios de cocina, malezas y sub productos agrícolas (1,3).

La crianza familiar se caracteriza por el escaso manejo que se da a los animales; se los mantienen en un solo grupo sin tener en cuenta la clase, el sexo o la edad, razón por la cual se obtienen poblaciones con un alto grado de consanguinidad y una alta mortalidad de crías (38 por ciento), aplastadas por los animales adultos, siendo los más vulnerables los cuyes recién nacidos (3,5).

Otra característica de este sistema es la selección negativa que se efectúa con los reproductores, pues es común sacrificar o vender los cuyes más grandes. La distribución de la población dentro los sistemas de crianza familiar mantiene un porcentaje alto de reproductores, y el promedio de crías por hembra al año es de 2,4 unidades (7).

b) Crianza Familiar-Comercial: Este tipo de crianza de cuyes nace siempre de una crianza familiar organizada, y está circunscrita al área rural en lugares cercanos a las ciudades donde se puede comercializar su producto (1, 4).

Las vías de comunicación facilitan el acceso a los centros de producción, haciendo posible la salida de los cuyes para la venta o el ingreso de los intermediarios. No siempre esta última alternativa es la mejor ya que por lo general ofrecen precios bajos (5).

Los productores de cuyes invierten recursos económicos en infraestructura, tierra para la siembra de forrajes y mano de obra familiar para el manejo de la crianza. Los productores que desarrollan la crianza de cuyes disponen de áreas para el cultivo de forrajes o usan subproductos de otros cultivos agrícolas (2,4).

El tamaño de la explotación dependerá de la disponibilidad de recursos alimenticios. En este sistema, por lo general se mantienen 100 y 500 cuyes, y un máximo 150 reproductoras (1).

Las instalaciones se construyen utilizando materiales de la zona. Toda la población se maneja en un mismo galpón, agrupados por edades, sexo y clase, se mantiene la

producción de forraje anexa a la granja, lo cual exige una mayor dedicación de mano de obra para el manejo de los animales como para el mantenimiento de las pasturas (4, 6).

c) Crianza Tecnificada: En la construcción de sus pozas debe utilizarse materiales disponibles en la zona, ya que así la inversión será poca. Estos pueden ser: ladrillo, adobe, piedras, carrizo, madera, malla, etc. (2).

Una granja comercial mantiene áreas de cultivo para siembra de forraje, el uso de alimento balanceado contribuye a lograr una mejor producción. Los índices productivos son superiores a 0,75 crías destetadas. Produce cuyes parrilleros que salen al mercado a edades no mayores de 10 semanas, con pesos promedios de 900 g. Los reproductores y los cuyes de recría se manejan en instalaciones distintas con implementos apropiados para cada etapa productiva. Los registros de producción son indispensables para garantizar la rentabilidad de la explotación (6, 7).

2.1.2. Reproducción

La reproducción no es más que el acto que permite perpetuar a las especies, es el cruce de la hembra y el macho para fecundar un embrión que luego dará origen a un nuevo animal. Los cuyes son poliestrales durante todo el año. Los celos aparecen cada 16 días y desaparece con la preñez (1, 4).

Se conoce como pubertad a la edad en que los cuyes han alcanzado la madurez sexual y son capaces de tener crías. Es en esta etapa en que los cuyes jóvenes inician las funciones hormonales que definen las características de su sexo (2, 8).

La pubertad depende en gran parte de la calidad de la alimentación y el manejo. Los cuyes son muy precoces. En las hembras la pubertad aparece a los 25 días, por lo que se hace necesario realizar el destete a tiempo para evitar que sean servidas por sus padres

al estar en la misma poza. En los cuyes machos la pubertad es más lenta y llega a los 60 y 70 días de edad (2, 9).

La reproducción en cuyes consta de 4 momentos importantes: Empadre, Gestación, Parto y Lactancia (1,3).

a) Empadre: El empadre es la acción de juntar al macho con la hembra para iniciar el proceso de reproducción (1).

Cuando los cuyes alcanzan la pubertad, están en capacidad de reproducirse. Se llama pubertad a la edad en la cual la hembra presenta su primer celo y los machos ya pueden cubrir la hembra (4).

En las hembras la edad óptima de empadre es de 3 meses o más de 550 gramos, pudiendo ser útiles para fines reproductivos hasta los 24 meses de vida. Los cuyes machos deben iniciarse en la reproducción a los 4 meses esta es la edad óptima de empadre (2, 8).

Solo cuando la cuy hembra está en celo es apta para que el macho la cubra, el celo se presenta cada 16 días. Las hembras reproductoras deben mantenerse con el macho todo el tiempo, a esto se llama empadre continuo, para aprovechar el celo después del parto, el macho debe permanecer con las hembras todo el tiempo. Es decir, que el cuy hembra debe parir en presencia del cuy macho. Al mantener a los reproductores en empadre continuo se debe lograr más crías en menos tiempo. Bajo esas condiciones de crianza las reproductoras deben recibir una buena alimentación para poder responder a las exigencias de una mayor y mejor producción (1-3, 9).

El empadre controlado es cuando el cuy macho es retirado de las hembras preñadas unos días antes del parto hasta el destete, se hace descansar a la hembra 10- 14 días luego del parto, con este sistema se logra de 3-4 partos por año (1, 6).

El empadre sea continuo o controlado debe realizarse en pozas de 1,5m. de largo x 1,0m. de ancho x 0,45m. de alto. Debe juntarse el cuy macho con 7- 10 cuyes hembras listas para iniciar su reproducción (1).

Luego de la monta el macho eyacula una sustancia gelatinosa semejante a un tampón, el cual evita la caída o salida del semen de la vagina de la cuy hembra (6, 11).

b) Gestación: La gestación dura aproximadamente 67 días. Se inicia cuando la hembra queda preñada y termina con el parto. El cuy es una especie poliéstrica y las hembras tienen la capacidad de presentar un celo postparto asociado a una ovulación (1,9).

La hembra gestante necesita estar en los lugares más tranquilos del cuyero, porque los ruidos o molestias pueden hacer que corran, se pongan nerviosas, se maltraten y por consiguiente se pueden provocar abortos. Para agarrar a las hembras preñadas, se debe proceder de la siguiente manera: con una mano sujetar al cuy por la espalda y con la otra mano y el antebrazo, el vientre del animal. No se debe coger a las hembras por el cuello porque al mantenerlas colgadas puede producirles un aborto (2,4).

El periodo de gestación en las líneas precoces, Perú e Inti, es de $68,4 \pm 0,43$ y $68,7 \pm 0,26$ días, respectivamente. La línea prolífica Andina tiene un período de gestación más corto, $67,2 \pm 0,29$ días. En relación con el sexo de los animales gestados, el tiempo de gestación de aquellas camadas con un mayor número de machos se prolonga medio día más que aquellas que tienen un mayor número de hembras (9, 10).

c) Parto: Concluida la gestación se presenta el parto, el cual no requiere asistencia, por lo general ocurre por la noche y demora entre 10 y 30 minutos con intervalos de 7 minutos entre crías. El número de crías nacidas es de 1 a 5 crías, en promedio 3 crías por madre, el lograrlas depende de la tranquilidad con la que cuenten las madres y la disponibilidad del alimento. Las hembras que paren durante el día, deben estar tranquilas para que limpien a sus crías rápidamente (2- 7).

La madre ingiere la placenta y limpia a las crías, las cuales nacen completas, con pelo, los ojos abiertos y además empiezan a comer forraje a las pocas horas de nacidas. Las crías nacen muy bien desarrolladas debido al largo período de gestación. Nacen con los ojos y oídos funcionales, cubiertos de pelos y pueden desplazarse y comer forraje al poco tiempo de nacidas (1, 6).

Es recomendable completar la ración diaria de las madres con un alimento concentrado, afrecho o granos partidos. Si hace mucho calor se les debe poner agua a su disposición (2,5).

Cuando la camada son de hasta dos gazapos, estas pueden nacer con un peso de 100- 120 gr. cada una; en las camadas de cinco a seis crías suele estar entre 50- 80 gr. El mayor número de partos se debe al celo post parto; crías menos numerosas y con mayor peso se producen cuando las hembras preñadas se separan de la poza de empadre hasta quince días después del parto. Al igual que el parto las montas se realizan por la noche (1,9).

d) Lactancia: Es el período en el cual la madre da de lactar a su cría, tiene una duración de 2- 3 semanas, desde el momento del nacimiento hasta el momento del destete. Las crías comienzan a mamar inmediatamente después que nacen. Las madres producen 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 empadre continuo (1,7-9).

Las hembras tiene dos mamas y una hembra puede alimentar casi sin problemas y a cualquier cría en la poza de reproducción. La mortalidad promedio de los cuyes en la etapa de lactancia es del 10 por ciento (2, 11).

En climas fríos deben dejarse a las crías con sus madres durante tres semanas, con la finalidad de que les proporcionen calor. Las madres permiten el amamantamiento de otras crías. La lactación colectiva es más ventajosa porque se logran más crías teniendo varias hembras con su cría juntas. Las hembras de camadas menos numerosas, de una o dos crías, amamantan a las de otras madres con tres o más (2,7).

Durante la lactancia debe protegerse a las crías para poder lograr el mayor número de gazapos, en una parte de la poza debe ubicarse cercas o gazaperas con lo que se evita el atropello de las cría y la falta de alimento (1, 6).

Un cuy nace pesando aproximadamente 80 gramos y deberá ser destetado a los 200 gramos, es decir una vez haya duplicado el peso con el que nació (1, 9).

2.1.3. Aparato Reproductor de la hembra

El aparato reproductor de la hembra está conformado por:

a) Los oviductos: Son conductos que van desde el infundíbulo hasta la abertura anterior de los cuernos del útero. Su función es recepcionar el óvulo y transportarlo hasta el cuerno uterino. En los oviductos es donde se realiza la fecundación de los óvulos (10, 11).

Tiene una forma ovoide, están ubicados en la región postero- lateral del polo posterior del riñón correspondiente, entre la tercera y la cuarta vértebra lumbar, Las medidas promedio son de 7mm. de largo y 4mm. de ancho. Pesa aproximadamente 0.033gr. cada uno. Los conductos encargados de la recepción del ovulo y su correspondiente transporte hacia el cuerno uterino, miden aproximadamente 57mm. De largo y 1.5mm. de ancho (10, 11).

b) El útero: Las cuyas presentan útero bicorne, en forma de V. Los cuernos uterinos miden en su parte medio 6 mm. y de longitud tienen 37 mm. teniendo su porción más ancha en el punto de convergencia con el cuerno opuesto y su diámetro más delgado en el ápice o punto de desembocadura del oviducto. Tanto el cuerno uterino como el cuerpo del útero

se encuentran sostenidos por el ligamento ancho, el cual los fija a la pared de la cavidad abdominal y al borde anterior de la cavidad pélvica. Las paredes internas de los cuernos uterinos están revestidos por la mucosa llamada endometrio que es la encargada de secretar sustancias nutritivas para alimentar al huevo o cigoto hasta que se transforme en feto. El cuerpo uterino en cuyas mide 7 mm. de ancho y 13 mm. de largo. Su cara dorsal se relaciona con el recto y su cara ventral, en su porción anterior, con los intestinos y en su porción posterior con la cara dorsal de la vejiga urinaria. El cuello uterino es una porción del útero que se comunica con la vagina, en cuyo centro se encuentra el orificio comunicante, su consistencia es dura, formada por una estructura muscular gruesa llamado esfínter o anillo (10, 11).

c) La vagina: Es un tubo de músculo fibroelástico, su longitud es de 3 mm. por 1 cm de ancho, se encuentra ubicada en la cavidad pelviana relacionándose su cara dorsal con el recto, en su cara ventral con el cuello y cuerpo de la vejiga urinaria. La pared interna presenta 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 (10, 11).

d) La vulva: Es la abertura en forma de V o Y que se ve en la parte externa de la hembra. En su porción media ventral presenta una escotadura que forma dos pequeños labios en cuyo fondo se haya el meato urinario. En posición dorsal presenta una porción pequeña que sería el clítoris (10, 11).

e) Glándulas mamarias: Tienen dos glándulas mamarias situadas en la región inguinal. El epitelio de secreción es de tipo cúbico y ascinoso, asienta en delgadas capas de tejido conjuntivo, se rodea externamente por un panículo adiposo grueso. Este epitelio forma túbulos o canalículos ramificados (10).

f) Pezones: Son de forma cónica con su ápice truncado, poseen un solo conducto galactóforo revestido de epitelio estratificado, el cual se encuentra rodeado de gran cantidad de tejido colágeno con presencia de fibras elásticas (10).

2.1.4. Ciclo estral

La duración del ciclo es de 16.4 días con un promedio de ovulación de 3.14 óvulos por ciclo. El ciclo estral presenta cuatro fases completamente definidas y que son las siguientes (11):

a) Proestro: En esta fase se puede observar una congestión de los genitales externos, secreción serosa de la misma y de células nucleadas en la mucosa vaginal. El Proestro dura 13.9 horas (11).

b) Estro o Celo: Es la fase de celo o calor, cuando la hembra acepta al macho caracterizándose por la presencia de células cornificadas en la mucosa de la vagina. Esta etapa dura de 11 a 12 horas, la manifestación de celo en estas especies se presenta también inmediatamente después del parto, aproximadamente de 2 a 3 horas, está demostrado que el 74% de hembras paridas presentan el celo post partum fértil, y tiene una duración de 3,5 horas. Tienen manifestaciones externas como: Intento de montar a las otras hembras, estiramiento del dorso de la hembra en presencia del macho con elevación de la pelvis, emite un ruido en presencia del macho (10, 11).

c) Metaestro: Cuando la hembra ha pasado su estado de calor o celo y ya no acepta al macho se halla en estado de metaestro, que se caracteriza por la presencia de células epiteliales y leucocitos. En esta fase el útero se prepara para la implantación del huevo fertilizado. Esta fase dura 20.4 horas (11).

d) Diestro: Es la fase más larga del ciclo, y donde el cuerpo lúteo ha crecido plenamente, hay predominancia de leucocitos. El tiempo que dura esta fase es de 14,7 días (11).

2.2. Prostaglandina (PGF_{2α})

a) Descripción:

La PGF_{2α} es un derivado de los ácidos grasos insaturados producida de forma natural por células del organismo de los mamíferos. Es la prostaglandina de mayor uso en la industria lechera. Juega un papel integral en la sincronización del estro junto con otras hormonas, y regresa del útero a su estado reproductivo después de la piometra. La mayoría de las prostaglandinas naturales son susceptibles al metabolismo por la acción de la 15-hidroprostaglandina deshidrogenada y de la prostaglandina 13,14 reductasa. La PGF_{2α} se distribuye rápido por todo el organismo y a su paso a través de los pulmones se elimina más del 90% de la circulación. El hígado y los riñones degradan los metabolitos que se eliminan por bilis y orina respectivamente (12, 13).

b) Acción:

Tiene actividad luteolítica y provoca la involución del cuerpo lúteo, por su acción uterotónica (actúa sobre el miometrio) la cual provoca la contracción del músculo liso del útero, en la mayoría de las especies de mamíferos y la aparición del celo y la ovulación en las hembras con actividad sexual cíclica. La administración de PGF_{2α} provoca el aborto o el parto en las especies bovina y porcina. Además, tiene otras actividades que varían en función de las diferentes especies tales como aumento de la presión sanguínea y constricción bronquial, estimulación de la musculatura lisa intestinal y urinaria en algunas especies. (12, 13).

c) Indicaciones:

Bovinos: inducción y sincronización del estro, tratamiento del celo silencioso y piometra (endometritis crónica), metritis, retención de placenta, como abortivo hasta el día 120 de gestación en vacas, inducción del parto, Sincronización de la ovulación en combinación con GnRH como parte de los protocolos de inseminación a tiempo fijo. Porcinos: Inducción del parto a partir del día 111 de gestación, uso post parto para acortar el período destete celo y destete servicio de cerdas con problemas en el puerperio, tales como metritis en granjas con problemas reproductivos, incremento del número de lechones nacidos vivos

en el siguiente parto. Equinos: Control de la presentación del celo en yeguas cíclicas, para el tratamiento de yeguas infértiles por cuerpo lúteo persistente, vírgenes o en lactancia que no exhiban estro en la estación reproductiva, a pesar de poseer un cuerpo lúteo funcional y como abortivo dentro de los 35 días de gestación (12, 13).

d) Especies en la que se usa:

Bovinos, Porcinos y Equinos (12).

e) Ventajas:

PGF_{2α} es también un estimulante de la musculatura lisa. Después de su acción es rápidamente metabolizada sin que se generen residuos, fácil de aplicar por su formulación acuosa. Ningún riesgo de abscesos y reacciones inflamatorias. La actividad luteolítica posibilita una eficaz sincronización de celo en programas reproductivos y de trasplante de embriones. La seguridad es de hasta 10 veces la dosis (250mg) en vacas con dos aplicaciones en intervalo de 10 días o 25mg diariamente por 10 días. Reducir el tiempo necesario para detectar el celo. Hacer un uso más eficiente de la mano de obra. Reducir el descarte de animales por fallas reproductivas (12, 13).

f) Efectos secundarios:

Bovino: La reacción adversa, observada con mayor frecuencia, es el incremento de la temperatura rectal. Sin embargo, estos cambios de temperatura rectal han sido transitorios en todos los casos observados y no han resultado perjudiciales para el animal. En algunas ocasiones se ha observado sialorrea. Estas reacciones desaparecen en una hora tras la administración de PGF_{2α}. En bovino, cuando se utiliza para la inducción del parto, puede producirse frecuentemente retención de las membranas fetales, dependiendo del momento de utilización del producto. Infección bacteriana en el punto de inyección, que puede llegar a generalizarse y ser grave. Por ello, deben emplearse técnicas asépticas de inyección que disminuyan el riesgo de infección. Ante los primeros síntomas de infección, se recomienda instaurar un tratamiento frente a Clostridium. Porcino: Las reacciones adversas transitorias que consisten en aumento de temperatura corporal, síntomas de

dolor en el punto de inyección, aumento del ritmo respiratorio, siarrolea, estimulación de la defecación y orina, enrojecimiento de la piel y desasosiego (arqueamiento del dorso, acción de escarbar, de frotarse y de morder los barrotes de la jaula), disnea, ligera ataxia, espasmos de la musculatura abdominal, vómitos y prurito, pueden darse ocasionalmente tras la administración de $\text{PGF}_{2\alpha}$ a cerdas gestantes o cerdas nulíparas. Estas reacciones tienden a ser similares a los signos manifestados por las cerdas antes de un parto normal, solo que aparecen concentradas en el tiempo. Estas reacciones se observan normalmente a los 10- 15 minutos post inyección y desaparecen al cabo de 1- 3 horas. La preparación del nido es un comportamiento común, de 5 a 10 minutos tras la administración de la prostaglandina, de las cerdas alojadas en corrales o al aire libre. En muy raras ocasiones hay reacciones de tipo anafiláctico. Equino: Sudoración, disminución de la temperatura corporal, aumento del ritmo cardíaco y respiratorio, dolor cólico (suele ser de corta duración), incoordinación motriz, postración (12, 13).

g) Interacciones e incompatibilidades:

Dado que los antiinflamatorios no esteroideos pueden inhibir la síntesis de prostaglandina endógena, la administración concomitante de estos compuestos con el producto puede disminuir los efectos luteolíticos. Dado que los oxitócicos estimulan la producción de prostaglandinas, la administración concomitante de estos compuestos con el producto puede exacerbar los efectos luteolíticos (12, 13).

h) Restricciones de uso:

Cuando el producto es empleado de acuerdo al rótulo, entre la última aplicación y la faena de bovinos y porcinos para consumo humano no se requiere período de restricción o espera. En el caso de la leche, no se requiere período de descarte. Al usar $\text{PGF}_{2\alpha}$, se deberá aplicar una técnica aséptica para disminuir la posibilidad de infecciones bacterianas después de la inyección. No administrar en animales preñados, a menos que se quiera interrumpir la preñez. No administrar por vía intravenosa. Este producto no es para uso humano. Las mujeres en edad de procrear o embarazadas y las personas con problemas respiratorios deberán tomar precauciones extremas al manipular $\text{PGF}_{2\alpha}$.

Cualquier derrame del producto sobre la piel debe ser lavado inmediatamente con agua y jabón. No administrar a animales con trastornos agudos o subagudos del sistema vascular, del tracto gastrointestinal o del sistema respiratorio. No administrar a animales en gestación, excepto cuando el efecto buscado sea la inducción del parto o la interrupción de la gestación. No usar en caso de hipersensibilidad conocida a la sustancia activa o a algún excipiente. Almacenar a temperatura ambiente entre 20 a 25°C (12, 13).

i) Aplicación: Inyectable Intramuscular, Sub-Cutánea (12).

j) Posología:

Bovino: Sincronización del celo: Una administración de 5 ml de PGF_{2α} por animal. Repetir, en caso necesario a los 11 (10 a 12) días. Los animales tratados durante el diestro normalmente entran en fase de estro y ovulan de 2 a 4 días después del tratamiento. Los animales tratados con el producto pueden cubrirse por monta natural, inseminación artificial a la detección del celo o a un tiempo establecido de inseminación (normalmente se recomienda 72 y 96 horas después de la segunda inyección). Tratamiento del celo silencioso en vacas con cuerpo lúteo funcional pero que no expresan comportamiento de celo: Una administración de 5 ml por animal. Repetir, en caso necesario a los 11 (10 a 12) días). Inducción del aborto hasta el día 120 de gestación: Una administración de 5 ml por animal. Inducción del parto: Una administración de 5 ml por animal a partir del día 270 de gestación. El intervalo desde la administración al parto es de uno a ocho días. Coadyuvante en el tratamiento de metritis crónica y piometra en presencia de un cuerpo lúteo funcional o persistente: Una administración de 5 ml de PGF_{2α} por animal. Repetir, en caso necesario a los 11 (10 a 12) días. Se han citado frecuentemente en la literatura los siguientes protocolos: Día 0 inyectar GnRH o análogo. Día 7 inyectar 5 ml de PGF_{2α} 5mg/ml. Día 9 inyectar GnRH o análogo. 16-20 horas a celo visto realizar inseminación artificial. Otro protocolo utilizado usualmente es: Día 0 inyectar GnRH o análogo. Día 7 inyectar 5 ml de PGF_{2α} 5 mg/ml 60-72 horas después o a celo visto realizar inseminación artificial e inyectar GnRH o análogo. Porcino: Inducción del parto a partir del día 111 de gestación: Una administración de 2 ml por animal dentro de los 3 días antes de la fecha

prevista de parto. La respuesta al tratamiento varía de un animal a otro con un intervalo de 24-36 horas entre administración y parto. Esto puede ser empleado para el control del momento del parto en cerdas y cerdas nulíparas en la última fase de gestación. El tratamiento antes de los 3 días anteriores a la fecha prevista de parto puede provocar una disminución en la viabilidad de los lechones. Uso posparto: Una administración de 2 ml de $\text{PGF}_{2\alpha}$ por animal 24 a 36 horas después del parto. Equino: 5 mg de $\text{PGF}_{2\alpha}$ 5 mg/ml. En los casos de cuerpo lúteo persistente y la inducción del estro, este se manifiesta a los 2-4 días de su aplicación, produciéndose ovulación 2-12 días de la misma (12, 13).

2.3. Hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH)

a) Descripción:

La Hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) tiene como función estimular la secreción de las hormonas luteinizante (LH) y folículo estimulante (FSH). Tratar trastornos de la fecundidad de origen ovárico, inducción de la ovulación e incremento de los índices de concepción (14).

b) Acción:

La GnRH actúa directamente sobre la hipófisis anterior, en la pituitaria controlando la síntesis y liberación de gonadotropinas. La FSH estimula el crecimiento y la maduración del folículo, mientras la LH es responsable de la ovulación y de la formación del cuerpo lúteo y secundariamente, la secreción de esteroides gonadales (14).

Su actividad liberadora de LH, es dependiendo de la ruta y momento de la administración, acerca de 18 a 322 veces más alta en comparación al del componente natural. La administración repetida de altas dosis de GnRH o continuas infusiones intravenosas resultan en una inhibición de la secreción de gonadotropinas y/o esteroides gonadales, lo que se debe a la desensibilización de la pituitaria y a la pérdida de receptores de LH gonadal y prolactina (14).

Los efectos son dependientes de dosis y tiempo y son reversibles. En estudios farmacocinéticos desarrollados in vivo, (ratas, cobayas, conejos y vacas), tras la administración IV de GnRH es eliminada de forma rápida de la circulación sanguínea con una semivida de 5 min. en ratas, 12 min. en cobayas. La molécula se acumula en la glándula pituitaria, hígado y riñón donde es degradada enzimáticamente en fragmentos peptídicos más cortos con actividad biológica inapreciable. La vía principal de excreción es la renal (14, 15).

c) Indicaciones:

Vacas: Para el tratamiento de trastornos de la fertilidad asociados a quistes foliculares, anestro, ovulación retardada y atresia folicular. Para incrementar el índice de concepción. Para la sincronización del estro y ovulación (permitiendo Inseminación Artificial a tiempo fijo) en conjunto con la administración de prostaglandina y sincronización de la ovulación en el programa de Ovsynch en bovinos. Yeguas: Para la inducción de ovulación cuando un folículo maduro está presente, así sincronizando la ovulación más cerca del apareamiento de las yeguas. Para el mejoramiento del índice de concepción después de la administración durante la fase luteal seguido del apareamiento o inseminación artificial. Cerdas: para inducción de la ovulación. Conejas: Inducción de ovulación incluso después del parto. Mejoramiento del índice de concepción en la inseminación o monta natural (14).

d) Especies en la que se usa:

Vacas, yeguas, conejas y cerdas (14).

e) Ventajas:

Se absorbe rápidamente desde el punto de inyección y a las 24 horas su eliminación es completa, no es necesario periodo de retiro en ningún animal (14).

f) Efectos secundarios:

Estudios de efectos secundarios de GnRH en sistema cardiovascular, renal, glucosa sanguínea, SNC o motilidad de músculos lisos fueron negativos (14).

g) Interacciones:

Ninguna (14).

h) Restricciones de uso:

Ninguna (14).

i) Aplicación: Vía intramuscular, intravenosa y/o subcutánea (14).

j) Posología:

Vacas: Para el tratamiento de infertilidad ligado a folículos quísticos con o sin manifestaciones de ninfomanía 5 ml/animal, para el mejoramiento del índice de concepción o preñez 2.5 ml/animal, durante la inseminación artificial o durante la fase luteal seguido de la inseminación artificial 2.5 ml/animal. Para estimular la pronta actividad cíclica de los ovarios después del parto, se deben aplicar 2.5 ml de GnRH a los 10-14 días después del mismo. Yeguas: Para la inducción de ovulación cuando un folículo maduro está presente, así sincronizando la ovulación más cerca del apareamiento de las yeguas. 10 ml/animal Para el mejoramiento del índice de concepción después de la administración durante la fase luteal seguido del apareamiento o inseminación artificial 10 ml/animal. Conejas: Inducción de ovulación 0,2 ml/animal Mejoramiento del índice de concepción 0,2 ml/animal. Puede ser inyectado intravenosa o subcutánea (14, 15).

2.4. Sincronización de celo

Es una técnica complementaria a la inseminación artificial que modifica los ciclos de un grupo de hembras, permitiendo que presenten un celo fértil en uno o unos días programados, pudiendo realizar inseminación artificial, si se quiere sin detección de celos a tiempo fijo. Un programa sincronizado de reproducción puede: Reducir el tiempo necesario para detectar el celo, hacer un uso más eficiente de la mano de obra, reducir el descarte de animales por fallas reproductivas (15).

La sincronización del celo involucra el control o manipulación del ciclo estral con el propósito de que las hembras elegidas en un rebaño expresen estro o celo aproximadamente al mismo tiempo. Es un manejo bastante utilizado en los programas de inseminación artificial, trasplante de embriones, entre otras. El factor determinante en el éxito de la sincronización es la elección del método adecuado, que se ajuste a las condiciones de cada animal. La sincronización consiste en la aplicación de un producto hormonal obtenido en laboratorio. Según cada producto es la forma, momento y número de aplicaciones (15).

Las hormonas más usadas son: Prostaglandina ($PGF_{2\alpha}$): Hormona que en forma natural es producida por el endometrio y actúa en el último período del ciclo causando la regresión del cuerpo lúteo y así reanudando el siguiente ciclo. La base de su éxito consiste en la aplicación del producto en el momento que la hembra presenta cuerpo lúteo. Progesterona (P_4): Hormona producida en forma natural por el ovario, sus niveles aumentan después de la ovulación, llega a su pico junto con el máximo desarrollo del cuerpo lúteo y decrece con la degeneración de éste, permitiendo así el inicio de un nuevo ciclo (15).

Un método usado en sincronización de celo en vacas con OVSYNCH + CIDR es: Día 0 (pm): Colocar CIDR e inyectar 1ml GnRH. Día 7 (pm): Retirar CIDR e inyectar $PGF_{2\alpha}$. Día 9 (pm): Inyectar 1ml GnRH. Día 10 (am): Inseminar en 12hrs. Hay estudios realizados por muchos estudiantes de medicina veterinaria y de ingeniería zootecnia, a continuación alguna referente sobre nuestra investigación (15, 16).

En este estudio se observó el efecto de la sincronización de celo en cuyes mediante la utilización de la hormona liberadora de las gonadotropinas GnRH (T1) y la hormona luteolítica $PGF_{2\alpha}$ (T2), evaluando diferentes características reproductivas durante 150 días de experimentación. Se determinó un mayor grado de eficiencia en la sincronización de reproductoras, mediante la utilización de GnRH obteniéndose una tasa de fertilidad del 75%, luego de un periodo de empadre por cinco días. El periodo de gestación fue inferior en las hembras sincronizadas con GnRH, registrando un promedio de 60.80 días, en

relación al tratamiento $\text{PGF}_{2\alpha}$ que alcanzó un promedio de 65.25 días. Por su parte el tamaño de camada y peso de camada al nacimiento y destete, fueron superiores en el tratamiento GnRH, determinándose promedios de 3.07 crías, 388.93 gr. y 949.13 gr. respectivamente debido al mejoramiento sustancial de la prolificidad; finalmente se obtuvieron mayores ingresos y un mejor índice de beneficio costo, mediante la utilización de GnRH, por lo que se recomienda su utilización como una alternativa en el manejo (16).

En otra investigación se evaluó la utilización de dos métodos de sincronización de celos en cuyas multíparas, siendo el tamaño de la unidad experimental de una hembra con un número de veinte repeticiones, bajo un diseño completamente al azar. En donde al no demostrarse influencia de la hormona folículo estimulante (FSH), se procedió a analizar los resultados obtenidos por efecto de la aplicación de prostaglandina ($\text{PGF}_{2\alpha}$), considerándose las medidas de tendencia central y de dispersión, distribución de frecuencias absolutas y relativas, así como también el análisis de la regresión y correlación simple entre las diferentes variables. Los pesos de las madres fluctuaron de 1203.60 a 1215.00g. Desde la etapa de empadre hasta el destete, obteniéndose un porcentaje de fertilidad del 85%, la duración de la gestación fue de 70.35 días. La medida de las crías nacidas fue de 2.94 por parto, reportándose que el 61.71% de las madres tuvieron partos de tres crías, donde el promedio en peso al nacimiento de las mismas fue de 150.08g. Destetándose 2.76 crías con un peso medio de 253.71g. Finalmente se registró el 6.38% de mortalidad, lo que nos conllevó a determinar una rentabilidad a través del indicador beneficio costo de 1.26, llegando a obtenerse resultados productivos y reproductivos favorables. Por lo que se recomienda la utilización de la hormona prostaglandina para la sincronización de celo en cuyas multíparas (17).

En otro estudio realizado en la Universidad Nacional Agraria La Molina utilizaron 44 cuyes hembras multíparas, de 18 a 24 meses de edad, con un peso promedio de 1.2 Kg. Los animales fueron mantenidos en jaulas en grupos de 4. Para determinar el día de la ovulación, los animales fueron revisados dos veces al día, para observar la apertura de la membrana vaginal, procediendo a realizar un frotis vaginal cada 12 horas para determinar

el momento de ovulación (Día 0), el cual fue evaluado por la presencia de células polinucleares en el frotis. La longitud del ciclo estral observado para el presente estudio fue de 16.17 ± 0.21 días (se observaron 83 ciclos estrales) Se evaluaron 4 tratamientos para controlar el periodo del ciclo estral en las hembras utilizadas en el presente estudio. Se utilizaron los análogos de prostaglandina $PGF_{2\alpha}$ (D-cloprostenol; D,L cloprostenol y luprostiol) para evaluar su capacidad luteolítica y un tratamiento oral con progesterona (Altrenogest) para bloquear la ovulación. Cada tratamiento fue administrado en las diferentes etapas del ciclo estral en el mismo grupo de hembras, luego de determinar el retorno al celo. Se administró una dosis única im de 7.5 ug/kg de Dcloprostenol (Ciclar, Zoovet, Argentina) a las hembras entre el día 1 y día 18 del ciclo estral; DL-cloprostenol (Estrumate, MSD Intervet, Francia) i.m 25ug/kg entre el día 4 y día 16 y luprostiol (Prosolvín, Virbac, Francia) i.m 0.75 mg/kg. El tratamiento con progesterona (Altrenogest, Regumate Equine, Intervet, Francia) fue adaptado al descrito en yeguas, el cual consistió en la administración oral de 0.22 mg/kg por un período de 15 días Se utilizó la estadística descriptiva para la determinación de los promedios y desviaciones estándar. El análisis estadístico se realizó por medio de la regresión lineal para cada tratamiento. Luego del tratamiento con Altrenogest, cada hembra fue cubierta por macho para observar el tamaño de camada, estos datos fueron analizados utilizando la prueba t Student. (18).

Para este estudio nos dicen que la sincronización de celos de cuyes (*Cavia porcellus*) es comúnmente obtenida en laboratorio usando 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 celos 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. En nuestro caso la producción de embriones debe realizarse en condiciones de crianza en granja. La primera etapa para la producción de embriones es la sincronización de los celos de las hembras. Para tal efecto se ha utilizado un análogo de progesterona de administración oral, el altrenogest, producto usado comúnmente en la sincronización de celo de cerdas y yeguas.

En un ciclo natural, la fase lútea corresponde a la presencia de un cuerpo lúteo activo en el ovario, el cual secreta progesterona y bloquea una nueva ovulación. Cuando el cuerpo lúteo regresiona naturalmente, la secreción de progesterona cae y el retrocontrol negativo que ejerce sobre el hipotálamo desaparece. Entonces se estimula la secreción de FSH y LH por la hipófisis, lo que provoca el desarrollo de una nueva onda folicular y la ovulación. Al mantener alto el nivel de progesterona en el organismo de las hembras, se bloquean las nuevas ovulaciones consecutivas de la regresión de los cuerpos lúteos, con el fin de obtener el inicio de un nuevo ciclo al retirar el tratamiento. *Cavia porcellus* presenta una longitud de ciclo de 16 días en promedio (con 12-13 días de fase lútea). Por ello se decidió aplicar la hormona por 20 días consecutivos para sincronizar todos los animales. Todas las hembras presentaron síntomas de celos a los 4-5 días después del retiro del tratamiento. Se comprobó la aparición de celos por observación de la apertura de la membrana vaginal así como el comportamiento de las hembras en presencia de un macho, al aceptar la monta; y, entre hembras, al presentar agresividad para acceder al macho. Con el fin de sincronizar un grupo de animales que se encuentran en diferentes fases del ciclo, se decidió aplicar dos inyecciones intramuscular de luprostiol con un intervalo de 10 días. En la primera inyección, los animales que se encuentran en fase lútea empiezan un nuevo ciclo y están de nuevo en fase lútea 10 días después, cuando se realiza la segunda inyección. Por otra parte, consideramos que los animales que no se encuentran en fase lútea en el momento de la primera inyección tienen que estar en fase lútea 10 días después, cuando se realiza la segunda inyección, tomando en cuenta que la fase lútea dura 12-13 días de los 16 días del ciclo. Los primeros intentos realizados con nulíparas de 6 meses han mostrado que todas las hembras entraron en celos 4-5 días luego de la segunda inyección de luprostiol. Este protocolo alivia mucho el estrés en los animales (dos manipulaciones en total, contra 20 manipulaciones por el tratamiento con progesterona vía oral) y simplifica el trabajo. Los primeros resultados son satisfactorios; sin embargo la aparición de celos en los animales se escalona en 2 a 3 días. Sin embargo, se desea desarrollar un protocolo que permita agrupar mejor los celos, por lo cual se utilizará un nuevo protocolo que combina el uso de progesterona y prostaglandinas. La segunda etapa de nuestro proyecto es aumentar el número de embriones por hembra,

desarrollando un tratamiento de superovulación. Nuestros primeros intentos de sincronización y superovulación con HmG (Human menapausal Gonadotrophin) nos hacen pensar que los embriones transitan más rápidamente en los oviductos de los animales tratados. Nuevos intentos deben permitirnos determinar la velocidad de tránsito de los embriones en los animales sincronizados y superovulados con el fin de colectarlos en el estado mórula compactada (32-64 células) a la altura de la unión entre el oviducto y el útero (19).

Este estudio se realizó en las instalaciones de la granja de animales menores de la Universidad Nacional Agraria La Molina en el año 1995. Se utilizaron cuyes hembras púberes mayores de 2 ½ meses y se separaron en 4 grupos con el objetivo de administrar progesterona en diferentes dosis; grupo 1 trabajo fue control es decir no se le aplicó nada, grupo 2 se le dio 0.125mg, grupo 3 se le dio 0.250mg y al grupo 4 se le dio 0.500mg por veinte días consecutivos dando como mejor resultado el grupo 3 como sincronizante de celo para cuyes ya que su aplicación no afecta la performance reproductiva de las hembras púberes (20).

En un estudio realizado observaron que la regresión del cuerpo lúteo en el cobayo podía ser acelerada por el tratamiento con 10mg. de benzoato de estradiol en el día 3 del ciclo estral suele ser eficaz. La progesterona dando 5 mg. al día durante 3-11 días aumento de la regresión lútea en el útero, pero no afectó el tamaño del cuerpo lúteo en las hembras y no logró alterar la longitud del ciclo estral (21).

En un estudio realizado observaron que la duración del ciclo estral es de entre 16 y 19 días y el celo dura en promedio 8 h. La duración de la gestación varía entre 58 y 78 días con una duración modal de 68 días. Se realizó hipofisectomía en cuyas preñadas y el aborto no se produce cuando se realiza la hipofisectomía más bien lleva a cabo de 3- 6 días después del apareamiento, o en animales ovariectomizados 3-4 semanas post-coito. El cuerpo lúteo y la producción de progesterona en el embarazo temprano debe por lo tanto, ser mantenida por una fuente extra-hipófisis de luteotrofina mostraron que la transferencia de los productos de la concepción posterior retirada del útero en cobayas

resultaron en primer y en segundo lugar la prevención de la recurrencia del estro, y llegaron a la conclusión de que hay una hormona placentaria, cuya naturaleza era desconocida, que era necesario para continuar la función lútea y la ausencia de estro. Utilizando técnicas con microscopio y equipos histoquímicos en la investigación se observó el desarrollo de la sub-placenta de cobaya durante todo el embarazo, la conclusión es que en este tejido esta una gonadotropina, está presente en la sub-placenta y la placenta del conejillo de Indias desde el día 10 de gestación hasta el parto. Las concentraciones máximas de gonadotropina en extractos de tejidos, que se calcula mediante bioensayo y radioinmunoensayo, ocurrido durante la tercera semana de gestación fueron consistentemente más bajos y de la cuarta semana de embarazo no superó el equivalente de 1-0 UI hCG/g. (22).

Antes de realizar esta investigación se llevó a cabo un estudio pre-experimental, esta investigación se hizo en la granja de cuyes de la Universidad Alas Peruanas durante los meses de Marzo a Abril del 2015, cuyo objetivo fue sincronizar el celo en cuyes mediante el uso de hormonas y observar gestación mediante cuerpos lúteos. Utilizamos tres cuyes hembras de 3 meses primerizas de raza Perú de 870gr. de peso promedio, su alimentación fue a base de forraje en las mañanas y concentrado por las tardes. El día 0 se le aplicó a la primera 0.1ml GnRH, a la segunda 0.1ml de progesterona y a la tercera 0.5ml prostaglandina (todo por vía sub-cutánea). El día 7 se le aplicó a las tres 1ml de PGF_{2α} y el día 9 se aplicó a todas 0.5ml de GnRH todos los fármacos por vía subcutánea y se colocó a un macho que pesaba 880gr. para posible empadre. Día 16 se sacrificó a todas las hembras y se observó en la primera 2 cuerpos lúteos, en la segunda y tercera 3 cuerpos lúteos por cuy. Por los resultados favorables decidimos realizar la investigación con el uso de hormonas GnRH y PGF_{2α} (23).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 ESPACIO Y TIEMPO

La presente investigación se realizó en la granja “Sama”, ubicado en la Mz. E Lot. 33, Olimpo de Naranjal en el distrito de San Martín de Porres, provincia y departamento de Lima, entre los meses de noviembre de 2015 a marzo de 2016.

3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

Para este estudio se utilizó una muestra de 24 de cuyes hembras de más de 2 ½ meses de edad.

El método de muestreo fue probabilístico aleatorio simple.

La alimentación fue a base de chala y concentrado.

3.3 DISEÑO EXPERIMENTAL (INVESTIGACIÓN EXPERIMENTAL)

Este estudio fue de tipo experimental- descriptivo.

El desarrollo de este proyecto se llevó de la siguiente manera:

Se trabajó con 24 cuyes que se separaron en el Grupo “A” y Grupo “B” de 12 cuyes hembras por grupo respectivamente; a las cuyes del Grupo “A”, el día 0 se le administró 0,002 mg de GnRH (0,5 ml) por vía sub-cutánea, el día 7 se administró 1,25 mg de PGF_{2α} (0,25 ml) por vía sub-cutánea, el día 9 se le puso nuevamente 0,002 mg de GnRH (0,5 ml) por vía sub-cutánea y a las 12 horas posteriores se juntó con macho por 24 horas para empadre. Para el caso del Grupo “B”, las cuyes recibieron el mismo tratamiento que el caso anterior, con la única diferencia de que se administró 2,5 mg de PGF_{2α} (0,50 ml) por

vía sub-cutánea. Se esperó a que pase el tiempo de gestación y se evaluó cuantos cuyes parieron y numero de crías por camada.

3.4 EQUIPOS Y PROCEDIMIENTOS

3.4.1 Equipos:

a) Sujeto de estudio:

- ✓ Cuyes

b) Hormonas sintéticas:

- ✓ GnRH en la marca Conceptal®
- ✓ PGF_{2α} en la marca Lutalyse®

c) Materiales de escritorio:

- ✓ Hojas
- ✓ Lapiceros
- ✓ Plumón indeleble delgado negro y rojo
- ✓ USB
- ✓ Folders

d) Materiales de campo:

- ✓ Balanza
- ✓ Bolsa de malla
- ✓ Guantes
- ✓ Jeringas
- ✓ Algodón
- ✓ Alcohol

e) Servicios:

- ✓ Fotografía
- ✓ Transporte
- ✓ Impresión
- ✓ Computadora
- ✓ Internet

✓ Biblioteca

f) Capital humano

✓ Investigador

✓ Asesor

3.4.2 Procedimientos:

a) Selección de la muestra:

Se seleccionó 24 cuyes hembras de más de 2½ meses de edad y 4 cuyes machos mayores de 6 meses (los machos estuvieron separados de las hembras, solo se unieron para realizar el empadre). El método de muestreo fue probabilístico aleatorio simple. La alimentación fue con forraje en las mañanas y concentrado por las tardes con agua *ad libitum*.

b) Separación de los integrantes de los Grupos "A" y "B".

Se formaron 2 grupos de 12 integrantes cada uno, llamados Grupo "A" y Grupo "B".

c) Protocolo de Sincronización.

	Grupo "A"	Grupo "B"
Día 0 (pm)	GnRH 0,002mg (0.5ml) por vía S.C.	GnRH 0,002mg (0.5ml) por vía S.C.
Día 7 (pm)	PGF _{2α} 1,25mg (0.25ml) por vía S.C.	PGF _{2α} 2,50mg (0.5ml) por vía S.C.
Día 9 (pm)	GnRH 0,002mg (0.5ml) por vía S.C.	GnRH 0,002mg (0.5ml) por vía S.C.
Día 10 (am)	Empadre por 24 horas	Empadre por 24 horas
Día 78 aprox.	Parición	Parición

d) Recolección y análisis de los resultados

Al recolectar los datos fueron colocados en tablas para una mejor interpretación; posteriormente se dio a conocer los resultados sobre la aplicación de hormonas si sincronizan el celo en cuyes (*Cavia porcellus*) y generan un efecto sobre la tasa reproductiva.

3.5 DISEÑO ESTADISTICO

El diseño que se utilizó fue completamente al azar, con igual número de repeticiones (12 por grupo), los datos obtenidos se pusieron en una tabla de contingencia para los análisis respectivos determinando así la relación existente en la presencia del celo y número de partos.

Se llevó a cabo una prueba de hipótesis sobre estos datos, es la prueba estadística denominada χ^2 o “chi- cuadrado” para determinar si las variables están relacionadas o no.

IV. RESULTADOS

En el Cuadro 1 están los resultados obtenidos del grupo "A" y "B".

Cuadro1: Resultados de la investigación.

N°	GRUPO	PRESENCIA DE CELO	N° DE CRÍAS	TIEMPO DE GESTACIÓN (días)	PESO CRIAS AL NACER (g)
1	A	Si	0	-	-
2	A	Si	0	-	-
3	A	Si	0	-	-
4	A	No	0	-	-
5	A	Si	0	-	-
6	A	Si	0	-	-
7	A	No	0	-	-
8	A	No	0	-	-
9	A	Si	0	-	-
10	A	Si	0	-	-
11	A	No	0	-	-
12	A	Si	0	-	-
13	B	Si	1	68	100
14	B	No	0	-	-
15	B	Si	1	67	95
16	B	Si	1	69	90
17	B	Si	0	-	-
18	B	Si	2	67	85 - 80
19	B	Si	0	-	-
20	B	Si	1	67	100
21	B	Si	2	66	85- 80
22	B	No	0	-	-
23	B	Si	1	67	95
24	B	Si	2	68	85 – 90

Tomando los datos del cuadro el porcentaje de animales que presentaron celo fue:

Grupo "A" = 66,66%

Grupo "B" = 83,33%.

En el Cuadro 2 se muestran la frecuencia de valores observados sobre las hembras del grupo "A" y "B".

Cuadro 2: Frecuencia de valores observados.

Grupo	Cantidad de cuyes que parieron	Cantidad de cuyes que No Parieron	Total
A	0	12	12
B	8	4	12
Total	8	16	24

Se rechaza la hipótesis nula, aceptando la hipótesis de trabajo que consiste en "La aplicación subcutánea de hormonas GnRH a dosis 0,002mg y PGF_{2α} a dosis 2,50mg si sincronizan el celo en cuyes (*Cavia porcellus*) y generan efecto en la tasa de concepción".

V. DISCUSIÓN

Teniendo en cuenta lo referido por López O. (15) que según cada producto es la forma, momento y número de aplicaciones y puede reducir el tiempo necesario para detectar el celo, hacer un uso más eficiente de la mano de obra y reducir el descarte de animales por fallas reproductivas; con los resultados de esta investigación podemos avalar lo dicho por el autor ya que aplicamos hormonas a unas dosis dadas y reducimos el tiempo para detectar celo y la mano de obra fue más eficiente.

Lo rescatado del presente trabajo también coincide con Oñate C. (16) ya que se obtuvieron mayores ingresos y un mejor índice de beneficio- costo, mediante la utilización de GnRH, por lo que recomienda su utilización como una alternativa en el manejo y esto se hace evidente en el trabajo experimental realizado ya que la combinación de GnRH y PGF2 α sincronizan el celo en cuyes y reducen el intervalo de partos entre hembras sincronizadas.

En nuestra investigación el porcentaje de fertilidad fue de 83.33% y en el caso de Obregón D. (17) nos dice que desde la etapa de empadre hasta el parto, obtuvo un porcentaje de fertilidad del 85%, mayor en comparación a los resultados obtenidos, en cuanto a la duración de la gestación fue de 67.37 días, para nuestra investigación y para este autor la duración de la gestación fue de 70.35 días.

Gregoire A, Joly T, Huamán E, Silva R, Berard M.(19) nos explican que comprobaron la aparición de celos por observación de la apertura de la membrana vaginal así como el comportamiento de las hembras en presencia de un macho, al aceptar la monta; la misma metodología se realizó antes de juntar al macho con las hembras y se observó abertura de

la membrana vaginal con secreciones transparentes y cuando estaban con el macho la aceptación a la monta y una postura de quietud para que el macho las cubra.

Según Blatchley R, Donovan T, Horton W, Poyser L. (22) la duración de la gestación varía entre 58 y 78 días con una duración modal de 68 días y el promedio de tiempo de gestación en esta investigación fue de 67.2 días apenas menor a lo hallado por estos investigadores, con esto podríamos decir que este protocolo de sincronización reduce el tiempo de gestación en cuyes hembras púberes.

Zevallos R. (20) demostró en su investigación que administrar progesterona en diferentes dosis; grupo 1 trabajo fue control es decir no se le aplicó nada, grupo 2 se le dio 0.125mg, grupo 3 se le dio 0.250mg y al grupo 4 se le dio 0.500mg por veinte días consecutivos dio como mejor resultado el grupo 3 como sincronizante de celo para cuyes ya que su aplicación no afecta la performance reproductiva de las hembras púberes, para nuestro caso el uso de hormonas GnRH y PGF2 α en un periodo de diez días (menor al de este autor) sincronizan el celo en cuyes hembras púberes y genera una tasa de fertilidad positiva.

De acuerdo con lo investigado por Rodríguez F. (23) el uso de hormonas en cuyes hembras púberes aplicando un protocolo de sincronización similar al de vacas lecheras produce sincronización de celo y un efecto positivo en la concepción por presencia de cuerpos lúteos; siguiendo este ejemplo, al utilizar en nuestra investigación un protocolo similar con menos dosis de hormonas tuvimos como resultado sincronización de celo en cuyes y efecto positivo en la tasa de concepción pero solo del grupo "B", es por eso que podemos concluir que utilizar este protocolo de sincronización puede ser beneficioso .

VI. CONCLUSIONES

- Puede realizarse la sincronización de celo siguiendo el protocolo del Grupo “B” que consiste en la aplicación subcutánea de hormonas GnRH a dosis 0,002mg y PGF_{2α} a dosis 2,50mg da resultados favorables y resulta sumamente útil en las cuyes primerizas debido a su eficiencia, sencillez y fácil aplicación.
- El protocolo de sincronización del Grupo “A” ” que consiste en la aplicación subcutánea de hormonas GnRH a dosis 0,002mg y PGF_{2α} a dosis 1,25mg no da resultados favorables, presenta celo pero no hay concepción, posiblemente por ser menor la dosis de PGF_{2α}, por tal motivo no se recomienda utilizarla.

VII. RECOMENDACIONES

- Utilizar este trabajo de investigación para aumentar los porcentajes de preñez en la granja.
- Continuar la investigación utilizando otras dosis, para observar si existen diferencias frente a los resultados obtenidos.
- Sincronizar el celo en hembras adultas que ya hayan tenido crías, ya que el nivel de hormonas podría ser insuficiente para causar el efecto deseado.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Chauca L. Producción de cuyes (*Cavia porcellus*) en los países andinos. Estudio FAO Producción y Sanidad animal. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación; 1997.
2. Chauca L. Crianza de Cuyes. Perú: INIA. Centro Internacional de Investigaciones para el desarrollo; 1994.
3. Patricio H. Sistemas de crianza de cuyes a nivel Familiar-Comercial en el sector rural. Provo, Utah, EE.UU: Benson Agriculture and Food Institute Brigham Young University; 2002.
4. Chirinos O, Muro K, Concha W, Otiniano J. y Quezada J. Crianza y Comercialización de Cuy para el Mercado Limeño. Perú: Editorial Cordillera S.A.C.; 2008.
5. Sánchez C. Crianza y comercialización de Cuyes. Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina; 2002.
6. Guerra C. Manual técnico de crianza de cuyes. Perú: Centro Ecuménico de Promoción y Acción Social Norte; 2009.
7. Chauca L. Investigación en cuyes. Perú: INIA. Centro Internacional de Investigaciones para el desarrollo; 1994.
8. Chauca L, Muscari J. y Saravia J. Determinación de la edad de empadre en cuyes hembras. Lambayeque, Perú: VI Reunión científica anual de la Asociación Peruana de Producción Animal (APPA); 1983.
9. Chauca L, Zaldívar M. y Muscari J. Efecto del empadre post parto y post destete sobre el tamaño y peso de la camada en cuyes. San José, Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura; 1992.

10. Aliaga L, Moncayo R, Rico E. y Caycedo A. Producción de cuyes. Lima, Perú: Fondo Editorial UCSS; 2009.
11. Vigil V. Caracterización del ciclo astral en cobayos hembras vírgenes (*Cavia porcellus*). [Tesis Ingeniero Zootecnista]. Lima, Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina; 1971.
12. Zoetis S.R.L. Lutalyse. Argentina: [updated 2016; cited 2016 Abril 16]. Hallado en: <https://ar.zoetis.com/products/bovinos/lutalyse.aspx>
13. Cabrera J. Jiménez Ch. Evaluación de prostaglandina natural (Dinoprost) y prostaglandina sintética (Cloprostenol) en el porcentaje de preñez con protocolo de sincronización (SIDR) a tiempo fijo en vacas Holstein Cantón Nabón- provincia de Azuay. [Tesis Médico Veterinario Zootecnista]. Cuenca, Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana; 2012.
14. Animal Health. Conceptal. Chile: [updated 2009 Set 10; cited 2015 Agosto 10]. Hallado en: http://www.msd-salud-animal.cl/products/conceptal_/020_detalle_de_producto.aspx
15. López O. Sincronización de celo en vacas. Ecuador: Universidad Nacional Agraria; 2013.
16. Oñate C. Evaluación de dos métodos de sincronización del estro en cuyes. [Tesis Ingeniero Zootecnista]. Riobamba, Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo; 2008.
17. Obregon D. Utilización de dos Métodos de Sincronización de Celos en Cuyas Múltiparas [Tesis Ingeniero Zootecnista]. Riobamba, Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo; 2012.
18. Gregoire A, Joly T, Huamán E, Silva R, Berard M. Control del ciclo estral en la cuy (*Cavia porcellus*). Lima, Perú. Asociación peruana de reproducción animal; 2011
19. Gregoire A, Joly T, Huamán E, Silva R, León S. Crioconservación de los recursos genéticos del cuy (*Cavia porcellus*): producción y congelación de embriones. Lima, Perú: Bulletin de l'Institut français d'études andines; 2010.
20. Zevallos R. Sincronización del celo en cuyes púberes (*Cavia porcellus*) mediante el uso de acetato de medroxi progesterona y su efecto sobre la performance

reproductiva. [Tesis Ingeniero Zootecnista]. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina; 1995.

21. Bland P. y Donovan T. Oestrogen and Progesterone and the function of the corpora lutea in guinea pig. Londres, Inglaterra: Journals of Reproduction y Fertility; 1970.
22. Blatchley R, Donovan T, Horton W, Poyser L. La liberación de prostaglandinas y progesterina en la sangre venosa utero ovárico de cobayas durante el ciclo estral y después del tratamiento con estrógenos. Londres, Inglaterra: Journals of Reproduction y Fertility; 1972.
23. Rodríguez F. Sincronización de celo en cuyes (*Cavia porcellus*) y observar gestación mediante cuerpos lúteos. Perú: Universidad Alas Peruanas; 2015.
24. Córdova M. Estadística Descriptiva e inferencial. Nueva York, Estados Unidos. Mc Graw Hill; 2011.

ANEXOS

ANEXO 1

Tabla 1. Registro de cuyes integrantes del grupo "A" y grupo "B".

X	Código	Raza	Peso	Jaula	Grupo "A"	Grupo "B"
1	01 ^a	Inti	1100gr	1	X	
2	02 ^a	Inti Mantaro	950gr	1	X	
3	03 ^a	Perú	800gr	1	X	
4	04 ^a	Andina	750gr	1	X	
5	05 ^a	Inti	1000gr	2	X	
6	06 ^a	Mantaro	850gr	2	X	
7	07 ^a	Andina	900gr	2	X	
8	08 ^a	Andina	850gr	2	X	
9	09 ^a	Inti	950gr	3	X	
10	10 ^a	Andina	900gr	3	X	
11	11 ^a	Negra	800gr	3	X	
12	12 ^a	Perú	930gr	3	X	
13	01b	Inti entero	950gr	4		x
14	02b	peluche	1000gr	4		x
15	03b	Perú	1050gr	4		x
16	04b	Perú	900gr	4		x
17	05b	Roano	1000gr	5		x
18	06b	Perú entero	900gr	5		x
19	07b	Mantaro	1000gr	5		x
20	08b	Perú	800gr	5		x
21	09b	Andina	800gr	6		x
22	10b	Andina Peluche	900gr	6		x
23	11b	Andina	800gr	6		x
24	12b	Andina Mantaro	750gr	6		X

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 2

Tabla 2. Registro de Empadre:

X	Fecha	Grupo "A"	Grupo "B"	Código	Hora de Empadre	Acepta monta
1	28/12/2015	X		01a	10:05am	Si
2	28/12/2015	X		02a	10:05am	Si
3	28/12/2015	X		03a	10:05am	Si
4	28/12/2015	X		04a	falleció	No
5	02/02/2016	X		05a	10:25am	Si
6	02/02/2016	X		06a	10:25am	Si
7	02/02/2016	X		07a	falleció	No
8	02/02/2016	X		08a	10:25am	No
9	11/02/2016	X		09a	7:40pm	Si
10	11/02/2016	X		10a	7:40pm	Si
11	11/02/2016	X		11a	7:40pm	No
12	11/02/2016	X		12a	7:40pm	Si
13	11/11/2015		X	01b	8:00am	Si
14	11/11/2015		X	02b	8:00am	No
15	11/11/2015		X	03b	8:00am	Si
16	11/11/2015		X	04b	8:00am	Si
17	23/11/2015		X	05b	10:00am	Si
18	23/11/2015		X	06b	10:00am	Si
19	23/11/2015		X	07b	10:00am	Si
20	23/11/2015		X	08b	10:00am	Si
21	18/12/2015		X	09b	4:50am	Si
22	18/12/2015		X	10b	4:50am	No
23	18/12/2015		X	11b	4:50am	Si
24	18/12/2015		X	12b	4:50am	Si

Fuente: Elaboración Propia.

ANEXO 3

Tabla 3. Lista de Parición:

X	Fecha	Código	Grupo "A"	Grupo "B"	Hora	N° de Crías
1	16/01/2016	01b		X	6:30am	1
2	17/01/2016	04b		X	8:00am	1
3	19/01/2016	03b		X	5:00am	1
4	28/01/2016	08b		X	8:40am	1
5	30/02/2016	09b		X	9:00pm	2
6	25/02/2016	06b		X	7:30am	2
7	26/02/2016	12b		X	5:00pm	2
8	26/02/2016	11b		X	9:00am	1

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 4

COSTO DE INVERSIÓN DEL GRUPO "A" Y "B"

	Grupo "A"	INVERSIÓN	Grupo "B"	INVERSIÓN
Día 0 (pm)	GnRH (0.5ml)	S/. 3.00	GnRH (0.5ml)	S/. 3.00
Día 7 (pm)	PGF _{2α} (0.25ml)	S/. 1.50	PGF _{2α} (0.5ml)	S/. 2.90
Día 9 (pm)	GnRH (0.5ml)	S/. 3.00	GnRH (0.5ml)	S/. 3.00
Día 10 (am)	Empadre por 24 horas		Empadre por 24 horas	
Día 78	Parición	Total: S/. 7.50	Parición	Total; S/.8.90

Fuente: Elaboración Propia.

ANEXO 8

INGREDIENTES DEL ALIMENTO BALANCEADO: Alfalfa deshidratada, maíz, subproductos de granos, harina de soya, algodón, coccidiostatos, carbonato de calcio, melaza, vitamina C, y premix de vitaminas y minerales.

COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DEL ALIMENTO BALANCEADO

Proteína	17,00	%	min.
E. Digestible	2,80	Mcal/K	min.
Licina	1,00	%	min.
Met-Cistina	0,70	%	min.
Fibra	15,00	%	max.
Humedad	13,00	%	max.
Calcio	0,85	%	min.
Fósforo T.	0,60	%	min.

Fuente: Bedoce, Perú.

ANEXO 9



Figura 1: Aceptación a la monta.

Fuente: Elaboración Propia.

ANEXO 10



Figura 3: Empadre

Fuente: Elaboración Propia.

ANEXO 12



Figura 4: Recién nacidos.

Fuente: Elaboración Propia.

ANEXO 13



Figura 5. Recién nacidos.

Fuente: Elaboración Propia.