



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO**

**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**



**EFFECTO DE LA DURACIÓN DE CÓPULA EN LA RESPUESTA**

**OVULATORIA Y TASA DE GESTACIÓN EN ALPACAS**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**Bach. MADELEY GLADYS HILASACA MAMANI**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE**

**MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA**

**PUNO – PERÚ**

**2020**



## DEDICATORIA

*A mi madre Marina Mamani de Hilasaca por darme la vida, su amor y apoyo incondicional en el transcurso de mi formación profesional, quien me saco siempre adelante con todo su esfuerzo y sacrificio.*

*A mi padre Ernesto Hilasaca Titto por sus valores inculcados en mi niñez para ser una persona de bien.*

*A mi hermana Flor por sus sabios consejos sobre la vida, a mi hermana Hilda por ser confidente y amiga, a mi hermana Paty quien me enseñó a ser fuerte en los momentos difíciles, a mi hermano Cesar quien fue siempre mi modelo a seguir, a mi pequeño hermano Jhon Daniel para quien espero ser apoyo y guía en su camino.*

*A mis cuñados Marco Apaza y Ronald López, quienes siempre me brindaron su apoyo junto a mis hermanas, y a mis adorados sobrinos Yared y Leydi.*

*A toda mi familia quienes me enseñaron que la familia siempre es lo más importante, a todos que con su amor, apoyo y consejos logramos estos objetivos juntos.*

*Madeley Hilasaca*



## AGRADECIMIENTOS

*A la universidad nacional del altiplano mi alma mater*

*A la facultad de medicina veterinaria y zootecnia y toda su plana de docentes quienes me brindaron sus enseñanzas en mi formación profesional.*

*Al Centro Experimental La Raya por acogernos durante la ejecución de este proyecto y darnos la accesibilidad a sus animales.*

*Al Dr. Martin Urviola Sanchez y al Dr. Víctor Leyva vallejos por su asesoramiento, paciencia y consejos para la elaboración y redacción de este trabajo.*

*A los miembros del jurado: Dr. Uberto Olarte daza, MVZ Ciriaco Zuñiga Zuñiga y MVZ Guido Medina Suca, por su comprensión y apoyo para la culminación de este trabajo.*

*Un especial y profundo agradecimiento a la Dra. Diannet Benito López por sus consejos, su apoyo y enseñanzas en mi formación académica profesional, gracias por todo.*

*Al Dr. Halley Rodríguez Huanca por su apoyo en la parte estadística.*

*A los trabajadores del Centro Experimental La Raya: Sr. esteban, Sr. Hugo Apaza, Sr Justo Cahuana, Sr Cirilo, Sr. Marco, Sr. Natanael, a todos muchas gracias por su apoyo.*

*A mi familia que estuvo conmigo en cada paso de mi carrera profesional, brindándome su apoyo en los buenos y malos momentos, los amo.*

*A mis amigas incondicionales Nélide Huarachi y Enmenie Machaca, gracias por sus palabras de aliento y por estar conmigo en mis triunfos y también en los momentos difíciles.*

*A mis compañeros y amigos de la universidad: Mary Luz y Janys Peralta, Mery Aquino, Carlita Ramos, Julio Mamani, Néstor Condori, Rubén Mamani, Marcelino, Noemi Céspedes e Ítalo J. gracias por su compañía y apoyo en el transcurso de la carrera profesional.*

*Madeley. Hilasaca*



# ÍNDICE GENERAL

**DEDICATORIA**

**AGRADECIMIENTOS**

**ÍNDICE DE FIGURAS**

**ÍNDICE DE TABLAS**

**ÍNDICE DE ACRÓNIMOS**

**RESUMEN .....9**

**ABSTRACT.....10**

## **CAPITULO I**

### **INTRODUCCIÓN**

**1.1.OBJETIVO GENERAL .....12**

**1.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....12**

## **CAPITULO II**

### **REVISIÓN DE LITERATURA**

**2.1. LA ALPACA .....13**

**2.2. ANATOMÍA.....13**

2.2.1. Anatomía del aparato reproductor de la hembra ..... 13

**2.3. FISIOLÓGÍA REPRODUCTIVA DE LA ALPACA HEMBRA .....14**

2.3.1. Comportamiento sexual de la alpaca ..... 14

2.3.2. Fisiología del comportamiento sexual. .... 15

2.3.3. Dinámica folicular ..... 17

2.3.4. Ovulación..... 18

2.3.5. Cuerpo lúteo ..... 20

**2.4. MECANISMO FISIOLÓGICO DE LA FECUNDACIÓN .....21**

**2.5. RECONOCIMIENTO MATERNAL DE LA PREÑEZ.....23**

**2.6. MÉTODO DE DIAGNÓSTICO DE GESTACIÓN TEMPRANA .....24**

2.6.1. Ultrasonido o ecografía..... 24

**2.7. PREÑEZ.....25**

**2.8. FISIOLÓGÍA REPRODUCTIVA DEL MACHO.....26**

2.8.1. Comportamiento sexual y cópula ..... 26



## CAPITULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

<b>3.1. LUGAR DE ESTUDIO .....</b>	<b>28</b>
<b>3.2.MATERIAL EXPERIMENTAL .....</b>	<b>28</b>
<b>3.3. INSTALACIONES, MATERIALES Y EQUIPO .....</b>	<b>29</b>
3.3.1. Instalaciones .....	29
3.3.2. Materiales y equipos .....	30
<b>3.4. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL.....</b>	<b>31</b>
3.4.1. Diseño experimental .....	31
3.4.2. Empadre controlado.....	32
3.4.3. Ovulación, Cuerpo lúteo y diagnóstico de preñez.....	32
3.4.4. Evaluación seminal.....	32
<b>3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....</b>	<b>33</b>

## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

<b>4.1. EFECTO DE LA DURACIÓN DE LA COPULA SOBRE LA RESPUESTA OVULATORIA EN ALPACAS .....</b>	<b>34</b>
<b>4.2. EFECTO DE LA DURACIÓN DE LA COPULA SOBRE LA TASA DE PREÑEZ.....</b>	<b>36</b>
<b>V. CONCLUSIONES .....</b>	<b>39</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>40</b>
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....</b>	<b>41</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>50</b>

**Área** : Reproducción Animal

**Tema** : Efecto de la duración de cópula en la respuesta ovulatoria y tasa de gestación en alpacas.

**FECHA DE SUSTENTACION:** 17 de enero del 2020



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Diseño experimental.....	31
<b>Figura 2:</b> Porcentaje de ovulación en alpacas a los 7 días pos copula, las cuales tuvieron una duración de copula de 20 minutos (G1), 35 minutos (G2) y 50 minutos (G3).....	35
<b>Figura 3:</b> Porcentaje de preñez en alpacas a los 30 días pos copula, las cuales tuvieron una duración de copula de 20 minutos (G1), 35 minutos (G2) y 50 minutos (G3) .....	37



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Tasa de receptividad, ovulación y presencia de cuerpo lúteo a los 7 días post copula, según la duración de la copula del grupo experimental. ....	34
<b>Tabla 2:</b> Tasa de Preñez en alpacas a los 30 días pos copula, según la duración de la copula del grupo experimental.....	36



## ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

<b>C.E.</b>	Centro Experimental
<b>G1</b>	Grupo 1
<b>G2</b>	Grupo 2
<b>G3</b>	Grupo 3
<b>Kg</b>	Kilogramos
<b>mm</b>	milímetros
<b>min</b>	minutos
<b>RM</b>	Reconocimiento Maternal



## RESUMEN

El trabajo de investigación se realizó en el Centro Experimental La Raya, de la Universidad Nacional del Altiplano, ubicado en el distrito de Santa Rosa, provincia de Melgar, región Puno a 4200m.s.n.m., en la época reproductiva de las alpacas, tuvo como objetivo, evaluar el efecto de la duración de la copula sobre la respuesta ovulatoria y la tasa de gestación. Para lo cual se utilizaron 47 alpacas hembras adultas con un intervalo post parto mayor a 20 días y presencia de un folículo de mayor a 7 mm de diámetro, las que fueron asignadas al azar a tres grupos experimentales de acuerdo al tiempo de cópula: grupo G1 (n=15) recibió una cópula de 20 minutos, el grupo G2 (n=16) de 35 minutos y el grupo G3 (n=16) de 50 minutos. Para el empadre controlado se utilizó 6 machos del núcleo de reproductores del centro experimental con capacidad reproductiva comprobada, la copula fue interrumpida retirando al macho al alcanzar el tiempo establecido. La ovulación y gestación se determinó por ecografía trans-rectal y confirmada por receptividad al macho. Los resultados reflejan una tendencia porcentual mayor para los grupos G2 y G3 en la tasa de ovulación a los 7 días post cópula con 81.25% en ambos casos frente al G1 73.33%, y una preñez de 81.25% y 75% a los 30 días post ovulación en G2 y G3 respectivamente frente a 53.33% del G1 ( $P>0.05$ ). A los 7 y 30 días post cópula a pesar de la no significancia en las tasas de ovulación y preñez, se observa una tendencia porcentual mayor en G2 y G3 lo que nos indicaría que la duración de cópula tendría un efecto gradual en estas, según el análisis de correspondencia simple y la tendencia significativa baja ( $P<0.1$ ) a los 30 días a favor de G2 respecto a G1.

**Palabras claves:** duración, ovulación, gestación, copula y alpaca



## ABSTRACT

The research work was carried out at the La Raya Experimental Center, of the National University of the Altiplano, located in the Santa Rosa district, Melgar province, Puno region at 4200m.snm, in the reproductive time of the alpacas, aimed , evaluate the effect of the duration of the copula on the ovulatory response and the gestation rate. For which 47 adult female alpacas were used with a postpartum interval greater than 20 days and presence of a follicle larger than 7 mm in diameter, which were randomly assigned to three experimental groups according to the time of intercourse: group G1 (n = 15) received a 20-minute intercourse, group G2 (n = 16) of 35 minutes and group G3 (n = 16) of 50 minutes. For the controlled empadre 6 males of the reproductive nucleus of the experimental center with proven reproductive capacity were used, the copula was interrupted by withdrawing the male when reaching the established time. Ovulation and pregnancy was determined by trans-rectal ultrasound and confirmed by male receptivity. The results reflect a higher percentage trend for groups G2 and G3 in the ovulation rate at 7 days post copulation with 81.25% in both cases compared to G1 73.33%, and a pregnancy of 81.25% and 75% at 30 days post ovulation in G2 and G3 respectively versus 53.33% of G1 ( $p > 0.05$ ). At 7 and 30 days post copulation, despite the non-significance in ovulation and pregnancy rates, a higher percentage trend is observed in G2 and G3, which would indicate that the duration of copulation would have a gradual effect on these, according to the simple correspondence analysis and low significant trend ( $P < 0.1$ ) at 30 days in favor of G2 with respect to G1.

**Keywords:** duration, ovulation, pregnancy, copula and alpaca



# CAPITULO I

## INTRODUCCIÓN

En el Perú, la población de alpacas es de 3'685,516 cabezas, la raza huacaya concentra el 80,4% de la distribución, seguida de la raza Suri con 12,2% y cruzados con 7,3%. Del conjunto, la mayor población de alpacas se concentra por encima de los 3500 msnm distribuida en las regiones Puna (77.3%), Suni (12.4%) y Janca (7.6%); y por debajo del nivel altitudinal en referencia se encuentra en un 3% de la población (CENAGRO, 2012)

El Centro Experimental la Raya es una institución pública, así como las comunidades alto andinas, está asentada por encima de los 3800 m. de altitud (SENAMHI, 2016), tienen como actividad principal la ganadería, siendo los camélidos sudamericanos los que más se adaptan y desarrollan en este piso ecológico.

En comunidades ubicadas en pisos ecológicos sobre los 3,800 msnm la crianza de alpacas constituye el principal usufructo para el mantenimiento familiar (Fernández-Baca, 1991). No obstante que la alpaca está climatizada a las condiciones ambientales de este piso ecológico, el clima y la altitud es un factor limitante en la disponibilidad de su alimento y la respuesta de su organismo para su sobrevivencia, producción y reproducción. Se reporta que este factor es parte responsable de una tasa reproductiva disminuida, en el cual el desconocimiento del efecto de la variación en el comportamiento sexual influiría en un manejo reproductivo inadecuado.

Por un lado, se ha observado que en el empadre de alpacas a campo con varios machos la duración de la copula es muy variable entre machos, resultando en un promedio de  $8 \pm 5.4$  min a diferencia del promedio de  $17.5 \pm 12.1$  min en un empadre controlado (Novoa y Leyva 1996; Fernández-Baca y Novoa 1968). No obstante, que, en



base a estas informaciones, se recomienda un tiempo mínimo de 15 minutos para obtener una tasa de ovulación mayor a 60% (Parraguez, et al., 1997: Condorena y Fernández-Baca, 1972). En empadre a campo son pocos los machos que superan esta duración de copula (Fernández Baca, et al., 1970), pero no se precisa si las copulas de menor duración tienen menor tasa de ovulación y preñez; sin embargo, el resultado de este efecto puede ser confundido, desde que la hembra puede recibir copulas de larga duración al ser servida en forma consecutiva por más de un macho (Fernández-Baca y Novoa 1968). En base a esta discusión, se esperaría que copulas de mayor duración al promedio resulten en mayor tasa de ovulación y consecuentemente de preñez, explicándose fisiológicamente en base a un mayor nivel del factor neurotrópico en el eyaculado seminal para la ovulación y para el establecimiento y desarrollo del cuerpo lúteo respectivamente.

### **1.1. OBJETIVO GENERAL**

Evaluar el efecto de la duración de cópula en las tasas de ovulación y gestación en alpacas.

### **1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Evaluar el efecto de la duración de cópula en las tasas de ovulación en alpacas.

Evaluar el efecto de la duración de cópula en las tasas de preñez en alpacas.



## CAPITULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1. LA ALPACA

La alpaca es uno de los camélidos sudamericanos (CSA) más significativo desde el punto de vista social, económica, ecológico y estratégico; porque es fuente de fibra, carne, de trabajo y de muchos productos de gran valor que son indispensables, y eficaces medios de uso de la tierra; en un ambiente adverso que caracteriza al ecosistema alto andino de la puna del Perú, Bolivia, Argentina y Chile (Carpio, 1991).

#### 2.2. ANATOMÍA

##### 2.2.1. Anatomía del aparato reproductor de la hembra

Los ovarios de la alpaca son órganos pares envueltos por la bolsa ovárica, localizados en el borde anterior de la cavidad pelviana, desplazándose únicamente durante la gestación a la cavidad abdominal (Zirena, 1978), situados cerca del centro del borde lateral de la línea perpendicular a la séptima vértebra lumbar a unos 17 cm. de la hendidura vulvar, dispuestos dorso lateralmente a los cuernos uterinos (Sato, 1982). Están fijados por los ligamentos útero-ovárico y ancho; el ovario derecho, se encuentra a la altura de la eminencia iliopectinea, mientras que el ovario izquierdo está ligeramente algo más caudal a la altura de la rama acetabular del pubis y en un plano ligeramente superior al derecho (Zirena, 1978).

El tamaño y la forma de los ovarios varían con la edad y su contenido en folículos y cuerpos lúteos, cuyas medidas son: largo  $1.6 \pm 0.3$  cm, profundidad  $1.1 \pm 0.2$ , ancho  $1.1 \pm 0.2$  cm y peso entre los 1.9 y 2.9 g



(Sato y Montoya, 1990; Sumar, 1985). Cada ovario está rodeado completamente por un largo pliegue del mesosalpinx con forma cónica denominado bursa ovárica, cuya porción apical forma un amplio orificio que comunica con la fimbria del oviducto (Bravo, 2002). En hembras pre púberes, la superficie ovárica es lisa; en cambio en hembras adultas o en estado reproductivo es irregular (perilobular), similar a los de la cerda, debido a la presencia de folículos múltiples en varios estadios de desarrollo (Sato, 1982; García y col., 2005). El útero de la alpaca es bicorneo y ambos oviductos son grandes y están arrollados que terminan a manera de bolsa que circundan por completo el ovario. Las puntas de los cuernos uterinos son romas y redondeadas; el oviducto se abre en el cuerno uterino mediante una pequeña paila elevada, que actúa como un esfínter. La cervix, tiene 2 ó 3 pliegues con forma anular o espiral irregular (Hafez y Hafez, 2002). La vagina en las alpacas mide  $13,4 \pm 2,0$  cm de largo. La hendidura vulvar tiene dirección ventrodorsal y mide 3-4 cm de longitud. La comisura dorsal de la vulva es ligeramente redondeada y se encuentra a 2 cm ó 3 cm del orificio anal; la comisura ventral es aguda y termina en una corta dirección cónica (García y col., 2005).

## **2.3. FISIOLÓGÍA REPRODUCTIVA DE LA ALPACA HEMBRA**

### **2.3.1. Comportamiento sexual de la alpaca**

El comportamiento sexual en alpacas consta de dos fases; en la primera fase o de cortejo el macho persigue a la hembra intentando inmovilizarla hasta que lo logra. La segunda fase llamada también fase copulatoria la hembra adopta la posición de cubito externo abdominal con sus miembros replegados hacia ella



(Sumar, J. 1991). La adopción de esta posición no siempre ocurre si la hembra no está receptiva, por lo que el macho intenta obligarla, y al no lograrlo busca otras hembras hasta encontrar receptividad, (Fernández Baca y Novoa.1968), este comportamiento parece ocurrir al azar, no mostrándose señales olfativas, visuales o auditivas que cumplan este rol, (England, et al., 1971; Fowler, M., 1989).

La alpaca aparentemente presenta celo continuo (Novoa C. 1989) con un folículo preovulatorio (Fernández Baca et al., 1970; Bravo y Sumar, 1989; Bravo et al 1991, Vaughan et al, 2004) el cual ovula inducido por la cópula (San Martin et al 1968; Fernández Baca et al., 1970; Sumar, 1994) intracornual (Franco et al., 1981), efecto que inflama la mucosa del endometrio (Aparicio y Leyva, 2001) y que la hembra recibe de uno o diferentes machos a diferente intervalos, varias veces el primer día de empadre (Novoa, 1968), en condiciones naturales y de acuerdo al tipo de empadre, lo cual sugiere que el útero acumula mayor volumen de eyaculado seminal, al cual se le atribuye tener un factor de ovulación (Adams et al., 2005; Ratto et al., 2006) y que sería el Factor de Crecimiento Neurotrópico  $\beta$  ó  $\beta$ -NGF (una oligoproteína similar a la LH), similar a lo reportado en camellos (Chen et al., 1985).

Se especula que diferencias en estos eventos fisiológicos, varían la presentación y el tiempo en que ocurre la ovulación, reportado por varios autores.

### **2.3.2. Fisiología del comportamiento sexual.**

La alpaca y la llama no muestran signos externos de celo y es el comportamiento de “receptividad” que adopta la hembra ante la exigencia del



macho, el único indicador de celo. Cuando un macho es introducido a un grupo de hembras, trata de montar a cualquier hembra a su alcance, y si esta receptiva, adopta la posición de cópula, en algunos casos se observa primero una persecución para luego dejarse montar de pie y posteriormente adoptar la posición de cópula (Fernández-Baca y Novoa 1968).

En posición copulatoria, previa a la fase de penetración, el macho ejecuta movimientos pélvicos vigorosos de aproximación y retiro, en el intento de introducir el pene, y una vez logrado se adhiere fuertemente a la hembra, lo que indica inicio de cópula. Durante la cópula, la hembra permanece con actitud pasiva, el macho se muestra excitado y emite un sonido gutural característico (Fernández-Baca y Novoa, 1968).

En otras formas de mostrar receptividad, las hembras en celo se acercan a la pareja en pleno acto de cópula y adoptan al lado de ella la posición de cópula, pudiendo ser montadas por otras hembras (Fernández-Baca y Novoa, 1968).

Se reporta que en el primer día de empadre a campo libre un macho puede realizar hasta 18 servicios y una hembra recibir hasta 5 ó 6 servicios. En los siguientes días la actividad copulatoria disminuye significativamente, para luego ocurrir en forma esporádica, (Fernández-Baca y Novoa, 1968). Esta disminución de la actividad sexual del macho, puede deberse tanto al agotamiento físico, ya que en estudios hechos por Condorena y Fernández-Baca (1972), observaron que la actividad copulatoria disminuía mucho más marcadamente en machos sometidos a un régimen de 8 servicios/día, en comparación con los del régimen de 4 servicios/día, o también la actividad disminuía debido al menor número de hembras en celo, aunque Fernández- Baca



et al., Citado por Novoa, (1991) demostraron que la asociación de hembras con machos enteros o vasectomizados, produce disminución del interés sexual a partir de los 15 días después, volviendo a iniciar su actividad sexual con la renovación o cambio de las hembras.

La duración de la cópula es variable. Se reportan en empadres a campo abierto un tiempo promedio de 8.1 minutos ( $\pm 5.4$ ), donde hubo competencia y rivalidad entre machos, y de 17.5 ( $\pm 12.1$ ) con un solo macho (Fernández-Baca y Novoa, 1968). En un estudio donde se realizaron montas controladas se tuvo un promedio de 18.4 minutos con un rango de 8 a 25 (Vivanco et al., 1985). Como se ve, la duración de la cópula varía dependiendo de la competencia y el agotamiento físico conforme transcurre el tiempo de empadre.

### **2.3.3. Dinámica folicular**

Las alpacas muestran ondas de desarrollo folicular ovárico y son de ovulación inducida, es decir no presentan ciclos de celo con ovulación de manera espontánea como se observa en ovinos y vacunos. Las ondas foliculares del ovario se han confirmado en alpacas (Vaughan et al., 2004).

En los camélidos sudamericanos, sin la presencia de machos, se presentan ondas foliculares anovulatorias con periodos de crecimiento, maduración o estática y regresión de folículos hasta que exista un estímulo para la ovulación (Adams et al., 1990; Bravo et al., 1990a), en la fase de madurez es cuando ocurre el momento en el que se alcanza el diámetro de folículo preovulatorio (7–12 mm). La duración media de cada una de estas fases es de 4 días en la alpaca (Bravo y Sumar, 1989).



Cuando el folículo dominante se encuentra en la fase de regresión, un grupo de folículos antrales son reclutados para la emergencia de la siguiente onda folicular (Ginther et al., 1989). Es probable que en camélidos al igual como sucede en otras especies, la inhibina producida por el folículo dominante sea participe en la regresión de los folículos subordinados (Fortune, 1994), Cuando el folículo dominante alcanza su diámetro máximo, es cuando llega a presentar la mayor concentración de estradiol, lo cual en alpacas suele darse al octavo día de iniciado la fase de crecimiento según Vaughan (2001).

En caso de no presentarse la ovulación, el folículo dominante se atresia, por lo que se menciona que puede controlar su duración; reconociéndose un nuevo folículo en el transcurso de 2 a 3 días luego de la primera reducción del folículo dominante (Bravo et al., 1990a); así mismo se reportaron casos en donde se halló dos folículos dominantes al mismo tiempo, de los cuales uno se encuentra en regresión y el otro en crecimiento (Adams et al., 1990).

Cuando hay copula, se produce la ovulación y aparición del cuerpo lúteo por lo que se generara la emergencia de una nueva onda folicular ante un folículo dominante sin ovular para después regresionar; por lo tanto, la presencia de cuerpo lúteo en el ovario, ya sea de gestación o de ciclo, no influirá sobre la cantidad de folículos que están en desarrollo (Del Campo et al., 1996).

#### **2.3.4. Ovulación**

Los camélidos son de ovulación inducida (San Martín et al., 1968; Fernández Baca et al., 1970; Sumar, 1994) como la coneja y la gata. Las ovulaciones espontáneas son relativamente poco frecuentes (5 a 143 10%) en alpacas (Fernández-Baca et al., 1970; Sumar, 1985), y de 9 a 15% en llamas



(England et al., 1969; Adams et al., 1990), y ocurren en las hembras post parto (Fernández-Baca et al., 1970). Sobre la efectividad de la respuesta ovulatoria Fernández-Baca et al., (1970) demostraron que con un solo servicio y servicios múltiples el porcentaje de ovulación fue de 82 y 70% respectivamente.

La cópula en la alpaca es intracornual (Franco et al., 1981), efecto que inflama la mucosa del endometrio, (Aparicio, 2001) debido a que la hembra recibe de uno o varios machos a diferentes intervalos varios servicios el primer día (Fernández Baca y Novoa, 1968), en condiciones naturales, lo cual sugiere que el útero acumula mayor volumen de eyaculado seminal, al cual se le atribuye tener un factor de ovulación (Adams et al., 2005; Ratto et al., 2006) y que sería el Factor de Crecimiento Neurotrópico  $\beta$  ó  $\beta$ -NGF (una oligoproteína similar a la LH), similar a lo reportado en camellos (Chen et al., 1985). Donde La respuesta ovulatoria al plasma seminal en llamas y alpacas estaría provocada por un aumento en las concentraciones circulantes de LH y es una función del grado de absorción de un factor seminal de la mucosa uterina a la circulación (es decir dosis sistémica) y no una respuesta a estimulación física de los genitales tubulares en sí.

El intervalo entre la cópula y la ovulación es aproximadamente 30 horas promedio; entre 24 a 48 horas en el 60% de las alpacas y llamas (Tibary and Memon. 1999). El seguimiento ecográfico en llamas confirmó que se produce la ovulación en el 96% de casos y el 4% restante se produce en el segundo y tercer día después del apareamiento (Adams et al., 1989; Adams et al., 1990).



### 2.3.5. Cuerpo lúteo

Luego de que ocurra la ovulación, las células que formaban el folículo se transforman para formar el cuerpo lúteo y en lugar de producir estrógeno ahora darán lugar a la progesterona. el cambio celular se atribuye a los picos de LH: las células de la teca se luteinizan para dar lugar a las células luteales pequeñas y las células de la granulosa se hipertrofian dando lugar a las células luteales grandes (Hafez, 2000). El cuerpo lúteo puede ser observado a los 4 días después de la ovulación por medio de una ecografía trans rectal y se observará como una estructura de ecogenicidad media con una zona central muy ecogénica. Algunos cuerpos lúteos presentan una cavidad central (antro), no ecogénica, repleta de líquido cuyo diámetro oscila entre 3 a 8 mm (Adams et al., 1991b).

La función primordial del cuerpo lúteo es la producción de progesterona, la cual prepara al útero para el inicio y mantenimiento de la gestación y, a su vez, ejerce un efecto inhibitorio a nivel hipotalámico e hipofisiario bloqueando la secreción de GnRH y gonadotropinas. Los niveles de progesterona producidos por el cuerpo lúteo se incrementarán de 4 a 6 días después de la monta (Aba et al., 1995; Sumar y García, 1986), y alcanzará su diámetro máximo (10 a 12 mm) 8 días después del coito, en ese tiempo también logrará su máxima producción de progesterona: 4,5 ng/ml aproximadamente (Aba et al., 1995; Adams et al., 1991a). En caso de no lograrse la gestación el cuerpo lúteo empezará a regresionar 8 o 9 días después de la cópula, reduciéndose su tamaño a la mitad a los 12 días pos cópula, conjunto a ello la producción de progesterona va disminuyendo, alcanzando sus niveles más bajos 14 o 15 días después de la monta (Adams et al., 1989; 1990; 1992; Fernández-Baca et al., 1970a; Sumar y Bravo, 1991; Sumar et al., 1988), y en este caso, las hembras vuelven a mostrar



receptividad sexual 12 a 14 días después de la última cópula. De haber preñez el cuerpo lúteo se mantiene durante toda la gestación.

## 2.4. MECANISMO FISIOLÓGICO DE LA FECUNDACIÓN

Después de la ruptura folicular (ovulación) que ocurre 26 horas aproximadamente después de la cópula (San Martín, et al., 1968), el óvulo es recogido por la fimbria, entrando de esta manera al oviducto (Ozada, et al., 1999). Luego los gametos (óvulo y espermatozoide) serán transportados, mediante mecanismos de contractibilidad y actividad ciliar (Ozada, et al., 1999) al ámpula, donde el espermatozoide penetrará la zona pelúcida en la mayoría de las especies (Lorenzo, 1994), que es paso crucial de la fecundación. El momento en que ocurre la fecundación en alpacas, es aún desconocido, pero se sabe por trabajos realizados por Bravo et al. (1996), que los espermatozoides se encuentran luego de la cópula en el istmo y ámpula en 16%, a las 6h, en 31.3% a las 12h, en 83,5% a las 18h para luego disminuir a 33.6% a las 24h y 8,4% a las 30h.

La fecundación se da lugar en el ámpula del oviducto, es aquí que se almacenan los espermatozoides (Hafez y Hafez, 2002). La fecundación se inicia cuando el espermatozoide pasa a través del cumulus oophorus del ovocito, se produce la fijación del espermatozoide a la membrana plasmática y ocurre la penetración (entre 5 a 15 minutos después de la fijación (Cunningham, 2003).

Para la fijación es esencial que el gameto masculino tenga el acrosoma intacto. La reacción acrosómica permite la liberación de acrosina y hialuronidasa por medio del cual los espermatozoides digieren un parte de la zona pelúcida para abrirse paso hacia la membrana vitelina. La hialuronidasa y otras enzimas



presentes en el acrosoma de los espermatozoides, permiten la penetración del montículo celular 198 (Hafez y Hafez 2002).

Una vez que el espermatozoide penetra se produce la activación del ovocito, y por lo tanto la reanudación de la meiosis, la cual finalizará con la formación del segundo corpúsculo polar y el pronúcleo femenino. También se produce la formación del pronúcleo masculino (Cunningham, 2003).

Ya formados ambos pronúcleos, estos comienzan a migrar hasta encontrarse y producirse la aposición central de los mismos. Poco después se condensa la cromatina, se disuelven las membranas nucleares y ambos grupos de cromosomas se pueden distinguir en profase. Finalmente la mitosis continua, produciéndose en la metafase la mezcla de los cromosomas, este es el momento final de la fecundación y el principio del desarrollo embrionario (Cunningham 2003). El óvulo fecundado es transportado del oviducto hacia el útero en la alpaca, en un tiempo aparentemente comparable con otras especies (6 – 7 días) como la oveja, vaca, marrana y yegua (Bravo et al., 1996). Por otro lado, Aparicio (2001) recuperó oocitos fertilizados del oviducto hasta el día 3 post ovulación, pero para el día 4 no recuperó el oocito ni del oviducto ni del útero, sugiriendo que desde el día 4, el oocito fertilizado se encuentre en su fase de transporte de la unión útero-tubal hacia el útero.

Los índices de fertilización, verificados a través del examen de los óvulos tres días después del servicio, son bastante elevados. Generalmente más del 85% de las hembras que ovulan presenta por lo menos un óvulo fertilizado (Fernández-Baca, et al., 1970a).



El fracaso de la fertilización y/o pérdida embrio-fetal es porcentualmente alto en alpacas que reciben una sola monta, pero a la vez éstas fueron en mayor proporción en hembras de un año de edad (Sumar et al., 1987).

Luego del empadre, el útero aparece edematoso, hiperémico e inflamado (Bravo et al., 1996), la arquitectura endometrial se presenta como un epitelio engrosado, estroma infiltrado con eritrocitos en forma aislada y multifocal, con presencia de linfocitos y secreción mucinosa en las glándulas uterinas (Apaza et al., 1999). El aumento de polimorfonucleares y eritrocitos después del empadre indica la reacción del útero al trauma que ocasiona el pene durante la cópula intracornual (Velásquez et al., 1999).

La fertilidad puede estar influenciada por la flora bacteriana del tracto genital, tal es así que una metritis afecta al 10-13% de las hembras en edad reproductiva, ejerciendo un factor negativo en las tasas de concepción, problemas de esterilidad temporal, abortos, pudiéndose obtener solo 40% de preñez (Ludeña, 1979; Ludeña et al., 1979).

## **2.5. RECONOCIMIENTO MATERNAL DE LA PREÑEZ**

Para que se produzca el reconocimiento maternal de la gestación en camélidos deben emitirse señales entre el noveno y decimotercer día de gestación para neutralizar el efecto de luteolisis que genera la  $PGF2\alpha$ . Entre los días 7 y 15 de gestación, Powell et al. (2007) reportaron que la producción de cantidades crecientes de  $17\beta$ - estradiol en blastocistos de llama, el cual se eleva entre los días 11 y 13, justo cuando el blastocisto varía su forma oval a alargada, asimismo el momento en que se produce la luteolisis, de manera que pueda ser la



parte inicial para que se genere el reconocimiento maternal de la gestación en las alpacas y llamas.

El estradiol producido por los blastocistos de los camélidos podría estar relacionado con el desplazamiento del embrión al cuerno uterino contrario, al generar un aumento de las contracciones miométricas locales. Powell, et al. (2007) reportó en un estudio que al aplicar diariamente de 10mg de benzoato de estradiol entre el séptimo y quinceavo día, se produce un atraso en el proceso de luteolisis y la secreción constante de progesterona, por lo cual se cree que la secreción de estradiol sería la señal en llamas y alpacas para el reconocimiento maternal de la preñez.

## **2.6. MÉTODO DE DIAGNÓSTICO DE GESTACIÓN TEMPRANA**

### **2.6.1. Ultrasonido o ecografía**

La introducción de tecnologías modernas en reproducción animal, como la ultrasonografía, ha permitido mejorar sustancialmente los índices de eficiencia reproductiva en diversas especies domésticas. Los principales avances introducidos por la ultrasonografía, que han tenido impacto sobre la eficiencia reproductiva, son: reconocimiento de la calidad estructural y funcional de las gónadas y tracto reproductivo en muchas especies domésticas con la ultrasonografía transrectal se ha estudiado en camélidos sudamericanos eventos reproductivos tales como el desarrollo de los folículos ováricos, la ovulación, el desarrollo y



regresión del CL, la preñez temprana y mortalidad embrionaria, entre otros (Bourke et al., 1992)

En alpacas el método del ultrasonido revela una seguridad del 89% a partir de los 70 días de gestación hasta los 110 días (Alarcón et al., 1989) y de 92% a los 80 días (Ampuero et al., 1989); por el método de la ecografía con un transductor de 5 MHz se puede encontrar la vesícula embrionaria desde el día 17 y la presencia del embrión desde el día 30 (Cárdenas et al., 2003).

## **2.7. PREÑEZ**

Los criadores alpaqueros desconocen algunos criterios básicos de selección, tanto en reproductores hembras como en machos, lo que da lugar a que se obtenga porcentajes de preñez y natalidad que no sobrepasan el 50% (Huanca y Navares, 2012).

Quina (2017), reporta que con el manejo de hembras agrupadas se ha logrado incrementar los índices de fertilidad hasta un 62% y los de natalidad hasta un 48%, estos resultados son superiores a los obtenidos por INIA Puno que alcanzo una fertilidad del 51%.

Sumar y Leyva (1981), demostraron en alpacas que el cuerpo lúteo es la principal fuente de progesterona, hormona necesaria para el mantenimiento de la preñez hasta antes de la parición.



## 2.8. FISIOLÓGÍA REPRODUCTIVA DEL MACHO

### 2.8.1. Comportamiento sexual y cópula

Sumar en el 2002 indica que la actitud del macho es muy activa y hasta agresiva en ocasiones en comparación a la actitud pasiva de la hembra.

Los machos pelean para hacer valer su dominio sobre los otros machos, usando su cuello, pecho y dientes caninos para establecer su superioridad (Flower, 1998).

El comportamiento sexual demostrado por los camélidos sudamericanos machos puede ser dividido en dos fases: cortejo y cópula (Morton et al., 2008). El cortejo empieza con el macho persiguiendo activamente a las hembras receptivas e intentando montarlas (Brown, 2000). Si la hembra está receptiva, se colocará en posición de cúbito esternal, pero si la hembra se niega, lo pateará, escupirá y se irá corriendo; el macho aun continuará por algunos minutos, y si la hembra se sigue negando, luego cambiará por otra y comienza una nueva persecución.

El proceso o la fase de cópula en los camélidos se da cuando la hembra se muestra receptiva, el macho la cubre apretando los hombros de la hembra con sus codos, y su metatarso lo apoya en el suelo, lateral a los de la hembra (Novoa, 1970). El pene se vuelve rígido, y el proceso uretral empieza a realizar movimientos semi-rotativos. Cuando el macho localiza la vulva se acerca más a la hembra, y posiciona sus corvejones paralelos a los de ella. Además, la espalda del macho está recta; sin embargo, cuando ya se dio la penetración, la espalda del macho se encorva y la región sacra del macho se coloca en una posición vertical y



muy cerca al perineo de la hembra (Bravo, 2002). El macho muestra su excitación mordiendo las orejas de la hembra, con su cola moviéndose de arriba para abajo, la dilatación y contracción de los ollares y la vocalización (Novoa, 1970).

El tiempo de la cópula es determinada por el macho, y puede durar de 5 a 50 minutos (promedio de 25 minutos). La competencia entre machos acortará el tiempo, especialmente cuando un grupo de machos están montando a varias hembras, como ocurre en Perú (Bravo, 2002).



## CAPITULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. LUGAR DE ESTUDIO

La ejecución de este trabajo de investigación se realizó en los meses de enero a abril del 2018, en el Centro Experimental La Raya de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, de la Universidad Nacional del Altiplano ubicado en el distrito de Santa Rosa, provincia de Melgar de la región de Puno; a una altitud entre 4136 a 5470 m.; localizado entre las coordenadas 14°30'33'' de Latitud Sur, y 20°57'33'' de longitud oeste, encontrándose en el km 205 de la carretera Puno – Cusco. La temperatura anual promedio fue de 6.20°C (máxima de 14.16°C y mínima de -1.75°C) y una precipitación pluvial de 525.7 mm (SENAMHI, 2016).

#### 3.2. MATERIAL EXPERIMENTAL

En el estudio se utilizó 47 alpacas hembras de la raza Huacaya de un rebaño en parición, con descanso sexual post parto mayor o igual a 20 días, todas exhibieron celo presentando un folículo preovulatorio  $\geq 7$  mm de diámetro, detectado mediante ecografía transrectal.

Para el empadre controlado se utilizó seis machos del núcleo de reproductores del centro experimental con 5 años de edad promedio y con capacidad reproductiva comprobada a través de su historia en varias campañas. Semanas previas al empadre fueron evaluados a través del examen clínico de los órganos genitales, examinado su comportamiento sexual y evaluación seminal post copula.



### 3.3. INSTALACIONES, MATERIALES Y EQUIPO

#### 3.3.1. Instalaciones

Para el trabajo se contó con las siguientes instalaciones:

Canchas de pastoreo. - Se contó con potreros destinados a la parición divididos en dos áreas, una para las madres aun gestantes y madres con crías nacidas hasta 8 a 10 días (cancha de parición) y la otra para madres con crías mayores a 10 días (tantaje). Asimismo, otra cancha fue acondicionado con mallas metálicas para los machos reproductores.

Boxes o cubiles de empadre. - Se utilizó paneles metálicos, armando 8 boxes (de 6 x 3m cada uno) y un pasaje para la circulación y movimiento de los animales durante el empadre. Se utilizaron los siguientes materiales:

- Paneles de metal,
- alambres,
- estacas de maderas,
- pico,
- combo,
- alicates, etc.

Brete para ecografía. - Para realizar las ecografías se utilizó las instalaciones del galpón de esquila con que cuenta el centro experimental, en la que se adecuó un brete para este fin.

Todas las instalaciones estuvieron cercanas al caserío del Centro experimental.



### 3.3.2. Materiales y equipos

Para el empadre controlado. - Se utilizó

- pintura esmalte de varios colores,
- libreta de campo,
- cronómetro,
- sogas,
- números metálicos (marcadores).

Para la ecografía transrectal. - Se empleó

- Ecógrafo con transductor lineal de 5MHz (Marca: MADISON),
- gel para ecografía,
- guantes obstétricos o de palpación rectal,
- guantes de exploración,
- papel toalla.

Para la evaluación seminal (post cópula).- Se utilizó

- microscopio óptico (marca, LEICA DM 2000),
- platina con regulador de temperatura (marca, LT),
- micropipeta de 10 a 100ul (marca, BOECO),
- láminas portaobjetos,
- láminas cubreobjetos,
- un proctoscopio adaptado como Espéculo vaginal.

### 3.4. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

Una vez verificado el periodo postparto de mayor o igual a 20 días, detectado el celo mediante receptividad al macho, y comprobado el tamaño folicular preovulatorio mayor o igual a 7mm mediante ecografía (Campo, 1998), fueron seleccionadas 47 alpacas para el empadre, las mismas que posteriormente fueron evaluadas a los 7 días postcópula para observar ovulación y a los 30 días para verificar preñez.

#### 3.4.1. Diseño experimental

Las 47 alpacas seleccionadas fueron distribuidas en un diseño completamente al azar en tres grupos experimentales, según el siguiente diseño experimental (figura 1).

G1: Servicio de cópula de 20`

G2: Servicio de cópula de 35`

G3: Servicio de cópula de 50`

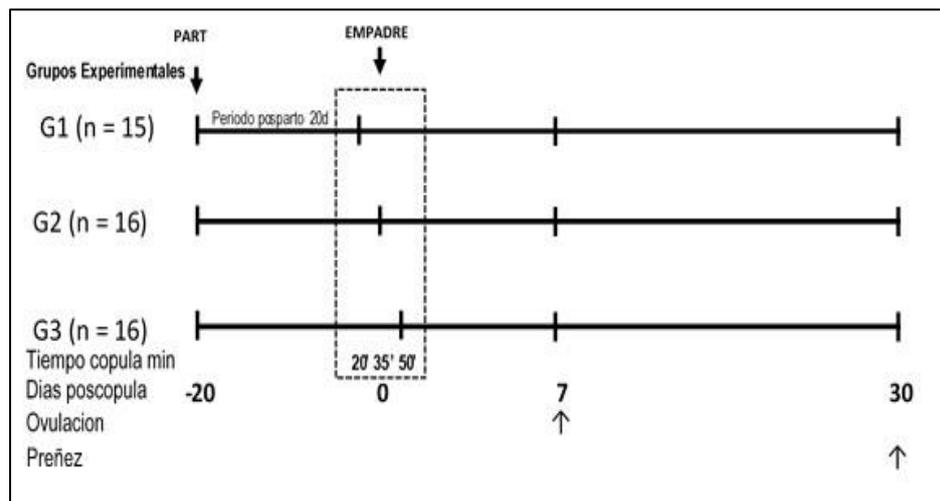


Figura 1: Diseño experimental



Para el empadre controlado cada hembra tuvo una duración de copula de acuerdo al diseño y cada macho tuvo la oportunidad de empadrear a cada hembra de los grupos experimentales, de manera que el uso de los machos fue distribuido en forma equitativa entre los grupos experimentales. En caso de que un macho haya terminado la copula antes del tiempo asignado, se utilizó un macho diferente para lograr el tiempo de copula asignado.

#### **3.4.2. Empadre controlado**

Para el empadre controlado las hembras fueron trasladadas a los boxes de empadre donde se las enfrentó al macho. Durante el proceso del empadre se verificó la conducta sexual del macho y la hembra, que la cópula sea efectiva y el tiempo del mismo sea de acuerdo al grupo experimental.

#### **3.4.3. Ovulación, Cuerpo lúteo y diagnóstico de preñez**

La ocurrencia de ovulación fue evaluado a los 7 días postcópula a través del método ecográfico transrectal de los ovarios, por detección del cuerpo lúteo, indicando una posible fertilización.

La gestación temprana fue evaluada a los 30 días post servicio mediante ecografía transrectal de los ovarios y útero por observación de la vesícula embrionaria o embrión y presencia del cuerpo lúteo.

#### **3.4.4. Evaluación seminal**

Esta evaluación se realizó en semen obtenido por aspiración vaginal post cópula (Bravo et al 2000), considerándose solamente, presencia de espermatozoides y motilidad.

### 3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

La tasa de ovulación a los 7 días y sobrevivencia embrionaria o preñez temprana de los grupos experimentales a los 30 días post copula fue analizada mediante la prueba estadística de Chi – cuadrada de 3 x 2, cuya fórmula es la siguiente:

$$X_c^2 = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^r \frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}} \sim X_{(k-1)(r-1)}^2$$

**Dónde:**

$X_c^2$  = Valor calculado de Ji cuadrado

$o_{ij}$  = Valor observado de casos (ovuló, no ovuló) ó (preñada, vacía)

$e_{ij}$  = Valor esperado de casos (ovuló, no ovuló) ó (preñada, vacía).

K = 1;2;3 grupos

Ij = 1...n

Adicionalmente, para observar la asociación entre grupos experimentales con ovulación y tasa de sobrevivencia embrionaria o preñez temprana se utilizó el Análisis de Correspondencia Simple, cuyo objetivo es representar gráficamente la estructura de relaciones de variables cualitativas mediante mapas de posicionamiento y corroborar dependencia entre ellas.

## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. EFECTO DE LA DURACIÓN DE LA COPULA SOBRE LA RESPUESTA OVULATORIA EN ALPACAS

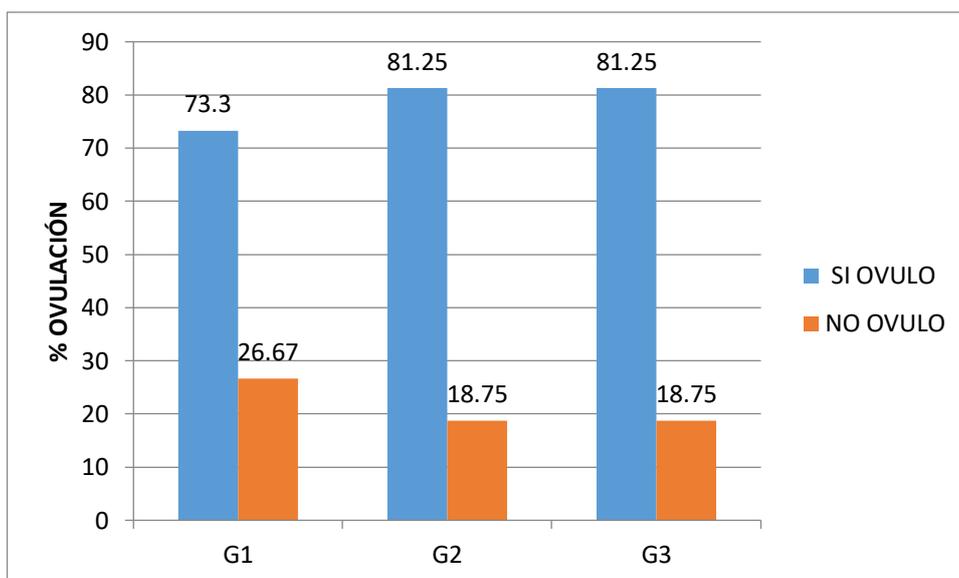
*Tabla 1: Tasa de receptividad, ovulación y presencia de cuerpo lúteo a los 7 días post copula, según la duración de la copula del grupo experimental.*

Grupo Experimental	N	Receptividad 7 días				Ovulación y cuerpo lúteo 7 días			
		Rechaza		Acepta		Si		No	
		N	%	N	%	n	%	n	%
G1: 20 minutos	15	(8)	53,3	(7)	46,7	(11)	73,33	(4)	26,67
G2: 35 minutos	16	(13)	81,25	(3)	18,75	(13)	81,25	(3)	18,75
G3: 50 minutos	16	(13)	81,25	(3)	18,75	(13)	81,25	(3)	18,75
Total	47	34	72,3	13	27,7	37	78,7	10	21,3

$$X^2_C = 0,382; \quad X^2_T (\alpha 0.05; 2) = 5,991$$

En los resultados de la Tabla 1 y el análisis de correspondencia simple (Figura 4 de anexos) se muestra un acercamiento de los grupos G2 (81.2%) y G3 (81.2%) con la variable ovulación con presencia de cuerpo lúteo, a diferencia del G1 (73.3%) que muestra un comportamiento diferente; sin embargo, la diferencia estadística entre grupos no fue significativa ( $P > 0.05$ ). Estos resultados sugieren la ausencia del efecto de las copulas mayor a 20 minutos para la ovulación y soporta el reporte de 15 minutos como la duración recomendada (Condorena y Fernández Baca, 1972); Sin embargo, esta duración puede ser superada en empadre a campo por copula sucesivas por el mismo macho y sobre todo por machos diferentes, surgiendo la interrogante del rol fisiológico de las copulas con larga duración.

Se asumió que copulas de larga duración, resultaría en mayor volumen del eyaculado y por tanto mayor nivel del factor neurotrópico para la ovulación; sin embargo, la ausencia de este efecto plantea la hipótesis contraria, de un incremento insignificante de este factor para la ovulación en copulas de larga duración, surgiendo la interrogante de su rol fisiológico en el proceso de empadre. Por otro lado, tampoco se descartaría el rol de la hembra con menor respuesta a la ovulación por factores influyentes como el estrés en el manejo reproductivo (Huanca y Naveros 2012; Arias y Velapatiño 2015), sin embargo, el hecho de haberse usado madres con salud reproductiva normal después del parto, reduciría la magnitud de este efecto. También es probable el número de animales experimentales en la expresión del efecto esperado.



**Figura 2:** Porcentaje de ovulación en alpacas a los 7 días pos copula, las cuales tuvieron una duración de copula de 20 minutos (G1), 35 minutos (G2) y 50 minutos (G3)

En la Tabla 1 también se puede observar respecto al comportamiento sexual que a los 7 días en el grupo (G1), ocho hembras están no receptivas (53.33%), a pesar de haber ovulado once (73,33) respaldadas por la presencia de cuerpo lúteo, lo que nos indica que tres hembras a pesar de haber ovulado siguen

aceptando al macho, esto se debería a que la evaluación fue realizada entre los días 6 y 7 días pos cópula ó 4 a 5 días pos ovulación, y que probablemente estas tres hembras estuvieron en el 4 día post ovulación, coherente con reportes previos que indican que las hembras pueden aceptar al macho hasta cuatro días post ovulación (Fernández-Baca y Novoa 1968). Por otro lado, se reporta que el celo post ovulación desaparece con la aplicación de progesterona (P4) sugiriendo que este celo ocurre porque el cuerpo lúteo en reciente organización no libera niveles apropiados de P4 para ejercer su efecto inhibitorio; efecto que fisiológicamente ocurre en la mayoría de los casos el cuarto día post ovulación (Leyva, 1996; Leyva y García, 1999<sup>a</sup>; Cárdenas et al. 2001), también se menciona que la asociación entre la presencia de cuerpo lúteo y la no receptividad sexual (rechazo del macho) fue más marcada después del día 6 posovulación (Aparicio,2001).

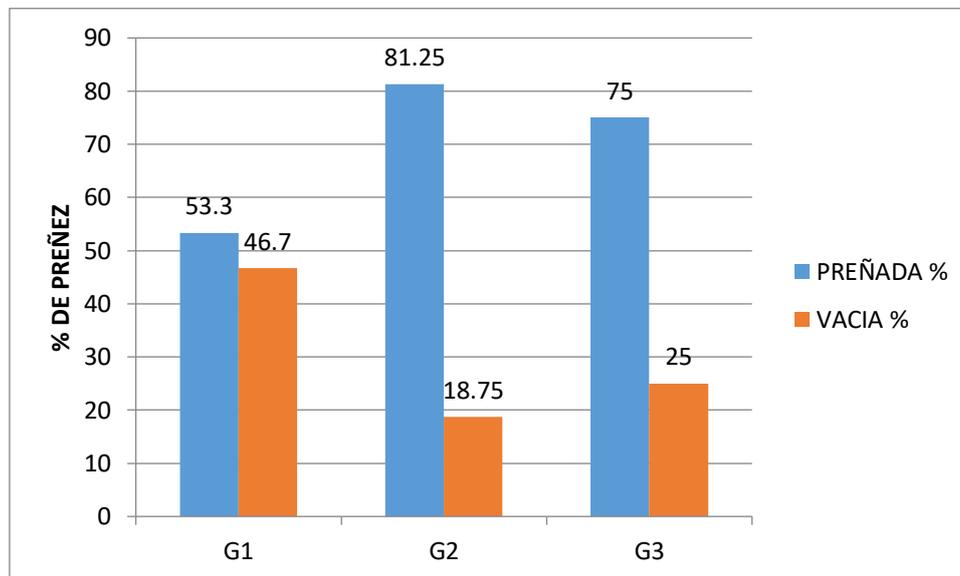
#### 4.2. EFECTO DE LA DURACIÓN DE LA COPULA SOBRE LA TASA DE PREÑEZ

La tasa de preñez fue evaluada mediante la observación de la presencia del cuerpo lúteo y vesícula embrionaria, la cual fue realizada a los 30 días post copula mediante ecografía transrectal.

**Tabla 2:** Tasa de Preñez en alpacas a los 30 días pos copula, según la duración de la copula del grupo experimental.

Grupo Experimental	N	Preñez 30 días			
		Si		No	
		N	%	n	%
G1 : 20 minutos	15	(8)	53,3	(7)	46,7
G2: 35 minutos	16	(13)	81,25	(3)	18,75
G3: 50 minutos	16	(12)	75,0	(4)	25,0
Total	47	(33)	70,2	(14)	29,8

La preñez porcentual (Tabla 2 y Figura 3) muestra un efecto notorio con la menor tasa de preñez (53.3%) en el grupo de menor duración de copula (G1), como lo indica el análisis por correspondencia de un mayor acercamiento al grupo de alpacas vacías comparado con los grupos G2 y G3 hacia el lado de las preñadas (Figura 5 de anexo), con una tendencia de esta diferencia a una significación baja ( $P < 0.1$ ) entre G2 vs G1 (Tabla 5 de anexo). Si esta diferencial es virtual, se asumiría el efecto de una mayor duración de copula (G2) en la viabilidad del embrión a diferencia de la copula de menor duración (G1); sin embargo, sería aun debatible el mecanismo fisiológico de este efecto.



**Figura 3:** Porcentaje de preñez en alpacas a los 30 días pos copula, las cuales tuvieron una duración de copula de 20 minutos (G1), 35 minutos (G2) y 50 minutos (G3)

Las tasa de ovulación con el establecimiento de un cuerpo lúteo activo es indicativo de la ocurrencia de la fertilización y la disminución de la tasa de gestación en el G1 indicaría la ocurrencia de una mortalidad embrionaria temprana hasta el día 7 de gestación, si hubiera la presencia de un cuerpo lúteo en regresión (Leyva y García, 1999a; Leyva y García, 2000); sin embargo, la presencia de un cuerpo lúteo activo en el presente estudio, descartaría esta suposición y conllevaría su ocurrencia después del día 7, alrededor del periodo de Reconocimiento Maternal



(RM) de la No-Preñez que ocurre entre los días 9 y 11 de gestación (Adams et al., 1991; Aba et al., 1995; Novoa y Leyva, 1996; Chipayo et al., 2003). Sin embargo, la incertidumbre existe sobre el efecto de copulas de larga duración antes de la ovulación en la viabilidad del embrión pasando por el periodo de RM de la no Preñez hasta el D30 de gestación. No obstante que aún no ha sido demostrado, considerando el efecto del factor neurotrópico para la ovulación estimulando la producción de LH para el pico preovulatorio, es probable un mayor nivel de esta hormona por efecto de copula de mayor duración para un mejor establecimiento y desarrollo del cuerpo lúteo (Aba, et al. 1995; Palian, 2010; Fernández, 2013), esencial para el mantenimiento de la preñez (Fernández-Baca et al., 1970a; Adams et al., 1991).

Si se analiza el efecto de la mayor duración de la copula, donde un macho puede haber copulado mayor a tres ocasiones el mismo día del tratamiento a hembras diferentes, es probable una disminución en la tasa de preñez, como pudo haber ocurrido en el G3 para completar la duración de la copula de 50 minutos, debido a una probable disminución en la concentración espermática (Bravo, et al. 1997) por un excesivo uso del macho después, como la disminución de la tasa de preñez en hembras copuladas por machos después de haber realizado más de tres copula el mismo día (Fernández-Baca y Novoa. 1968); por tanto el efecto de la mayor duración de la copula es aún debatible, el cual podría ser tomado en cuenta para un manejo reproductivo adecuado, desde que este ocurre normalmente en el empadre a campo y controlado.



## V. CONCLUSIONES

Las conclusiones del presente trabajo son las siguientes:

- Las alpacas que recibieron un servicio de monta con un tiempo de 35 y 50 minutos presentaron una mayor tasa porcentual de ovulación, el mismo que fue demostrado por la asociación de variables mediante el análisis de correspondencia simple, a pesar de la no significancia ( $P > 0.05$ ).
- Las alpacas que recibieron un servicio de monta por 35 minutos, presentaron una mayor tasa de preñez respecto a las que recibieron el servicio de monta por 20 minutos con una tendencia significativa baja ( $P < 0.1$ ).



## VI. RECOMENDACIONES

- Realizar más trabajos de investigación similares a este proyecto con un mayor tamaño de muestra
- Realizar análisis hormonales para complementar mejor la información, respecto al factor inductor de ovulación (FIO).



## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aba M.; M. Forsberg; H. Kindahl; J. Sumar; L. Edqvist. 1995. Endocrine changes after mating in pregnant and non-pregnant llamas and alpacas. *Acta Vet. Scand.* 36:489-498.
- Adams, G.; P. Griffin and O. Ginther. 1989. In situ morphologic dynamics of ovaries, uterus and cervix in llamas. *Biol. Reprod.* 41: 551-558.
- Adams, G.; J. Sumar and O. Ginther. 1990. Effects of lactational and reproductive status on ovarian follicular waves in llamas. *J. Reprod. Fertil.* 90: 535-545.
- Adams G., J. Sumar; O. Ginther. 1991. Form and function of the corpus luteum in llamas. *Anim. Reprod. Sci.* 24: 127-138.
- Adams G.; R. Matteri; O. Ginther. 1992. Effect of progesterone on ovarian follicles, emergence of follicular waves and circulating follicle-stimulating hormone in heifers. *J. Reprod. Fertil.* 96: 627-664.
- Adams, G.; M. Ratto; W. Huanca; J. Singh. 2005. Ovulation-inducing factor in the seminal plasma of alpacas and llamas. *Biol Reprod* 73: 452-457.
- Aparicio, M. 2001. Efecto de la frecuencia de copulación en alpacas durante el celo postovulatorio sobre la mortalidad embrionaria. Tesis de Médico Veterinario. Facultad de Medicina Veterinaria, Univ. Nacional Mayor de San Marcos, Lima. 44 p
- Aparicio M.; V. Leyva; C. Novoa; W. García. 2003. Efecto de la copulación durante el celo postovulatorio en la mortalidad embrionaria en alpacas. *Rev Inv Vet Perú* 14 (1): 24-32.
- Apaza, M.; J. Málaga; W. Bravo. 1999. El endometrio uterino de la alpaca al empadre y en el periodo postparto. In: *Res. II Cong. Mund. Sobre Camélidos*. Cusco-Perú. p85.



- Araínga, M. 2002. Estudio del efecto de la GnRH en el proceso de reconocimiento maternal de la preñez sobre la sobrevivencia embrionaria en alpacas (Lama pacos). Tesis Bachillerato. Fac. Med. Vet. UNMSM. Lima
- Arias, N. y B. Velapatiño. 2015. Cortisol como Indicador Fiable del Estrés en Alpacas y Llamas. *Rev Inv Vet Perú* 2015;26(1):1-8. <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v26i1.10915>
- Bravo, P. and J. Sumar. 1989, Laparoscopic examination of the ovarian activity in alpacas. *Animal Reproduction Science*. 21: 271-281
- Bravo W.; M. Fowler; G. Stabenfeldt; B. Lasley. 1990. Ovarian follicular dynamics in the llama. *Biology Reproduction*. 43: 579-585.
- Bravo, P.; G. Stabenfeldt; B. Lasley; M, Fowler. 1991. The effect of ovarian follicle size on pituitary and ovarian responses to copulation in domesticated South American camelids. *Biol Reprod* 45: 553-559.
- Bravo, P.; J. Moscoso; C. Ordoñez and V. Alarcón. 1996. Transport of spermatozoa and ova in female alpaca. *Anim. Reprod. Sci.* 43:173-179.
- Bravo, P.; D. Flores, and C. Ordoñez. 1997. Effect of Repeated Collection on Semen Characteristics of Alpacas. *Biol. Reprod.* 57:520-524
- Bravo, P. 2002. The reproductive process of South American camelids. Utah: Seagull Printing. 100p
- Bravo, P.; R. Alarcón; V. Ordoñez. 2002. Ejaculatory process and related semen characteristics. *ArchAndrology* 48: 65-72.
- Brown, B. 2000. A review on reproduction in South American camelids. *Anim. Reprod. Sci.* 58: 169-195..
- Bourke, D.; C. Adam; C. Kyle. 1992. Ultrasonography as an aid controlled breeding in the Llama (*Lama glama*). *Vet. Rec.*, 130: 424-428.
- Bustanza, V. 2001. La alpaca: Conocimientos del gran potencial andino. Ed. Instituto de investigación y promoción de Camélidos Sudamericanos. Puno. p 148 – 184.



- Bustinza, V. 2001. La Alpaca: crianza, manejo y mejoramiento. IIPC. Fac. Med. Vet. Y Zootecnia UNA. Puno – Peru
- Campo, E. 1998. Aplicación de los ultrasonidos esaote-pie medical en fisiología y patología de la reproducción. Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Agraria de la Habana - La Habana
- Cárdenas, O.; M. Ratto; A. Cordero; W. Huanca. 2003. Evaluación de pérdida fetal Temprana en llamas mediante ultrasonografía. Libro de Resúmenes del III Congreso Mundial sobre Camélidos. Potosí Bolivia.
- Carpio, M. 1991. Camélidos y socioeconomía andina. Producción de rumiantes menores – alpacas. Edic. Novoa C. y florez A. convenio universidad de California Davis – INIAA. Lima – Peru
- CENAGRO. (2012). Censo nacional agropecuario, INEI. Lima - Perú.
- Cervantes, M. 2004. Estudio del efecto del estadio del desarrollo folicular al momento de la monta sobre la ovulación y sobrevivencia embrionaria en alpacas. Tesis Bach. Fac. Med. Vet. UNMSM. Lima. p43.
- Chen, B.; Z. Yuen; G. Pan. 1985. Semen-induced ovulation in the Bactrian camel (*Camelus bactrianus*). *Journal of Reproduction and Fertility*. 74: 335-339.
- Chipayo, Y.; V. Leyva y W. García. 2003. Efecto del estradiol en el periodo de reconocimiento maternal de la preñez sobre la supervivencia embrionaria en alpacas. *Rev. Inv. Vet. Perú*. 14 (2): 111 – 118.
- Chuna, P.; V. Leyva; V. Franco. 1999. Adherencias pene – prepuciales y niveles de testosterona circulantes en alpacas. *Rev. Inv. Vet. Perú*. 10(2): 11 – 16.
- Cole, H. y M. Ronning, (1980). *Curso de Zootecnia (Biología de los animales domésticos y su empleo por el hombre)*. Traducción de Pedro Ducar M. Acribia. Zaragoza, España. 828 pp.
- Condorena, N.; S. Fernández Baca. 1972. Relación entre frecuencia de servicios y fertilidad en la alpaca. *Rev. Inv. Pec. IVITA Perú*. 1(1):11-19.



- Cunningham, J. 2003. Fisiología Veterinaria. Elsevier. España. 3era Edición. P. 592
- Del Campo M.; CH. Del Campo; O. Ginther. 1996. Vascular provisions for a local utero-ovarian cross-over pathway in New World Camelids. *Theriogenology*. 46: 983-991.
- England, B.; W. Foote; D. Matthews; A. Cardozo; S. Riera. 1969. Ovulation and corpus luteum function in the llama (*Lama glama*). *Journal of Endocrinology*. 45:505-513.
- England, B.; W. Foote; A. Cardozo; D. Matthews; S. Riera. 1971. Oestrus and mating behaviour in the llama (*Lama glama*). *Animal Behaviour*. 19: 722-726.
- Escobar R. 1984. The Llama, animal Breeding and Production of South American Camelids. Ed Hennig R. 358 p.
- Espezua, R. 2004. Los camélidos sudamericanos de los andes. Ed. Matiz Gráfico. Puno – Perú.
- Fernández, L. 2013. Efecto de la hormona luteinizante (LH) durante el desarrollo temprano del cuerpo lúteo sobre la sobrevivencia embrionaria en alpacas. Tesis Bach. Fac. Cs. Agrop. Escuela Académ. Prof. de Medic. Vet. y Zootecnia. UNJBG– Tacna. Lima. p52.
- Fernández-Baca S.; C. Novoa. 1968. Conducta sexual de la alpaca (*Lama pacos*) en empadre a campo. In: Mem. Asociación Latinoamer. Prod. Anim. 3:7-20.
- Fernández-Baca S.; D. Madden; C. Novoa. 1970. Effect of different mating stimuli on induction of ovulation in the alpaca. *J Reprod Fert* 22: 261-267.
- Fernández-Baca, S.; W. Hansel and C. Novoa. 1970<sup>a</sup>. Corpus luteum function in the alpaca. *Biol. Reprod*. 3(2):252-261.
- Fernández-Baca S.; C. Novoa; J. Sumar. 1974. Pubertad en alpacas. *Avances de Investigación. Bol. de Div. N° 15 IVITA UNM San Marcos. Lima-Perú. pp: 129-138.*



- Fernández-Baca S. 1991. Avances y perspectivas del conocimiento de los camélidos sudamericanos. FAO. ONU. Chile. p 1-3.
- Fortune, J. 1994. Ovarian follicular growth and development in mammals. *Biol Reprod.* 50: 225-232.
- Fowler, M. 1989. *Medicine and surgery of South American Camelids: llama, alpaca, vicuña, huanaco.* Iowa State University Press, Iowa.
- Fowler M.; W. Bravo. 1998. Reproduction. En: Fowler, M.E. (Ed), *Medicine and surgery of South American Camelids, Second Ed.* Iowa State University Pres. USA. p. 381 – 429.
- Franco, E.; J. Sumar; M. Varela. 1981. Eyaculación en la alpaca (*Lama pacos*). IV Convención Internacional sobre Camélidos Sudamericanos. Corporación Nacional Forestal. Instituto de la Patagonia, Chile, Punta Arenas, 22-27 de noviembre.
- García, W.; D. Pezo; F. San Martín; J. Olazábal y F. Franco. 2005. *Manual del técnico alpaquero, IVITA-UNMSA, Lima ITDG LA, 105 p*
- Ginther, O.; J. Kastelic; L. Knopf. 1989. Temporal associations among ovarian events in cattle during estrous cycles with two and three follicular waves. *J Reprod Fert.* 87: 223-230.
- Hafez, B. 2000. *Reproducción e Inseminación Artificial en animales. 7º ed.* México. McGraw– Hill. 519 p.
- Hafez, E.S.E.; B. Hafez. 2002. *Reproducción e Inseminación artificial en animales. 7ma. Ed.* Edit.Interamericana – Mc Graw Hill. México. P.532.
- Huanca, T. y M. Naveros, 2012, *Empadre En Alpacas – Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA)*
- Leyva, V.; J. Sumar. 1981. Evaluación del peso corporal al empadre sobre la capacidad reproductiva de hembras alpaca de un año de edad. En: IV Conv Internacional Camélidos Sudamericanos. Punta Arenas, Chile.



- Leyva, V.; W. García. 1999a. Efecto de la progesterona exógena sobre la función del cuerpo lúteo en alpacas. En: Res. II Cong. Mund. Camélidos. Cusco. p 87.
- Leyva, V.; W. García. 2000. Efecto del estradiol (E2) sobre la fertilización y sobrevivencia embrionaria en alpacas. XVII Cong. Nac. Medicina Veterinaria, Cusco Perú. Abst.: 65.
- Losno W.; J. Coyutupa. 1981. Niveles de testosterona sérica post coito en alpacas adultas. Resum Project Invest realizadas por la UNMSM. 1975 – 1979. N° 2: 114. Lima.
- Ludeña, H. 1979. Influencia de la flora bacteriana cuantitativa vaginal sobre la fertilidad en alpacas. Libro de resúmenes de proyectos de investigación, realizados por la UNMSM (1975-1979). Tomo II. p240.
- Mendoza, J.; L. Landeo; M. Yauri; L. Manrique; R. Molina; F. Castañeda; J. Contreras y J. Ruiz, 2013. Experiencias preliminares de gestación en alpacas y llamas con transferencia de embriones de alpacas producidos in vitro. XXXVI Reunión
- Morton, K.; J. Vaughan; W. Maxwell. 2008. Continued development of artificial insemination technology in alpacas. RIRDC Publication 08/057.
- Novoa, C. y J. Sumar, 1968. Colección de huevos in vivo y ensayos de transferencias en alpacas. Bol. Ext. IVITA (Perú). 3:31-34.
- Novoa, C. 1970. Reproduction in camelidae. J. Reprod. Fertil. 22: 3-20.
- Novoa C.; S. Fernández-Baça; J. Sumar; V. Leyva. 1972. Pubertad en la Alpaca. Rev Inv Vet. 1: 29 – 35.
- Novoa, C. 1989. Características biológicas y productivas de los camélidos sudamericanos. Avances en Medicina Veterinaria, Vol.6, N°2, Julio-Diciembre, 1991. Chile.
- Novoa, C. 1989. Reproducción. In: Simposio de producción de alpacas y llamas. XII Reunión Científica Anual. APPA. Perú. p. 67-72.



- Novoa, C. 1991. Fisiología de la Reproducción de la Hembra. Cap.3. In: Fernández Baca, S. (ed). Avances y Perspectivas del conocimiento de camélidos sudamericanos. Oficina Regional de Producción Animal. Santiago de Chile. pp.91-110.
- Novoa, C.; V. Leyva. 1996. Reproduction en alpacas y llamas. Publicación científica. IVITA 26 (30): 3 – 18.
- Ozada, H.; L. Tsunoda; M. Matsuda; K. Sato; Kanayama and Y. Nakayama. 1999. Investigation of ovum transport in the oviduct: The dynamics of oviductal fluids in domestic rabbits. J. Int. Med. Res. 27(4): 176-80.
- Olarte, U.; R. Rojas; N. Luque y L. Condori. 2009. Eficiencia Reproductiva en alpacas de la Raza Suri, en el CIP Chuquibambilla. V Congreso Mundial sobre Camélidos. Riobamba – Ecuador.
- Palian J. 2010. Inducción de ovulación con plasma seminal o análogo de GnRH (acetato de Buselerina) y su efecto sobre la tasa de concepción en alpacas (Vicugna pacos), inseminadas con semen fresco. Tesis de Médico Veterinario. Lima. Univ. Nacional Mayor de San Marcos. p 66.
- Parraguez, V.; S. Cortéz; G. Gazitúa; V. MacNiven; L. Raggi. 1997. Early pregnancy diagnosis in alpaca (Lama pacos) and llama (Lama glama) by ultrasound. Anim Reprod Sci.
- Powell, S.; B. Smith; K. Timmb; A. Menino. 2007. Estradiol production by pre implantation blastocysts and increased serum progesterone following estradiol treatment in llamas. Animal Reproduction Science 102: 66–75.
- Quina, E. 2017, Inseminación Artificial De Alpacas En Un Contexto De Crianza Campesina- Centro De Estudios Y Promoción Del Desarrollo
- Ratto, M.; W. Huanca; J. Singh; G. Adams. 2006. Comparison of the effect of ovulation-inducing factor (OIF) in the seminal plasma of llamas, alpacas, and bulls. Theriogenology 66: 1102-1106.



- Ratto, M.; L. Delbaere; Y. Leduc; R. Pierson; G. Adams. 2012. Biochemical isolation and purification of ovulation-inducing factor (OIF) in seminal plasma of llamas. *Reprod. Biol. Endocrinol.*
- San Martín, F.; M. Copaira; J. Zuñiga; R. Rodríguez; G. Bustinza and L. Acosta. 1968. Aspects of reproduction in the alpaca. *J. Reprod. and Fertility.* 16, 395-399.
- Sato, A. 1982. Anatomía del Aparato genital de la Hembra de la Alpaca (*Vicugna pacos.*). VII Congreso Nacional de Ciencias Veterinarias, ICA-PERÚ.
- Sato, A y L. Montoya. 1990. Aparato reproductor de la Alpaca (*Lama pacos.*). *Revista de Camélidos Sudamericanos* N° 7. UNMSM – IVITA – CICCIS
- SENAMHI. 2016. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrografía Puno - Perú.
- Smith, T. 1985. Reproduction in South American Camelids. *Iowa State Univ. Vet.* 47: 110-115.
- Sumar, J. 1985. Reproductive physiology in South American Camelids. En Land RB, Robinson DW. *Genetics of Reproduction in Sheep.* Butterworths. London. pp. 81-95.
- Sumar, J.; M. García. 1986. Fisiología de la reproducción de la alpaca. In: *Nuclear and Related Techniques in Animal Production and Health*, IAEA, Viena. pp: 149-177.
- Sumar, J.; W. Bravo and W. Foote. 1987. Estrous intensity, time and occurrence of ovulation in alpaca. In *UTA State Univ. USA. Improving reproductive performance of small ruminants.* US/AID. XII. Small ruminants-CRSP.6.2.6.
- Sumar J. 1988. Removal of the ovaries or ablation of the corpus luteum and its effect on the maintenance of gestation in the alpaca and llama. *Acta Vet. Scand.* Suplemento 83: 133-141
- Sumar, J. 1991. Fisiología de la reproducción del macho y manejo reproductivo. En: *Avances y perspectivas del conocimiento de los camélidos sudamericanos.* Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago de Chile



- Sumar, J.; P. Bravo. 1991. In situ observation of the ovarian of llamas and alpacas by use of a laparoscopic technique. *J. Anim. Vet. Med. Assoc.* 199, 1159-1163.
- Sumar, J. 1994. Effects of various ovulation induction stimult in alpacas and llamas. *Journal of Arid Environment.* 26:39-45.
- Sumar, J. y V. Leyva. 1981. Rol del cuerpo lúteo en el mantenimiento de la preñez en la alpaca (*Lama pacos*). In: Res. IV Conv. Internac. sobre Camélid- Sudaméric (22-27 noviembre) Chile, Punta Arenas, p 7.
- Tibary, A.; M. Memon. 1999. Reproductive physiology in the female south american camelidae. 6:217-233
- Ulloa-Leal C.; O. Bogle; G. Adams; M. Ratto. 2014. Luteotrophic effect of ovulation-inducing factor/nerve growth factor present in the seminal plasma of llamas. *Theriogenology.*
- Vaughan, J. 2001. Control of ovarian follicular growth in the alpaca (*Lama pacos*). PhD. Thesis. Central Queensland University. 328 p.
- Vaughan, J.; K. Macmillan; M. D'Occhio. 2004. Ovarian follicular wave characteristics in alpacas. *Animal Reproduction Science.* 80:353-361.
- Velásquez, F.; J. Málaga; P. Bravo. 1999. Citología exfoliativa del útero de la alpaca. Res. II Cong. Mun. Sobre Camélidos. Cuzco, Perú. p 84.
- Vivanco, W.; H. Cárdenas y B. Bindon. 1985. Relación entre duración de la cópula y momento de la ovulación en alpacas. Res. 5° Conv. Int. Sobre Camelid. Sudamer. Perú-Cusco. pp.19-20.
- Wieps, W. y R. Chapman, (1985). Non- surgical embryo transfer and live brth in a llama. *Theriogenoloy.* 24, 251-257.
- Zirena, V. 1978. Descripción macroscópica y microscópica del aparato reproductivo femenino de la alpaca (*Lama pacos*). TESIS pregrado, UNA FMVZ, Puno-Perú.



# ANEXOS

## ANEXOS

**Tabla 3. Análisis de Chi cuadrada ( $\chi^2$ ) entre los grupos experimentales y variable ovulación a los 7 días post copula**

		Duración de la Copula						Total
		G1		G2		G3		
		O	E	O	E	O	E	
Ovulación	SI	11	11,81	13	12,6	13	12,60	37
		$\chi^2= 0,055$		$\chi^2= 0,013$		$\chi^2= 0,013$		
No		4	3,19	3	3,40	3	3,40	10
		$\chi^2= 0,205$		$\chi^2= 0,048$		$\chi^2= 0,048$		
Total		15	15,00	16	16,00	16	16,01	47
<b><math>\chi^2_{Calculado} = 0,382</math></b>				<b><math>\chi^2_{Tabla \alpha 0.05 (gl=2)} = 5,991</math></b>				

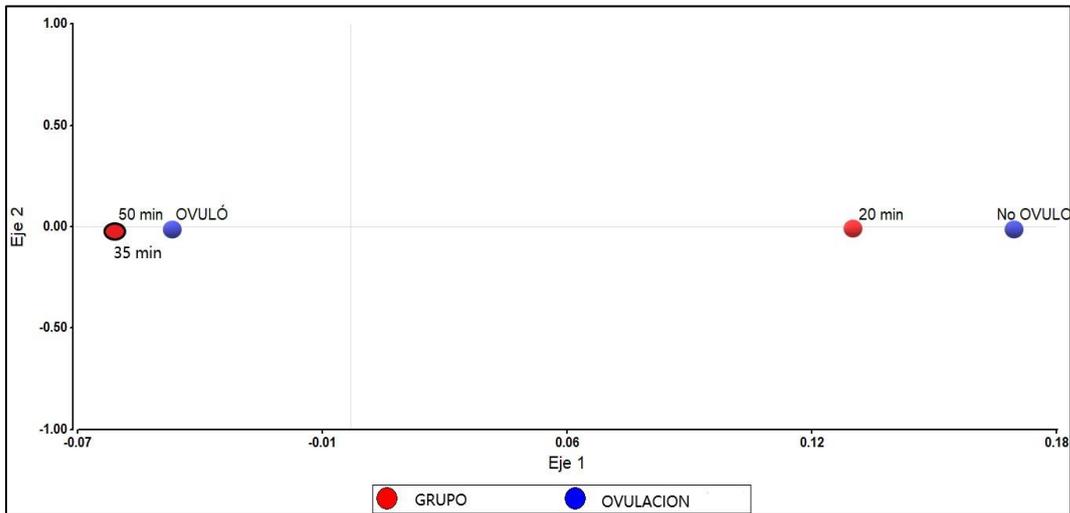
**Tabla 4. Análisis de Chi Cuadrada ( $\chi^2$ ) entre los grupos experimentales y la variable preñez a los 30 días post copula**

		Duración de la Copula						Total
		G1		G2		G3		
		O	E	O	E	O	E	
PREÑEZ	Preñada	8	10,53	13	11,2	12	11,23	33
		$\chi^2= 0,609$		$\chi^2= 0,278$		$\chi^2= 0,052$		
Vacía		7	4,47	3	4,77	4	4,77	14
		$\chi^2= 1,435$		$\chi^2= 0,654$		$\chi^2= 0,123$		
Total		15	15,00	16	16,00	16	16,00	47
<b><math>\chi^2_{Calculado} = 3,151</math></b>				<b><math>\chi^2_{Tabla \alpha 0.05 (gl=2)} = 5,991</math></b>				

**Tabla 5. Análisis de Chi Cuadrada ( $\chi^2$ ) entre los grupos G1 y G2 y la variable preñez a los 30 días post copula**

		Duracion de la Copula				Total
		G1		G2		
		O	E	O	E	
Cuerpo Lúteo	SI	8	10.16	13	10.84	21
		$\chi^2= 0.460$		$\chi^2= 0.431$		
No		7	4.84	3	5.16	10
		$\chi^2= 0.965$		$\chi^2= 0.905$		
Total		15	15.00	16	16.00	31
<b><math>\chi^2_{Calculado} = 2.7611</math></b>				<b><math>\chi^2_{Tabla \alpha 0.1 (gl=1)} = 2.7055</math></b>		

**Figura 4: Análisis de correspondencia simple de todos los grupos experimentales frente a la variable ovulación a los 7 días postcopula**



**Figura 5: Análisis de correspondencia simple de todos los grupos experimentales frente a la variable preñez a los 30 días postcópula.**

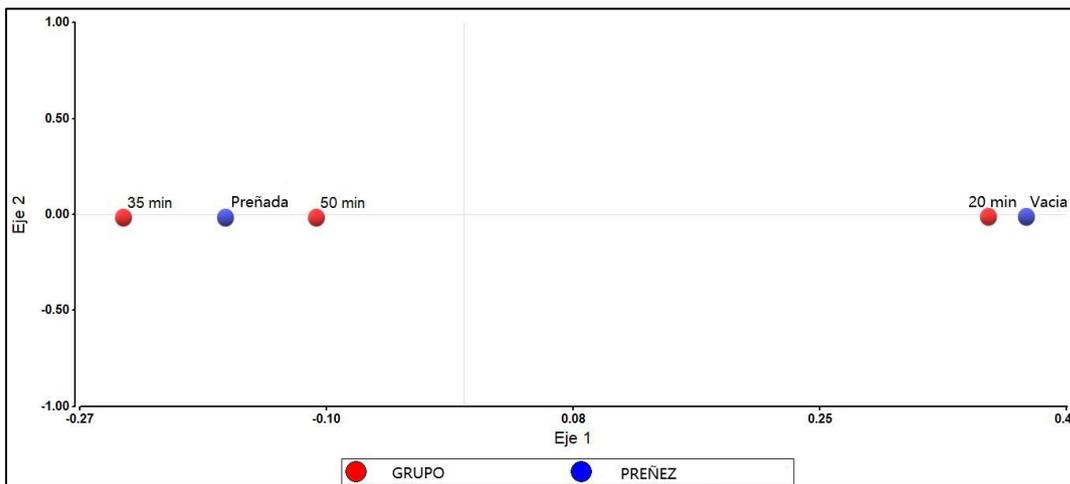




Tabla 5. Receptividad, Ovulación, Presencia de Curpo Luteo y Preñez en grupos de alpacas que recibieron 20 minutos (G1), 35 minutos (G2) y 50 minutos (G3) de copula

N°	Grupo	7 dias post copula			30 dias Post copula	Grupo	7 dias post copula			30 dias Post copula	Grupo	7 dias post copula			30 dias Post copula
		Recep	Ovula	CL	Preñez		Recep	Ovula	CL	Preñez		Recep	Ovula	CL	Preñez
1	G1	R	SI	Si	<b>P</b>	G2	R	SI	Si	<b>P</b>	G3	R	SI	Si	<b>P</b>
2	G1	A	SI	SI	<b>V</b>	G2	R	SI	Si	<b>P</b>	G3	A	No	No	<b>V</b>
3	G1	R	SI	Si	<b>P</b>	G2	R	SI	Si	<b>P</b>	G3	R	SI	Si	<b>P</b>
4	G1	R	SI	Si	<b>P</b>	G2	R	SI	Si	<b>P</b>	G3	R	SI	Si	<b>P</b>
5	G1	A	SI	SI	<b>V</b>	G2	R	SI	Si	<b>P</b>	G3	R	SI	Si	<b>P</b>
6	G1	A	SI	SI	<b>V</b>	G2	A	No	No	<b>V</b>	G3	R	SI	Si	<b>P</b>
7	G1	R	SI	Si	<b>P</b>	G2	R	SI	Si	<b>P</b>	G3	R	SI	Si	<b>P</b>
8	G1	A	NO	No	<b>V</b>	G2	R	SI	Si	<b>P</b>	G3	A	No	No	<b>V</b>
9	G1	R	SI	Si	<b>P</b>	G2	R	SI	Si	<b>P</b>	G3	A	No	No	<b>V</b>
10	G1	A	NO	No	<b>V</b>	G2	R	SI	Si	<b>P</b>	G3	R	SI	Si	<b>V</b>
11	G1	A	NO	No	<b>V</b>	G2	A	No	No	<b>V</b>	G3	R	SI	Si	<b>P</b>
12	G1	A	NO	No	<b>V</b>	G2	R	SI	Si	<b>P</b>	G3	R	SI	Si	<b>P</b>
13	G1	R	SI	Si	<b>P</b>	G2	R	SI	Si	<b>P</b>	G3	R	SI	Si	<b>P</b>
14	G1	R	SI	Si	<b>P</b>	G2	<b>A</b>	No	No	<b>V</b>	G3	R	SI	Si	<b>P</b>
15	G1	R	SI	Si	<b>P</b>	G2	<b>R</b>	SI	Si	<b>P</b>	G3	R	SI	Si	<b>P</b>
16						G2	<b>R</b>	SI	Si	<b>P</b>	G3	R	SI	Si	<b>P</b>

R= Rechazo al macho; A= Acepta al macho; CL= Cuerpo Lúteo; P= Preñada; V= Vacía

## PANEL FOTOGRAFICO



**Figura A centro experimental la raya**



**Figura B1. Alpacas hembra de la raza huacaya**

**Figura B. material experimental**



**Figura B2. Alpacas macho de la raza huacaya del nucleo de reproductores**



**Figura D1. Ecografía transrectal para observar la presencia de folículo  $>7\text{mm}$**

**Figura D. metodología experimental**



**Figura D2. Empadre controlado**



**Figura D3. Control de tiempo de empadre**



**Figura D4. Identificación de la hembra empadrada**



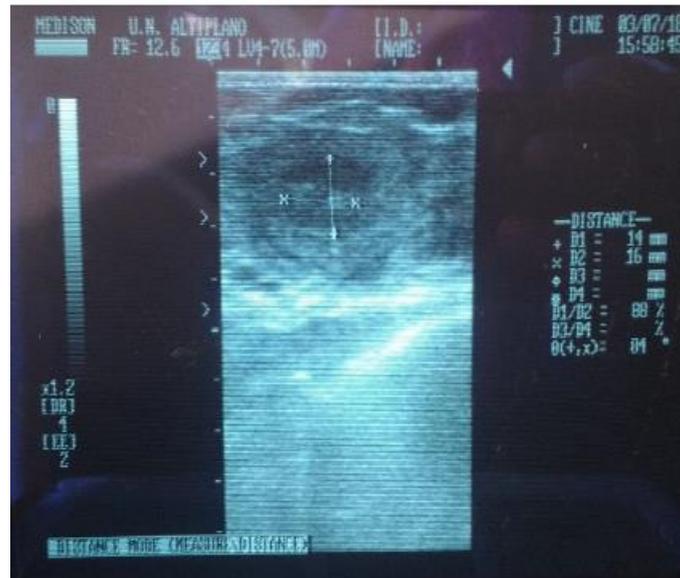
**Figura D5. Identificación del macho**

CONTROL EMPADRE			
EXPERIMENTO:	GRUPO N°		
HEMбра N°	TAM. FOLICULO		
MACHO N°	FECHA:		
COPULA 1:			
Tiempo de Cópula:	Inicio :		
	Fin :		
	Duracion:		
COPULA 2:			
Tiempo de Cópula:	Inicio :		
	Fin :		
	Duracion:		
COPULA 3:			
Tiempo de Cópula:	Inicio :		
	Fin :		
	Duracion:		

**Figura D4. Modelo de ficha de control**



**Figura D5. Prueba de receptividad a los 7 días post copula**



**Figura D6. Presencia de cuerpo lúteo observado por ecografía**



**Figura D7. Ecografía verificando la presencia de vesícula embrionaria a los 30 días post copula**