



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO**  
**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNICA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y**  
**ZOOTECNIA**



**EFFECTO DE LA LACTANCIA MATERNA DESPUÉS DEL PARTO**  
**EN LA TASA DE OVULACIÓN Y GESTACIÓN EN ALPACAS**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**Bach. JULIO CÉSAR MAMANI QUISPE**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA**

**PUNO – PERÚ**

**2020**



## DEDICATORIA

*A Dios, por otorgarme valentía frente a diversas dificultades que se presentaron en la ejecución del presente trabajo.*

*A mis padres, que desde niño me tocó afrontar la pobreza junto a ellos; pese a eso me sacaron adelante y ahora soy lo que soy gracias a mi padre Guillermo Mamani y a mi madre Leonarda Quispe; a quienes amo de manera incondicional por mostrarme lo hermoso que es la vida y que la familia es lo primero.*

*A mis hermanos, por apoyarme en cada decisión que tome durante mi vida universitaria; a mi hermano mayor Elvio César por guiarme y darme fuerzas para no decaer, a mi hermana Roxy por valorar cada paso que di y a mi hermano menor Emerson, esperando ser el ejemplo de persona que quiera llegar a ser.*

*A mi abuela Isidora Jacinto (+), que estuvo presente en varios años de mi infancia y me enseñó que lo material no es tan importante y a disfrutar con lo que se tiene.*

*A mi abuelo Julián Mamani que, aunque haya perdido a su compañera de vida supo salir adelante, por este motivo y muchos más lo admiro.*

*A mi tío Enrique Nina y a mi tía Rosa Quispe que, siempre me ayudaron cuando más lo necesite.*

*A mis familiares que se encuentran en distintas partes del sur del Perú, por confiar y creer en mi capacidad intelectual.*

*A Dr. Luis Mamani y esposa, que me apoyaron durante toda mi estadía en Puno y fueron como una familia más.*

*A mi enamorada Carla Fabiola, por estar a mi lado en todo momento; quien me brinda su apoyo, cariño, comprensión y admiro sus ganas de salir adelante. ¡Siempre Juntos!*

**Julio César Mamani Quispe**



## AGRADECIMIENTOS

A:

La universidad Nacional del Altiplano de Puno, facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, personal docente y administrativo.

Centro Experimental La Raya, por permitir la ejecución de la tesis y brindar las facilidades necesarias.

Mg. Martín Urviola Sánchez por su apoyo, comprensión y confianza puesta en mí para la realización del presente trabajo de investigación.

Dr. Víctor Leyva Vallejos, por su constante asesoramiento.

Dr. Guido Medina Suca, por su asesoramiento en el desarrollo del proyecto.

Docentes miembros del jurado: Dr. Luis Vicente Olivera Marocho, Dr. Valeriano Zenon Maquera Marón y Dr Rolando Daniel Rojas Espinoza por las sugerencias y paciencia para el desarrollo de la tesis.

Mis amigos: Arnaldo Colque, Rubén Navarro, Néstor Condori, Elvio César, Roxana, Carla Ramos, Madeley Hilasaca, Noemi Cespedes por la motivación y colaboración brindada en la ejecución del trabajo de investigación.

Todo el personal administrativo de CE La Raya por ayudar en la ejecución de la tesis, a los trabajadores Sr. Justo, Sr. Natanael, Sr. Hugo, Sr. Marcos, Sr. Cirilo, Sr. Esteban y Sra. Julia.

***Julio César Mamani Quispe.***



## ÍNDICE GENERAL

**DEDICATORIA**

**AGRADECIMIENTOS**

**ÍNDICE GENERAL**

**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

### **CAPÍTULO II**

#### **REVISIÓN DE LITERATURA**

2.1. ANATOMÍA REPRODUCTIVA DE LA HEMBRA ..... 13

2.2. FISIOLÓGÍA REPRODUCTIVA DE LA HEMBRA..... 15

2.2.1. Pubertad ..... 15

2.2.2. Comportamiento sexual ..... 15

2.2.3. Mecanismo fisiológico de la ovulación ..... 16

2.2.4. Métodos artificiales de inducción de la ovulación ..... 17

2.2.5. Formación de cuerpo lúteo luteólisis..... 18

2.2.6. Mecanismo fisiológico de la fecundación..... 20

2.3. GESTACIÓN TEMPRANA..... 21

2.4. MÉTODOS DE DIAGNÓSTICO REPRODUCTIVO..... 23

2.4.1. Diagnóstico por conducta sexual..... 23

2.4.2. Diagnóstico por ultrasonografía ..... 23

2.5. ENDOCRINOLOGÍA DE LA REPRODUCCIÓN ..... 25

2.5.1. Mecanismo neuroendocrino en el control reproductivo ..... 25

2.5.2. Oxitocina..... 27



2.6. GLÁNDULA MAMARIA Y LACTACIÓN .....	29
2.7. CONTROL ENDOCRINO DE LA LACTACIÓN .....	30

### **CAPÍTULO III**

#### **MATERIALES Y MÉTODOS**

3.1. LUGAR DE ESTUDIO .....	32
3.2. MATERIAL EXPERIMENTAL .....	32
3.2.1. Animales .....	32
3.2.2.1. Instalaciones.....	32
3.2.2.2. Materiales .....	33
3.3. METODOLOGÍA .....	33
3.3.1. Diseño experimental .....	34
3.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	35

### **CAPÍTULO IV**

#### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

4.1. EFECTO DE LA LACTACIÓN Y LA OXITOCINA EN LA TASA DE OVULACIÓN EN ALPACAS.....	37
4.2. EFECTO DE LA LACTACIÓN Y LA OXITOCINA EN LA TASA DE PREÑEZ EN ALPACAS .....	39
<b>V. CONCLUSIONES .....</b>	<b>43</b>
<b>VI.- RECOMENDACIONES .....</b>	<b>44</b>
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>45</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>57</b>

**Área:** Reproducción Animal

**Tema:** Efecto de la lactancia materna después del parto en la tasa de ovulación y gestación en alpacas.

**FECHA DE SUSTENTACIÓN:** 29 de octubre de 2020



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1. Esquema del Diseño Experimental .....	34
Figura N° 2. Tasa de ovulación a los 5 días postcópula de los diferentes grupos experimentales: Grupo control (G0), grupo oxitocina (G1), grupo 15 días de lactación (G2) y grupo 30 días de lactación.....	37
Figura N° 3. Tasa de preñez a los 30 días postcópula de los diferentes grupos experimentales: Grupo control (G0), grupo oxitocina (G1), grupo 15 días de lactación (G2) y grupo 30 días de lactación (G3).....	40



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1. Porcentaje de ovulación a los 5 días post copula de los grupos experimentales. grupo control (G0), grupo oxitocina (G1), grupo 15 días de lactación (G2) y grupo 30 días de lactación (G3).....	38
Tabla N° 2. Porcentaje de preñez a los 30 días post copula de los grupos experimentales. grupo control (G0), grupo oxitocina (G1), grupo 15 días de lactación (G2) y grupo 30 días de lactación (G3).....	40



## ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

CL	: Cuerpo Lúteo
m	: Metros sobre nivel del mar
O	: Oxitocina
Hrs	: Horas
UI	: Unidades Internacionales
mg	: Miligramos
g	: gramos
mL	: Mililitros
CE	: Centro Experimental
RMP	: Reconocimiento materno de la preñez
PRL	: Prolactina



## RESUMEN

La lactancia materna después del parto afecta la eficiencia reproductiva de las hembras, por lo que, la presente investigación tiene como objetivo, evaluar el efecto de la lactancia materna después del parto sobre la tasa de ovulación y preñez en alpacas. Se utilizaron 118 alpacas Huacaya hembras, de las cuales 42 vacías fueron distribuidas en el Grupo control G0 (n=20) y en el grupo G1 (n=22) el cual recibió una dosis de oxitocina; y de 76 hembras con crías en lactación se formaron los grupos G2 (n=40) con crías de 15 días de edad y G3 (n=36) con crías de 30 días de edad. Las hembras de todos los grupos recibieron un servicio (6:00-8:00 am) mayor a 15 min de machos de un núcleo de reproductores con capacidad reproductiva comprobada a través de su historia en varias campañas reproductivas. En los grupos G2 y G3 desde las 6:00 pm del día previo al servicio, se previno que las crías lacten con un bozal de malla alrededor de su hocico hasta el empadre, permitiéndose inmediatamente el amamantamiento hasta termino; después del cual se previno nuevamente la lactación usando el mismo método por un periodo de 4 horas, así la cría lactó 3 veces por día, durante dos días. A las hembras pertenecientes al G1 se le aplicó Oxitocina 1 hora antes de empadre y luego 3 veces al día por dos días, equivalente a los periodos utilizados en la lactación. La detección de la ovulación se realizó el día 5 y la preñez a los 30 después del empadre, vía confrontación al macho. Los resultados indican una tendencia porcentual mayor en la tasa de ovulación en los grupos control y 30 días de lactación (G3) frente a los grupos oxitocina y 15 días de lactación ( $p < 0.05$ ), mientras que en la tasa de preñez el grupo G3 muestra una tendencia porcentual mayor 55.6%; porcentaje más alto comparado a los demás grupos a pesar de la no significancia ( $p > 0.05$ ). Los resultados obtenidos en el estudio muestran que el estado fisiológico de lactación después del parto en alpacas tuvo una influencia gradual en la tasa de ovulación y preñez.

**Palabras Clave:** Empadre controlado, ovulación, oxitocina, lactación



## ABSTRACT

Breastfeeding after childbirth affects the reproductive efficiency of females, therefore, the present research aims to evaluate the effect of breastfeeding after childbirth on the ovulation and pregnancy rate in alpacas. 118 female Huacaya alpacas were used, of which 42 voids were distributed in the G0 control group (n = 20) and in the G1 group (n = 22), which received a dose of oxytocin; and of 76 females with lactating offspring groups G2 (n = 40) were formed with 15-day-old offspring and G3 (n = 36) with 30-day-old offspring. The females of all the groups received a service (6: 00-8: 00 am) greater than 15 min of males from a nucleus of reproducers with reproductive capacity proven throughout their history in several reproductive campaigns. In groups G2 and G3 from 6:00 pm on the day before breeding, the offspring were prevented from suckling, with a mesh muzzle around their snout until the breeding, immediately allowing suckling to term; after which the lactation was again prevented using the same method for a period of 4 hours, so the baby lactated 3 times a day, for two days. Oxytocin (7 IU) was applied to the females belonging to G1 one hour before breeding and then 3 times a day for two days, equivalent to the periods used in lactation. Ovulation was detected on day 5 and pregnancy at 30 after breeding, via male confrontation. The results indicate a higher percentage trend in the ovulation rate in the control groups and 30 days of lactation (G3) compared to the oxytocin groups and 15 days of lactation ( $p < 0.05$ ), while in the pregnancy rate the G3 group shows a higher percentage trend of 55.6%; higher percentage compared to the other groups despite the non-significance ( $p > 0.05$ ). The results obtained in the study show that the physiological state of lactation after calving in alpacas had a gradual influence on the rate of ovulation and pregnancy.

**Keywords:** Controlled empadre, ovulation, oxytocin, lactation



# CAPITULO I

## INTRODUCCIÓN

La actividad de gran importancia socioeconómica para el poblador andino es la crianza de camélidos sudamericanos, ya que son los que más se adaptan y desarrollan adecuadamente a más de 4000m. En la actualidad, la población nacional es 3 millones de alpacas, un millón de llamas y alrededor de 125 mil vicuñas; teniendo el mayor número de animales la región Puno y Cusco (CENAGRO, 2012).

No obstante, la importancia de esta especie para el poblador altoandino, existen factores que limitan el desarrollo de la ganadería alpaquera, siendo una de ellas la baja eficiencia reproductiva, a pesar de que a nivel de comunidades alpaqueras hay uso de diversas estrategias reproductivas (Huanca y Naveros 2012), estas tuvieron efectos limitantes, probablemente parte de ello al interferir con el proceso fisiológico en la ovulación y fertilización, reflejada en una baja fertilidad, una alta mortalidad embrionaria (Novoa, 1991), y una baja natalidad (Gallegos, 2013).

En el manejo reproductivo de las alpacas, el empadre y la parición ocurren en forma simultánea, sobre todo en crianzas donde machos y hembras permanecen juntos (Novoa y Leyva, 1996), de manera que grupos de hembras suelen encontrarse en diferentes estadios fisiológicos (lactantes en periodos iniciales, de máxima y baja producción y vacías), habiéndose encontrado entre ellas diferencias en las tasas de concepción (Novoa, et al., 1973; Leyva y Franco, 1983; Adams, et al., 1990).

Se conoce el efecto de los niveles de PRL en la síntesis y secreción de leche (Travers, et. al. 1996) y su relación negativa con la secreción pulsátil de LH (Cohen-Becker, et al. 1986; Voogt, et al., 1987) limitando el crecimiento folicular (Soutelo and Faraj 2015) y previniendo el celo y ovulación (Lamb et al., 1997). Es obvio que este



efecto es mayor en los periodos de máxima producción de leche estimulado con la eyección por la lactación por efecto de la hormona oxitocina (Young, et al. 1996; Nishimori, et al. 1996); se conoce el efecto fisiológico de esta hormona en el proceso de ovulación (Manizheh, et al. 2007), el cual sufre modificaciones por variación en niveles de esta hormona, como lo demuestran estudios de su aplicación alrededor de la luteólisis y fase preovulatoria en rumiantes, que determinan variabilidad en la vida del cuerpo lúteo (McCracken, et al. 1999) y en el tiempo de ovulación (Lamb et al., 1997; Butler, 2003) respectivamente. En alpacas, el pico de producción de leche ocurre entre los días los 7 y 15 de lactación, debido a una mayor frecuencia y menor duración de la succión de la cría (Leyva, et al. 1983b; Jiménez, 1984), periodo en que ocurre la mayor presentación de celo después del parto y empadre (Bravo et al., 1994, Bravo et al., 1991a); se desconoce en alpacas si las hormonas que participan en la lactación pueden alterar el proceso de ovulación y fertilización, afectando la tasa de preñez; informaciones que pretende obtener el presente proyecto, al estudiar el efecto de la lactancia materna después del parto sobre la tasa de ovulación y preñez en alpacas.

### **1.1. OBJETIVO GENERAL**

Evaluar el efecto de la lactancia materna después de parto sobre la tasa de ovulación y preñez en alpacas

### **1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Evaluar el efecto del pico de lactación y la oxitocina en la tasa de ovulación en alpacas

Evaluar el efecto del pico de lactación y la oxitocina en la tasa de preñez en alpacas.



## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1 ANATOMÍA REPRODUCTIVA DE LA HEMBRA

El tamaño y la forma de los ovarios varían con la edad y con su contenido en folículos y cuerpos lúteos. Así, su longitud oscila entre los 5 y 12 mm y su peso entre los 1,9 y 2,4 g (Sato y Montoya, 1990; Sumar y García, 1985).

En las hembras multíparas los ovarios son ovalados o circulares y aplanados lateralmente, y presentan una superficie irregular debida a la presencia de numerosos folículos cuyo diámetro está comprendido entre los 3 y 5 mm (Elwishy, 1992). La presencia de folículos maduros y, sobre todo, de cuerpos lúteos le confiere al ovario un aspecto lobulado. Cada ovario está rodeado completamente por un largo pliegue del mesosalpinx con forma cónica denominado *bursa ovarii*, cuya porción apical forma un amplio orificio circular que comunica con la fimbria del oviducto (Bravo, 2000).

Los oviductos son conductos delgados y tortuosos, de 15 a 20 cm de longitud, que comunican la superficie del ovario con el útero. Cada oviducto se une a un cuerno uterino a través de un estrecho orificio que forma una papila protuberante. Esta estructura, denominada istmo, actúa como un esfínter para evitar movimientos retrógrados de los fluidos contenidos en el útero (Sumar, 1996). Las funciones del oviducto son diversas, destacando la captación del ovocito proveniente del ovario, el transporte y almacenamiento de los espermatozoides depositados en el útero, proporcionar el ambiente adecuado para que se produzca la fecundación y el inicio del desarrollo embrionario (Sato y Montoya, 1990).



El útero de la alpaca es bicorne, con forma de Y, presentando dos cuernos uterinos con una longitud media de 7,5 cm y un cuerpo muy corto, en las hembras no gestantes el órgano se localiza en el interior de la pelvis (Sato y Montoya, 1990). El aparato genital está suspendido de las paredes abdominales y pélvicas por amplios ligamentos (Fowler, 1989). El cuerno uterino izquierdo es más grande que el derecho desde la etapa fetal y prepuberal (Tibary y Anouassi, 1997) y esta diferencia se acentúa en las hembras multíparas como consecuencia de que el 98% de las gestaciones tienen lugar en el cuerno izquierdo (Fernández-Baca et al., 1973). La mucosa uterina está formada por un epitelio cilíndrico y la submucosa por un tejido fibroso denso que contiene pequeñas glándulas uterinas (Fowler, 1989).

El cérvix tiene de 2 a 3 pliegues anulares (Sato y Montoya, 1990; Smith *et al.*, 1994) y su longitud oscila entre los 2 y 5 cm. El grado de apertura o cierre está sometido a regulación endocrina, de manera que su luz se dilata durante el celo para facilitar la cópula, mientras que se estrecha durante la gestación para evitar la contaminación del útero mientras se completa el desarrollo embrionario o fetal (Sato y Montoya, 1990). El cérvix protruye en la vagina, formando dos sacos ciegos, uno dorsal y otro ventral.

La longitud de la vagina varía entre 13 - 15 cm y su diámetro está comprendido entre 3,5 - 5 cm, se caracteriza por tener una mucosa que forma numerosos pliegues (Fowler, 1998; Sumar, 1996). Es una estructura extensible, por lo que a medida que avanza la gestación, el peso del útero ocasiona la desaparición de los mencionados pliegues. El himen, o sus restos, marcan la separación entre la vagina y la vulva. La longitud de la vulva es de unos 3 cm y el clítoris es muy pequeño (Bravo et al., 2000).



## 2.2 FISIOLÓGÍA REPRODUCTIVA DE LA HEMBRA

### 2.2.1 Pubertad

Un animal ha llegado a la pubertad cuando es capaz de liberar gametos y mostrar un comportamiento sexual (Hafez, 2000). La mayor parte de las hembras alpaca muestran receptividad sexual entre los 12 y 14 meses, a pesar de haberse comprobado que la actividad ovárica (presencia de folículos con un diámetro superior a los 5 mm) se inicia a edades más tempranas (Novoa et al., 1972; Sumar, 1985). La aparición de la pubertad está supeditada a las condiciones ambientales, especialmente a la situación nutricional. Así, la pubertad se produce cuando el animal alcanza el 60% del peso corporal de un adulto, lo que supone unos 33-36 kg (Sumar y García, 1985; Smith, 1985).

### 2.2.2 Comportamiento sexual

Los camélidos sudamericanos son especies de ovulación inducida no presentan ciclos estrales definidos, sin embargo, presenta periodos de receptividad sexual los que pueden durar hasta 36 días si no hay presencia de machos, con interrupciones que no pasan las 48 horas (San Martín et al., 1968).

England *et al* (1971) en llamas afirman que el comportamiento sexual en las hembras receptivas se puede dividir en fase de cortejo y fase de copulación o monta. La duración de la primera fase es influenciada por el nivel de la libido y fortaleza del macho, tiene una duración que puede llegar hasta los 10 minutos, y termina cuando el macho monta o es rechazado. La hembra no receptiva, al ser requerida por el macho, trata de escapar y se defiende pateando o escupiendo (Sumar, 1983; Novoa y Leyva, 1996). La fase de copulación en alpacas suele durar entre 20 a 30 minutos, pero otros autores dan un rango más amplio desde 5 a 65 minutos (Sumar, 1985, citado por Brown, 2000; Fernández-Baca, 1993). La



duración de la cópula está influida por diversos factores: número de machos presentes de manera simultánea, edad de las hembras, jerarquía dentro del rebaño, hora del día, estación del año, etc. (Escobar, 1984; Knight et al., 1992; Pollard et al., 1999; Vaughan, 2001).

Los machos camélidos muestran su excitación con temblores de las orejas, movimientos de la cola, dilatación de los orificios nasales y la emisión de sonidos guturales denominados “orgling” (Novoa, 1970). Algunos autores consideran que estos sonidos intervienen en la descarga preovulatoria de LH (Bravo, 1994; Guilbride y Moro, 1965). Durante la cópula el macho maniobra su pene alrededor de la vulva hasta ubicar la vagina, atraviesa el cérvix, con movimientos suaves hasta llegar a uno de los cuernos uterinos, para ir posteriormente cambiando sucesivamente de un cuerno a otro a lo largo de la eyaculación (Franco et al., 1981). El movimiento del pene en el interior del útero provoca en el endometrio inflamación, edema e hiperemia (Bravo et al., 1996a; Velásquez et al., 1999).

Sumar et al (1972) encontraron que a los cuatro primeros días posteriores al parto las hembras pueden ser receptivas al macho y copular, sin embargo, la fertilización se logró sólo a partir de los 5 días en un 30%, mientras que a los 10 días en un 70%. Así mismo, el porcentaje de ovulación fue mayor en hembras con un período postparto mayor a 20 días (Bravo et al., 1995a). La involución uterina completa fue observada en un 63% de hembras a los 21 días postparto (Bravo et al., 1995b).

### **2.2.3 Mecanismo fisiológico de la ovulación**

Mecanismo endocrinológico que se refiere a la ruptura y luteinización del folículo dominante y salida del ovocito para que sea fecundado. En caso de los rumiantes se debe al pico preovulatorio de LH formado por una retroalimentación positiva por acción de (E2) a nivel del hipotálamo.



En camélidos, la ovulación puede ocurrir 26 a 30 horas después de la cópula (San Martín et al., 1968; Adams et al., 1990) o puede ser inducida artificialmente entre las 24 – 30 horas postinyección de gonadotropina coriónica humana (hCG), de hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) y de LH (Fernández Baca, 1971; Novoa, 1991; Sumar, 1997; Leyva y García, 1999a; Aller et al., 1999; Huanca et al., 2001).

La ocurrencia de ovulación en llamas se reporta independiente del tipo de monta (vasectomizados vs. intactos) o del estado de lactación (lactante vs. no lactante) (Adams et al., 1990); concordando con resultados de Bravo y Sumar (1985), en alpacas.

Así mismo, se ha reportado un 5 a 10 % de ovulaciones espontáneas en alpacas que no fueron privadas totalmente de estímulos visuales, olfatorios y auditivos del macho (Sumar, 2000); o hasta un 42,86 % frente a la sola presencia del macho (Vivanco et al., 1985).

La cópula es relativamente larga en los camélidos sudamericanos y con períodos variables (Sumar, 1997). Existen trabajos que refieren que a mayor tiempo de duración de la cópula se obtiene mayor porcentaje de alpacas que ovulan, sin embargo, se ha encontrado que en varios casos hembras con más de 20 minutos no llegan a ovular mientras que otras con 5 minutos si lo hacen (Vivanco et al., 1985).

#### **2.2.4 Métodos artificiales de inducción de la ovulación**

##### **Uso de Hormonas en inducción de ovulación**

Los primeros estudios para inducir la ovulación mediante el uso de hormonas demostraron que el fenómeno ovulatorio ocurría a las 24 horas después de administrarse vía endovenosa tales hormonas como: Gonadotropina coriónica



humana (hCG) en dosis de 10 a 1600 UI (San Martín *et al.* 1968; Fernández - Baca *et al.* 1970a), Hormona Luteinizante (LH) y Hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) en dosis de 1mg y 4.8 mg respectivamente (Sumar y Leyva, 1981).

En llamas las investigaciones de Aller *et al.* (1999) reportan que la ovulación ocurre entre 24 y 48 horas pos inyección de GnRH y LH. Además, Huanca *et al.* (2001) después de administrar vía intramuscular LH y GnRH y utilizando ultrasonografía para una evaluación continua encontraron que la ovulación se produce a las  $30.15 \pm 1.59$  horas y  $30.24 \pm 2.29$  horas respectivamente.

### **2.2.5 Formación de cuerpo lúteo luteólisis**

Del folículo roto después de la ovulación se desarrolla el cuerpo lúteo, el cual es responsable de la secreción de progesterona, la fase lútea en alpacas se inicia con un aumento de las concentraciones de progesterona y se sugiere que después del día 4 post ovulación los niveles son adecuados para ejercer el efecto inhibitorio en la presentación del celo (Leyva y García, 1999). El cuerpo lúteo se desarrolla en el ovario 3 a 5 días después de la cópula o la aplicación de hCG, con una elevación del nivel de progesterona entre 4 y 6 días después de la cópula (Adams, 1990).



A los 8 a 9 días postservicio el cuerpo lúteo alcanza su mayor tamaño hasta 16 mm de diámetro y mayor actividad secretora que va desde valores de 10 a 20 nmol/l (Sumar y García, 1986) si no hay gestación la vida media del cuerpo lúteo es de 8 a 9 días; ella comienza su regresión y reduce su diámetro a los 12 días poscópula para luego regresionar (luteólisis) declinando en tamaño y funcionalidad, regresando la progesterona a niveles basales (1nmol/l) y completando su total regresión el día 18 (Fernández-Baca et al, 1970a).

La disminución en los niveles de progesterona durante los días 9 a 12 postservicio coincide con un aumento en la frecuencia y amplitud en la secreción de la prostaglandina F<sub>2α</sub>, para luego continuar con bajos niveles (Sumar y García, 1986). La prostaglandina F<sub>2α</sub> (PGF<sub>2α</sub>) es el principal agente luteolítico en los rumiantes, causando la regresión del cuerpo lúteo, esta hormona es secretada de forma pulsátil en alpacas que no están preñadas por el endometrio hacia la circulación sistémica a través de las venas uterinas. Además, se ha observado un hecho particular en los camélidos, en la cual la actividad luteolítica en el cuerno uterino derecho es local y afecta solamente al cuerpo lúteo ipsilateral, mientras que el cuerno uterino izquierdo tiene un efecto local y sistémico, afectado el cuerpo lúteo de ambos ovarios (Aba et al, 2000). Esta diferencia en la actividad luteolítica puede explicarse por una diferencia en la anatomía vascular del útero, ovarios y oviductos, donde se ha observado que en el 90% de las hembras, la arteria uterina derecha es más gruesa y que sus ramificaciones proporcionan irrigación al cuerno izquierdo, mientras que la vena uterina izquierda tiene un diámetro mayor, esto condujo a la sospecha de que existen conexiones



arterio-venosas que permiten al cuerno izquierdo influir sobre la actividad funcional del ovario derecho (Del Campo et al, 1996)

Por tanto, si la cópula no es fértil, la alpaca retornará en celo a los 13 a 14 días postservicio, considerando que hembras con niveles inferiores a 0.9 nmol/L de progesterona aceptan al macho (Sumar y García, 1986).

### **2.2.6 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 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 ampulla 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.

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., 1986). Por otro lado, alpacas que reciben cópulas adicionales (en los días 4 y 5) tiene una mayor sobrevivencia embrionaria (Aparicio, 2001).

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).

### **2.3 Gestación temprana**

Poco después de la fecundación el huevo o cigoto comienza a dividirse aproximadamente una vez al día (difiere según la especie), a la vez que va recorriendo el oviducto hacia el útero, esto último facilitado por la acción de los estrógenos. En este proceso, la división se produce sin que aumente la masa celular. En la mayoría de las especies el embrión llega al útero de 3 a 5 días después de la fecundación, normalmente en la etapa de 16 células o blastómeros (Cunningham 2003). Al llegar a 16 o 32 blastómeros toma el nombre de mórula, proceso que en alpacas ocurre después de las 72 horas post-servicio (Novoa y Sumar, 1968). Se ha encontrado en el oviducto entre las 72 a 96 horas post servicio, estadios con 4, 8, 16 blastómeros (Bravo et al., 1996). Pérez (1996) hallaron a los 6 días post servicio en el oviducto el estadio de mórula y a los 7 días también halló Bravo et al. (1996).

Entre 4 a 8 días post ovulación se produce la rotura de la zona pelúcida y la salida del embrión por el punto de la rotura (el embrión se expande), esta fase



es conocida como blastocisto expandido o eclosionado, es ahí cuando comienza una fase de alargamiento y rápido crecimiento (Bazer et al., 1989), pasando de una forma esférica a una tubular; el momento en el que ocurre es variable según la especie y coincide con la migración uterina (Cunningham 2003). Pérez (1996) observó en alpacas a los 8 días post servicio características de blastocisto expandido. Se ha determinado que el desarrollo embrionario en camélidos, sin influencia de hormonas exógenas es el siguiente: a los 3 días post cópula el embrión se encuentra en fase de 4 a 8 células, el día 4 en fase de 8 a 16 células, al día 5 en fase de mórula, los días 6 y 7 en fase de blastocisto, los días 8, 9 y 10 en fase de blastocisto expandido (Bravo et al., 2004).

Durante la gestación temprana existe “señales” bioquímicas producidas por el embrión, antes de la implantación (Roberts, Leaman y Cross, 1992), para su reconocimiento maternal y así inhibir la actividad luteolítica de la prostaglandina F2 $\alpha$  uterina.

En alpacas, el reconocimiento maternal de la preñez se realizaría entre los días 11-13 post servicio, momento que se observa una caída transitoria de los niveles de progesterona, que coincide con el inicio de la regresión luteal en servicios infértiles, pero que es rescatada por la presencia del embrión (Adams et al., 1991).

Respecto a la regulación del sistema inmunológico de la madre en respuesta a la presencia del embrión (antígeno), se sabe en ovinos y vacas, que el interferón tau, la prostaglandina E2, la leche uterina en ovejas y una proteína similar en bovinos (estas dos últimas inducidas por la progesterona), serían las



sustancias involucradas en la disminución de la respuesta inmune, reduciendo el número de linfocitos favoreciendo la sobrevivencia del embrión (Hansen, 1993).

## **2.4 Métodos de diagnóstico reproductivo**

### **2.4.1 Diagnóstico por conducta sexual**

La conducta sexual de la hembra ofrece un medio simple y muy eficaz de diagnóstico precoz de gestación en la alpaca. Una hembra no preñada vuelve en celo 13 – 14 días después del servicio y permanece receptiva mientras no reciba un estímulo capaz de inducir la ovulación; en cambio, en caso de preñez, hay ausencia de celo y la hembra rechaza enérgicamente al macho (Fernández – Baca, 1968). Cárdenas et al. (2001) determinaron la fertilidad a los 16 días post servicio en llamas mediante conducta sexual en un 63.1% (101 de un total de 160) de hembras que rechazaron al macho consideradas como preñadas y 36.9% de hembras que aceptaron al macho (59 de un total de 160), siendo consideradas como vacías. Sin embargo, al ser sometidas al ecógrafo pudo observarse ovarios con cuerpos lúteos en regresión y folículos en desarrollo, y en este grupo se encontró que de las 59 hembras “vacías”, habían 12 preñadas (7.5%) que aceptaban al macho, coincidente con el reporte de Fernández – Baca (1970c) y Sumar, (1993) que indican que no todas las hembras que rechazaban al macho, están necesariamente preñadas. Sin embargo, cuando este método por conducta sexual se aplica a llamas y alpacas entre los días 70 y 125 post servicio la efectividad es del 84% y 95% respectivamente.

### **2.4.2 Diagnóstico por ultrasonografía**

La ultrasonografía es una técnica en la que se emplea ondas de sonido de alta frecuencia para producir imágenes de los tejidos blandos y órganos internos, las cuales pueden visualizarse a través de la pantalla del ecógrafo (Adams, 1995).



La técnica de ultrasonografía en reproducción bovina es muy solícita por el veterinario clínico y el especialista en biotecnología de la reproducción, ya que su aplicación confirma o desestima la valoración realizada por palpación rectal, constituyendo un medio diagnóstico de certeza en la dinámica de las ondas foliculares, desarrollo del cuerpo lúteo, la determinación del estado de gestación precoz, sexado de las crías y la evaluación de los procesos patológicos del sistema reproductor, entre otros usos (Bourke *et al.* 1992).

En los camélidos el estado reproductivo (estadíos ováricos) siempre ha sido examinado post – mortem o por laparotomías seriadas o laparoscopías seriadas. (Bourke *et al.* 1992). Recién con la introducción en el mercado de sondas pequeñas de alta frecuencia ha sido posible aplicar la técnica ultrasonográfica en ellos (Adams *et al.* 1989, 1990; Bravo *et al.*, 1990).

Se caracteriza a la ultrasonografía como una herramienta menos invasiva para la visualización repetida de los ovarios y tracto reproductivo. Es muy aplicada en especies de importancia económica comercial como el equino (Ginther, 1986 citado por Bourke, 1992) y bovino (Pierson y Ginther, 1988 citado por Bourke, 1992).

Bourke *et al.* (1992) realizaron el primer estudio que evaluó la técnica de ultrasonografía en llamas como herramienta que facilitara el monitoreo de la respuesta ovárica a la administración de hormonas exógenas. Técnica que fue bien tolerada y ha sido repetida a intervalos frecuentes sin efectos adversos.

En comparación con la palpación rectal, los folículos y cuerpo lúteo pueden ser diferenciados exactamente por sus diferentes imágenes ultrasónicas.



Sin embargo, se hace necesario el conocimiento de la anatomía regional para la localización y manipulación del tracto reproductivo (Bourke et al. 1992).

La confirmación de la ovulación se da por la desaparición del folículo pre-ovulatorio visualizado previamente. Pudiendo detectarse la ovulación en promedio 1.8 días después de una monta simple (Adams, 1995).

Sumar (1989) observó el estroma ovárico ecogénico y más brillante que el resto de estructuras ováricas, los folículos  $\geq 4$  mm emiten imágenes anecoicas o no ecogénicas (negras) redondeadas. El cuerpo lúteo puede ser observado entre los 3 – 4 días post servicio. El tamaño del cuerpo lúteo maduro es de 11 a 13 mm de diámetro y se observa como una estructura hipoecogénica con un área central ecogénica horizontal (Adams et al. 1989; Sumar, 1989).

En la no preñez, el útero se observa como una estructura ecogénica, densa y con un lumen no distinguible. Mientras que en hembras preñadas se distingue zonas no ecogénicas (Bourke et al. 1992) debido al fluido en el lumen uterino, detectado a los 14 días en un 100% de hembras (Sumar, 1989). La vesícula embrionaria puede detectarse en el cuerno uterino izquierdo (Adams et al. 1989) alrededor del día 12 post monta en alpacas (Bravo y Mayta, 2000).

## **2.5 Endocrinología de la reproducción**

### **2.5.1 Mecanismo neuroendocrino en el control reproductivo**

La reproducción es regulada por una compleja interacción entre el sistema nervioso, endocrino y reproductor. Los mecanismos fisiológicos se realizan en el eje hipotálamo-hipófisis-gónadas. Pero esta comunicación entre órganos se da gracias a sustancias mensajeras denominadas hormonas, que son liberadas desde una célula efectora hacia una célula



blanca. Además, el sistema nervioso central recibe información visual, olfativa, auditiva, táctil que van a ser procesados a nivel del hipotálamo. Este órgano está formado por grupos de cuerpos neuronales, que emiten sus axones hacia la eminencia media o hacia la hipófisis. La hipófisis es una glándula que se va dividir en adenohipófisis, neurohipófisis e hipófisis intermedia. Existe un sistema portal hipotálamo hipófisis, por el cual viajan transmisores hacia la adenohipófisis. La comunicación con la neurohipófisis es directa (Senger, 2005).

La progesterona ejerce su efecto por regulación directa de la transcripción de genes a través de receptores nucleares. La exposición previa a estrógenos, que induce la producción de receptores para progesterona, es requerida para que la progesterona pueda actuar en el tracto reproductivo. Por el contrario, la progesterona inhibe los receptores para estradiol y de este modo bloquea muchas de sus acciones que generalmente actúa como factores mitogénicos. En el útero, la progesterona actúa en el endometrio como un factor de diferenciación. Durante la fase folicular, los estrógenos inducen la proliferación de células en el endometrio; sin embargo, durante la fase luteal las elevadas concentraciones de progesterona inhiben la mitosis en el endometrio. También induce la diferenciación del estroma, estimula la secreción glandular en asociación con la acumulación de vacuolas basales en el epitelio glandular y cambia el patrón de proteínas secretadas por las células endometriales. Estas proteínas uterinas proporcionan un ambiente adecuado para soportar el desarrollo embrionario temprano (McCracken *et al.*, 1999).



Cuando no ocurre fertilización en rumiantes, los folículos presentes en la fase luteal empiezan a producir estrógeno, estimulando el aumento de receptores de oxitocina a nivel uterino para posteriormente estimular la secreción de prostaglandina  $F2\alpha$ , causando la luteólisis. La retroalimentación positiva de la cascada de oxitocina desde el CL al útero y de la  $PGF2\alpha$  desde el útero al CL probablemente sirve como un mecanismo que asegura la luteólisis, debido a que la oxitocina luteal serviría para amplificar las señales neurales de oxitocina siendo traducidas por el útero en pulsos de  $PGF2\alpha$  (McCracken et al., 1999). Conforme el folículo dominante crece, aumenta la producción de estradiol, el cual en los rumiantes ejerce un efecto de retroalimentación positivo sobre la secreción de GnRH en el hipotálamo y a su vez incrementa el número de receptores de GnRH en la hipófisis, desencadenando el pico preovulatorio de LH. Este folículo preovulatorio empieza a luteinizarse sus células de la granulosa y teca para la conformación del cuerpo lúteo y su posterior producción de la hormona progesterona. También se ha observado que la progesterona ejerce una retroalimentación negativa a nivel del hipotálamo y desensibiliza los gonadotrófos de la hipófisis, lo cual implica disminución de los niveles de gonatropinas circulantes (Noakes *et al.*, 2009).

### 2.5.2 Oxitocina

La oxitocina actúa en el músculo liso del endometrio durante el parto para aumentar las contracciones uterinas, y en las células mioepiteliales de las glándulas mamarias para provocar la salida de la leche en respuesta a la succión del pezón. Aparentemente el endometrio de las cerdas produce grandes cantidades de oxitocina al momento del reconocimiento maternal y esta producción aparenta tener una dependencia local con la presencia de blastocitos elongados (Trout et



al., 1995). Prince *et al.*, (1995), reportaron que la oxitocina participa en la modulación de la actividad del eje adreno-hipotálamo-pituitaria en cerdos. Se ha demostrado que el tratamiento con oxitocina influye en el desarrollo folicular en la rata y el ratón, aunque la participación de la gonadotropina en este efecto no pudo establecerse claramente. Sin embargo, existe evidencia de la presencia de receptores de oxitocina específicos en la adenohipófisis de la rata (Evans y Catt, 1989). En trabajos realizados se evidenció de que la oxitocina modula la acción de GnRh sobre la hipófisis anterior en la secreción de gonadotropinas (Evans, Hurd, Mason, 1995; Robinson, Evans, Catt, 1992).

La oxitocina es el estímulo más reconocido para la secreción pulsátil de  $PGF2\alpha$ , la cual es responsable de iniciar la luteólisis en los ungulados domésticos (Silvia *et al.*, 1991; Mirando *et al.*, 1996; McCracken, *et al.*, 1999). El rol de la oxitocina en promover la secreción luteolítica de  $PGF2\alpha$  ha sido bien establecido en ovejas, pero no en cerdas (Mirando *et al.*, 1996).

La oxitocina actúa en la musculatura lisa produciendo contracciones, incrementando la frecuencia de contracción en el oviducto, ayudando así en el transporte de los gametos femenino y masculino a través de éste. El estrógeno mejora la respuesta de la musculatura lisa y la hace más sensible a la oxitocina (Hafez, 1993).

En el ovario, la oxitocina es contenida dentro de pequeños gránulos densos localizados en las células lúteas grandes. Se ha demostrado la habilidad de la  $PGF2\alpha$  para estimular *in vivo* la liberación de oxitocina por el cuerpo lúteo en borregas. La  $PGF2\alpha$  en el sistema linfático del ovario actúa local y directamente para estimular la secreción ovárica de oxitocina (Fleet *et al.*, 1994).



Tavener y Green (1959), hacen reseña del uso de la oxitocina: que al ser inyectada a un animal podía causar espasmo de la musculatura vaginal y que el órgano respondía más cuando la vaca estaba en estro o preñada, y que unas horas después de la ovulación el útero respondía menos y volvía a ser refractario hasta el inicio del siguiente período del estro, mientras que las vacas en otras fases del ciclo estral responden como vacas no preñadas.

En rumiantes, la oxitocina secretada del cuerpo lúteo y liberada dentro de la vena ovárica, se fija a receptores endometriales para oxitocina y estimula la secreción pulsátil de PGF2alfa uterina necesaria para la luteólisis (Whiteaker et al., 1994), a su vez la prostaglandina por sí, puede estimular la secreción de oxitocina por el cuerpo lúteo, en el venado se demostró que el útero es sensibilizado por la oxitocina al momento del estro o antes de éste (Flint *et al.*, 1994).

En resumen, la concentración de receptores para oxitocina miometriales parece ser regulada por los estrógenos. Estos efectos pueden ser directos, como por la administración de estrógenos o puede ser resultado de una reducción en la concentración de un antagonista de los estrógenos como la progesterona en las ratas gestantes a término (Soloff, 1982).

## **2.6 Glándula mamaria y Lactación**

Alrededor de los alvéolos y conductos de la glándula mamaria se encuentra un conjunto de células mioepiteliales que son sensibles a la oxitocina. Esta produce la contracción de dichas estructuras y la leche es expulsada hacia el conducto galactóforo, de donde es extraída por succión durante la lactancia (Soloff, 1982).



Se ha demostrado que con la administración de oxitocina antes del amamantamiento se obtiene mayor cantidad de leche (Schwulst et al., 1966). No existe hormona liberadora de la oxitocina. La oxitocina se libera en respuesta a estímulos visuales o táctiles asociados con el amamantamiento o el ordeño o por la contracción del miometrio durante la labor de parto (Sorensen, 1982; Galina et al., 1991).

La fisiología de la lactación abarca el desarrollo de la glándula mamaria desde la etapa fetal hasta la edad adulta, el desarrollo futuro durante la preñez y el inicio de la lactancia con los consecuentes sucesos adaptativos metabólicos y de comportamiento (Glauber, 2007).

En un animal lactante, la secreción de leche es un proceso continuo regulado hormonalmente. El desarrollo normal de la glándula mamaria es el resultado del sinergismo entre las hormonas adenohipofisarias y las del ovario. La prolactina, los estrógenos y la progesterona, por efecto conjunto, ocasionan la proliferación de la glándula mamaria (Smidt y Ellendorff, 1972).

## **2.7 Control Endocrino de la Lactación**

En las hembras lactantes, la hormona Prolactina PRL interviene en la síntesis y secreción de leche (Travers, et. al. 1996), y para su eyección durante la lactación participa el efecto de la hormona Oxitocina (Young, et al. 1996; Nishimori, et al. 1996). Los niveles de estas hormonas son altos, durante el periodo de máxima producción de leche, que en alpacas ocurre entre los días 7 y 15 de lactación (Leyva, et al. 1983b; Jiménez, 1984), y se ha reportado que niveles altos de PRL inhibe la secreción pulsátil de LH (Cohen-Becker, et al. 1986; Voogt, et al., 1987), inhibiendo así la foliculogénesis ovárica y la síntesis de estradiol (Gregerson. 2006). La PRL también actúa directamente sobre el ovario y



contribuye a la descomposición de cuerpo lúteo en muchas especies de mamíferos, incluido los humanos. Estos efectos-anti gónada se manifiestan durante la lactancia en humanos y en la hiperprolactinemia clínica. Esto se conoce como infertilidad por lactancia y aunque la lactancia materna se ha promovido como un medio neutral de anticoncepción. Mientras que varios estudios en humanos y animales domésticos, sobre la Oxitocina, además de demostrar su participación en el proceso de ovulación (Manizheh, et al. 2007), muestra que su aplicación alrededor de los periodos de luteólisis y pre ovulatorio puede determinar variabilidad marcada en la vida del cuerpo lúteo (McCracken, et al. 1999) y en el tiempo de ovulación (Dyck, 1996), de manera que el efecto de estas hormonas, pueden afectar no solo el logro del pico pre ovulatorio de LH si no también el proceso de ovulación. La secreción de leche comienza en cantidades reducidas, antes del término de la gestación (Ferrando, 1983). La hormona del crecimiento juega un papel importante en la galactopoyesis puesto que junto con la prolactina son liberados por el estímulo táctil de los pezones durante el ordeño o bien en la succión del recién nacido (Hart y Linzell, 1977). Pero, al mismo tiempo, el olor de las crías constituye un estímulo para la secreción de PRL favoreciendo el amamantamiento (Mena y Grosvenor, 1972). La succión del pezón durante el amamantamiento es el estímulo que más sea estudiado en relación con la secreción de PRL. Se ha definido como un reflejo neuroendocrino que se impone frente a la secreción pulsátil circadiana de PRL (Freeman et al., 2000).



## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. LUGAR DE ESTUDIO

El trabajo de investigación se ejecutó durante 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.s.n.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

##### 3.2.1 Animales

Se emplearon 118 alpacas hembras adultas vacías, con historia de parto, de las cuales 76 estuvieron con cría en fase en lactancia temprana y 42 sin cría, y para el empadre se utilizaron machos del plantel de reproductores con capacidad fértil comprobada a través de su historia reproductiva del CE la Raya, UNA – Puno. El experimento se adaptó al manejo que realiza el centro.

##### 3.2.2 Instalaciones materiales y equipo

###### 3.2.2.1 Instalaciones

Para el trabajo realizado se contó con las siguientes instalaciones:



**Canchas de pastoreo.** - Se contó con potreros destinados a la parición, divididos en dos áreas, en la primera referida como cancha de parición se mantuvo a las madres que aún estaban gestando y a las madres con crías entre 8 y 10 días de edad y en la segunda (cancha de tantaje) a madres con crías mayor a 10 días de edad y a las hembras vacías sin cría. Se acondicionó un potrero exclusivamente para machos, y otro box para los dos primeros días del trabajo en las que se controló la lactación y la aplicación de oxitocina (grupos G1, G2 y G3) de acuerdo al diseño experimental.

**Boxes o cubiles de empadre.** - Se acondiciono 5 boxes en base a malla de alambre, y un pasadizo entre ellos para la circulación y movimiento de los animales durante el empadre. Se utilizaron los siguientes materiales: Malla de alambre, clavos, combo, pico, alicates, etc.

### 3.2.2.2 Materiales

**En el empadre controlado.** - Se utilizó pintura esmalte de varios colores, libreta de campo, cronómetro, sogas, marcadores (números metálicos).

**En el control de la lactación en alpacas con cría de G2 y G3.**- Se utilizó rafia de varios colores para identificación de crías y bozales (Llucos) para evitar el amamantamiento entre lactancias.

**En la aplicación hormonal en G1.**- Se empleó jeringas de tuberculina con sus respectivas agujas, algodón, alcohol y oxitocina.

## 3.3. METODOLOGÍA

Las 118 alpacas, fueron seleccionadas al azar del rebaño de hembras adultas de plantel. Se examinó el estado sanitario y que todas presenten celo, determinado en base a la receptividad sexual al macho, las mismas que fueron distribuidas

aleatoriamente en función a su estado fisiológico (días de lactación) en los grupos de acuerdo al diseño experimental:

Los machos utilizados para el empadre controlado, fueron evaluados, a través del examen clínico de los órganos genitales y el comportamiento sexual.

### 3.3.1. Diseño experimental

De acuerdo al estado fisiológico las hembras fueron distribuidas en los siguientes grupos experimentales:

G0: Grupo Control (20) = alpaca sin cría

G1: Grupo Oxitocina (22) = alpaca sin cría + Oxitocina

G2: Grupo Lactación 15 días (40) = alpaca con cría de 15 días de lactación

G3: Grupo Lactación 30 días (36) = alpaca con cría de 30 días de lactación

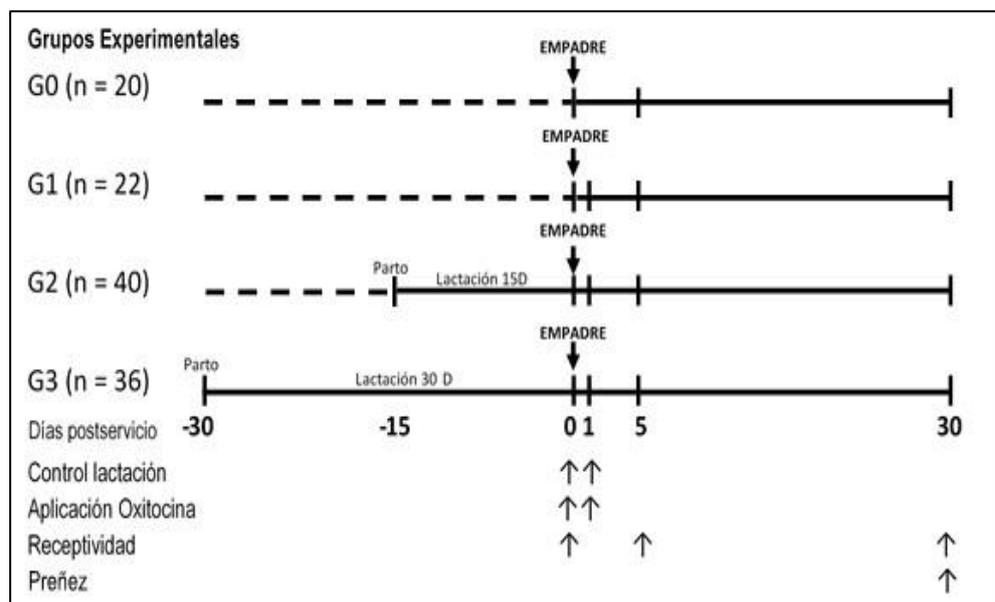


Figura N° 1. Esquema del Diseño Experimental

Las hembras de G1 recibieron después del empadre, vía IM, 7 UI de oxitocina en tres ocasiones a un intervalo de 4 horas, 8:00, 12:00 y 16:00 hs. por dos días consecutivos. grupo que simula la lactación (succión de la cría), (Leyva et al., 1983ab).



En los grupos G2 y G3 entre las 18:00 y 19:00 hs. del día anterior al empadre, se colocó a las crías un bozal de malla alrededor del hocico para evitar que lacten a la madre hasta las 6:00 hs. del día siguiente, permitiéndose luego el amamantamiento a término e inmediatamente después se evitó la lactación usando el mismo método descrito, seguido por el amamantamiento al mismo intervalo de tiempo usado para el grupo G1, por dos consecutivos días. Durante todo este proceso madres y crías se mantuvieron juntos en una pradera para el pastoreo, previsto de un área apropiada para el manejo de las actividades descritas.

El día 15 y día 30 de lactación en G2 y G3 respectivamente se realizó el empadre en horas de la mañana (7 a 8 horas), luego del apareamiento se dejó que la cría lacte, tal como se describió en el párrafo anterior, de tal manera que la cría lactó 3 veces por día (8, 12 y 16 hs /2 días).

Durante el empadre controlado, todas las hembras recibieron un servicio del macho con una duración de 15 a 20 minutos.

La detección de la ovulación y preñez se realizó el día 5 y 30 después del empadre, vía confrontación al macho (considerándose el rechazo al macho como ovulación o preñez y la aceptación como no ovulación o no preñez),

### 3.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

La tasa de ovulación, receptividad sexual y preñez de los grupos experimentales fue analizada mediante la prueba estadística de Ji – cuadrada de 4 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 positivos o negativos

$e_{ij}$  = Valor esperado de casos positivos o negativos.

Adicionalmente se utilizó la prueba estadística Análisis de Correspondencia Simple, para observar la asociación entre grupos experimentales con la ovulación y la preñez.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. EFECTO DE LA LACTACIÓN Y LA OXITOCINA EN LA TASA DE OVULACIÓN EN ALPACAS.

La ovulación evaluada el día 5 post cópula evidencia que el 73.7% de las alpacas que fueron empadradas (87/118) ovularon; verificado por el comportamiento sexual de la hembra frente al macho (rechaza o acepta).

Dentro los grupos experimentales se observa, que el mayor porcentaje de hembras que ovularon se presentó en el grupo de 30 días de lactación (G3) con un 77.8%; seguido del grupo G1 y G2 con 72.7% y 60% respectivamente (Fig. N°2; Tabla N°1);



Figura N° 2. Tasa de ovulación a los 5 días postcópula de los diferentes grupos experimentales: Grupo control (G0), grupo oxitocina (G1), grupo 15 días de lactación (G2) y grupo 30 días de lactación.

en contraste con el grupo control que muestra un 95%, siendo estadísticamente significativa ( $p < 0.05$ , Anexo 1), y que al evaluar estas variables por el análisis de correspondencia simple (Grafico 1 de Anexos), se observa que los grupos G1 y G2 muestran un acercamiento a la variable no ovuló, mientras que el G0 y G3 muestran

un acercamiento a la variable ovuló, lo que nos permite corroborar lo antes mencionado.

Tabla N° 1. Porcentaje de ovulación a los 5 días post copula de los grupos experimentales. grupo control (G0), grupo oxitocina (G1), grupo 15 días de lactación (G2) y grupo 30 días de lactación (G3).

Grupos Experimentales	Número de animales	Ovulación	
		n	%
Grupo G0	20	19	95.0
Grupo G1	22	16	72.7
Grupo G2	40	24	60.0
Grupo G3	36	28	77.8
TOTAL	118	87	73.7

Los resultados de este estudio muestran que las alpacas que fueron empadradas con 15 días de lactación (G2) presentaron el menor porcentaje de ovulación (60%), este grupo al estar en el periodo de máxima producción láctea (Leyva, et al. 1983b; Jiménez, 1984), tendría los niveles de prolactina y oxitocina elevados, coherente con reportes que indican que niveles altos de PRL inhibe la secreción pulsátil de LH (Gregerson, 2006; Cohen-Becker, et al. 1986; Voogt, et al., 1987), por otro lado se reporta que el tratamiento con oxitocina influye en el desarrollo folicular y existe evidencia de la presencia de receptores de oxitocina específicos en la hipófisis anterior de la rata (Evans and Catt; 1989) y la demostración de que la oxitocina modula la acción de la GnRH sobre la hipófisis anterior en la secreción de gonadotropinas (Evans, et al, 1995, Robinson, et al., 1992). Tallam, et al., (2000) al aplicar oxitocina en días previos al estro y durante el estro en vaquillas reporta que estos niveles altos de oxitocina en vaquillas alargan el ciclo estral, indicando que hubo prolongación marcada en el tiempo de ovulación y extrapolando este efecto en los resultados de G1 del presente trabajo,



sugiere interferencia reproductiva por fallas de ovulación y/o fertilización (envejecimiento de los gametos) (Ratto et al., 2003; Vaughan et al., 2003) y en G2 la ocurrencia de este mismo efecto asociado a una involución completa del útero (Bravo et al., 1995a). Escasos estudios en alpacas reportan entre 28 y 30 días el retorno del útero a su estado normal después del parto (Excelmes, 2005). Sin embargo, las alpacas al ser animales de ovulación inducida, y en este grupo G2, al estar en celo y al copular se habría inducido la liberación de LH, produciéndose la ovulación, pero en un porcentaje menor respecto a G1, G3 incluido el control. Un efecto similar habría ocurrido en el grupo de alpacas con oxitocina (G1), pero sin la acción de la prolactina al no ser lactante, por ello un porcentaje ligeramente mayor (72%).

Respecto al grupo lactación 30 días, que presento la mayor ovulación (G3=77.8%), después del grupo control, podría ser el efecto de la disminución drástica de la producción de leche (60% reportado por: Leyva et al., 1983a; Leyva et al., 1983b) como consecuencia de la disminución de los niveles hormonales de la PRL y Oxitocina, hormonas que limitan el desarrollo folicular (Soutelo and Faraj 2015) y el proceso de ovulación (Lamb et al., 1997) respectivamente y por otro lado a una involución completa del útero.

#### **4.2. EFECTO DE LA LACTACIÓN Y LA OXITOCINA EN LA TASA DE PREÑEZ EN ALPACAS**

En la Tabla N°2 y Fig 3, se muestra que el grupo G3 (alpacas de 30 días de lactación) obtuvo el mayor porcentaje de preñez que el resto de los grupos experimentales y es más notorio al compararlo con G2 (30%), diferencia que muestra una tendencia estadística ( $P < 0.05$ , Anexo 3). Esta diferencia estadística puede ser más apreciada con el análisis de correspondencia simple (Grafico 2 del

Anexo), donde G3 tiene un mayor grado de relación con la variable preñez, mientras que G2, empadrada a los 15 días de lactancia, muestra un grado de relación muy cercano a la variable vacía.

Tabla N° 2. Porcentaje de preñez a los 30 días post copula de los grupos experimentales: grupo control (G0), grupo oxitocina (G1), grupo 15 días de lactación (G2) y grupo 30 días de lactación (G3).

Grupos Experimentales	Número de animales	Preñez		Falla en la fertilización o mortalidad embrionaria	
		N	%	n	%
Grupo G0	20	10	50.0	9	45.0
Grupo G1	22	10	45.5	6	27.3
Grupo G2	40	12	30.0	12	30.0
Grupo G3	36	20	55.6	8	22.2
TOTAL	118	52	44.1	35	29.7

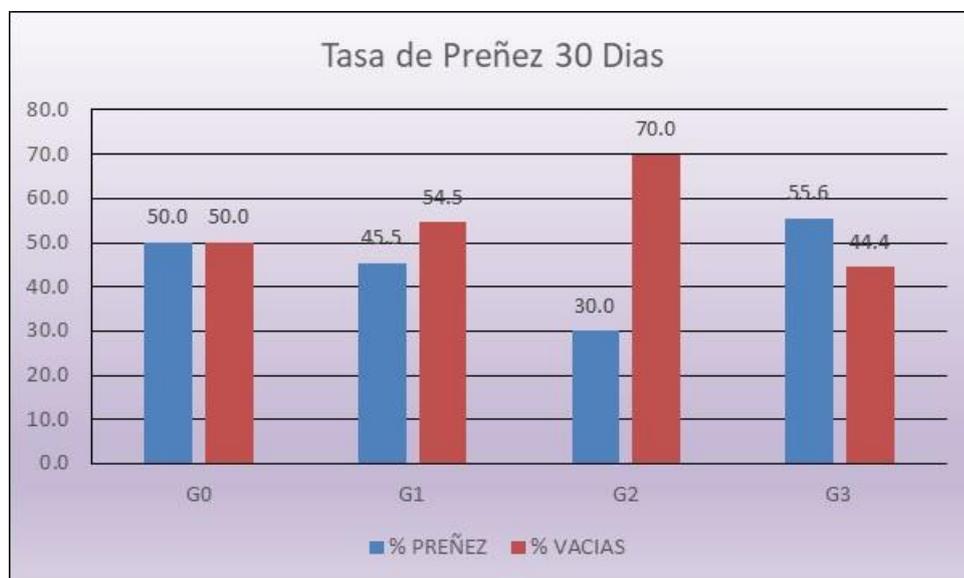


Figura N° 3. Tasa de preñez a los 30 días postcópula de los diferentes grupos experimentales: Grupo control (G0), grupo oxitocina (G1), grupo 15 días de lactación (G2) y grupo 30 días de lactación (G3).

El empadre seguida de la ovulación debe resultar en fertilización y gestación, sin embargo, en el presente estudio resulto en una tasa baja de preñez



en relación a la tasa de ovulación (Tabla N°2), lo que indicaría la ocurrencia de fallas en la fertilización o pérdida embrionaria temprana. Es probable que en G0 (grupo control) con la mayor tasa de ovulación, el proceso de fertilización fue alterado (Adams and Domínguez, 2007; Vaughan et al., 2013) reduciendo la viabilidad del embrión (Sumar et al., 1993) resultando más adelante en mortalidad embrionaria temprana (Bravo et al., 1995b; Cárdenas et al., 2003), por problemas reproductivos que usualmente ocurre en hembras vacías. Leyva (1989), en rebaños de pequeños productores de alpacas y comunidades encontró que las hembras vacías (de la campaña anterior), tuvieron el menor porcentaje de preñez (29%) que el resto de clases de alpacas y de estas el 32% presento metritis en diferente grado de presentación. Sumar (1983), en alpacas que quedaron vacías en la campaña de empadre, encontró además de presencia de metritis alteraciones en los ovarios, compatibles con la infertilidad (Vaughan et al., 2006). Estos mismos efectos pueden haber ocurrido en menor grado en los otros grupos experimentales.

El efecto de la relación de los días post parto y el empadre puede expresarse en la viabilidad del desarrollo embrionario temprano sobre todo en el periodo del reconocimiento maternal de la no preñez que ocurre en alpacas gestantes entre los días 9 y 11, cuando los niveles de leche se encuentran en incremento y en su máxima producción por efecto de los niveles altos de prolactina y somatotropina hormonas que afectan la secreción de LH, necesario para el establecimiento y desarrollo del cuerpo lúteo y desarrollo folicular (Farín et al., 1987; Bravo et al., 1991b); también es probable la presencia de niveles razonablemente alto de oxitocina que interviene en el proceso de involución uterina (Khatri et al., 2013), sin embargo, es debatible su efecto en el desarrollo



embrionario temprano y del cuerpo lúteo. Por tanto, es factible la disminución del efecto de estas hormonas en estadios más avanzados en la gestación temprana, cuando disminuye significativamente los niveles de producción láctea, lo que explicaría la mejor respuesta en tasas de ovulación y preñez y menor tasa de mortalidad embrionaria por el grupo de alpacas empadradas en el día 30 de lactación (G0). En alpacas en este estadio de lactación la producción de leche disminuye entre 60 y 70% (Leyva et al., 1983b; Jiménez et al., 1987).



## V. CONCLUSIONES

A través de los resultados obtenidos podemos concluir que:

En alpacas, el efecto de la lactancia materna a los 15 días posparto ( $G_2=60\%$ ), y el grupo con oxitocina ( $G_1=72.7\%$ ) evidencian una tendencia porcentual menor de ovulación, respecto al efecto de la lactancia materna a los 30 días posparto ( $G_3=77.8\%$ ) y sin lactancia ( $G_0=95\%$ ) ( $P<0,05$ ).

Se evidencia que el efecto de la lactancia materna a los 30 días posparto ( $G_3=55.6\%$ ) y la no lactancia ( $G_0=50.0\%$ ) muestra una tendencia porcentual mayor de preñez, en comparación con el efecto de la lactancia materna a los 15 días posparto ( $G_2=30.0\%$ ) y las que recibieron oxitocina ( $G_1=45.5\%$ ).

Afirmando que el momento de la lactación durante el empadre en alpacas influye tanto en la ovulación, como en la preñez.



## VI. RECOMENDACIONES

Es recomendable realizar nuevos estudios en la evaluación de la oxitocina sobre la ovulación, para poder precisar el comportamiento de esta hormona durante la lactación en alpacas.



## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aba, M.A.; H. Kindahl; M. Forsberg; M. Quiroga; M. Auza. (2000). Levels of progesterona and changes in prostaglandina (PGF $2\alpha$ ) release during luteolysis and early pregnancy in llamas and the effect of treatment with flunixin meglumine. *Anim Reprod Sci.* 59 (1-2): 87 – 97.
- Adams, G.P.; P. Griffin; O. Ginther. (1989). In situ morphologic dynamics of ovaries, uterus and cervix in llamas. *Biol Reprod* 41(3): 551 – 558.
- Adams G., Sumar, J.; Ginther, O. (1990). Effects of lactational and reproductive status on ovarian follicular waves in llamas (*Lama glama*). *J Reprod Fertil.* 90: 535-545.
- Adams, G., Sumar, J., & Ginther, O. (1991). Form and function of the corpus luteum in llamas. *Anim. Reprod. Sci.* 24:127-138.
- Adams, G.P. (1995). Sex, Ultrasound and the female llama. In *Exotic Animal Medicina.* p: 332 – 342.
- Adams, G., and Domínguez, M. (2007). Pregnancy diagnosis in llamas and alpacas. In Youngquist, R.S., Threlfall, W.R. (Eds.), *Current Therapy in Large Animal Theriogenology 2.* Saunders Elsevier, St. Louis (pp. 889–895).
- Aller, J., Cancino A K y Rebuffi G E y Alberio R H (1999). Inducción de la ovulación en llamas (ovulation induction in llamas) In: *Proceedings of the Second World Congreso on Camelids, Cusco, Perú, 4-7 November.* pp: 91.
- 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.
- Aparicio, M., Leyva, V., Novoa, C., y García, W., (2003). Efecto de la copulación durante el celo post-Ovulatorio en la mortalidad embrionaria en alpacas. *Rev Inv Perú.* 14 (1): 24-32
- Apaza, M., Málaga, J., Bravo, W. (1999). El endometrio uterino de la alpaca al empadre y en el periodo postparto. In: *Res. II Cong. Mund. Sobre Camélidos. Cusco-Perú.* p85.



- Arthur, G.; E. Noakes; H. Pearson. (1991). Reproducción y obstetricia Veterinaria. 6a ed. p 498-500. Ed. Internamericana McGraw-Hill.
- Bazer, F.; Vallet, J.; Roberts, R.; Sharp, D.; Thatcher, W. (1986). Role of conceptus secretory products in establishment of pregnancy. *J. Reprod. Fertil.* 76(2): 841-850.
- Bazer, F., Geisert, R., & Zavy, M. (1989). Fecundación, división e inseminación. In: 343 Reproducción e Inseminación Artificial en Animales. Cap. 10. Ed. E.S.E. Hafez. 344 Ed. Interamericana McGraw-Hill. México. pp 227-247.
- Bourke, D.; G. Adams; C. Kyle. (1992). Ultrasonography as an aid to controlled breeding in the llama (*Lama glama*). *Vet Rec.* 130: 424 – 428.
- Bravo, W., Stabenfeldt, H., y Lasley, L. (1990). Dinámicas del ovario folicular en la llama. *Biología de la reproducción.* 43-45: 579-583.
- Bravo, P. W., Stabenfeldt, G. H., Fowler, M. E., and Lasley, B. L. (1991a). Urinary steroids in the periparturient and postpartum periods through early pregnancy in llamas. *Theriogenology*, 36(2), 267–278. [https://doi.org/10.1016/0093-691X\(91\)90385-Q](https://doi.org/10.1016/0093-691X(91)90385-Q)
- Bravo, P., Stabenfeldt, G., Lasley, B., and Fowler, M. (1991b). The effect of ovarian follicle size on pituitary and ovarian responses to copulation in domesticated south american camelids. *Biology of Reproduction*, 45, 553–559.
- Bravo, W., Fowler, M. and Lasley, V. (1994). The postpartum llama: Fertility after parturition. *Biology of Reproduction*, 51, 1084–1087. <https://doi.org/10.1095/biolreprod51.6.1084>
- Bravo W., Lasley B L y Fowler M E (1995a). Resumption of ovarian follicular activity and uterine involution in the postpartum llama. *Theriogenology*, 44(6), 783–791. [https://doi.org/10.1016/0093-691X\(95\)00265-A](https://doi.org/10.1016/0093-691X(95)00265-A)
- Bravo W., Pezo D., and Alarcón V. (1995b). Evaluation of early reproductive performance in the postpartum alpaca by progesterone concentrations. *Animal Reproduction Science*, 39(1), 71–77. [https://doi.org/10.1016/0378-4320\(94\)01374-U](https://doi.org/10.1016/0378-4320(94)01374-U)



- Bravo W., Moscoso J., Ordoñez C. y Alarcon V. (1996). Transport of spermatozoa and ovarian in female alpaca. *Anim. Reprod. Sci.* 43, 2-3.
- Bravo, W. M., J. A. Sidkmore and X. Zha. (2000). Reproductive aspects and storage of semen camelids. *Anim. Reprod. Sci.* 62, 173-193.
- Bravo, W.P.; M. Mayta. (2000). Growth of the conceptus in alpacas. *Amer J Vet Res* 61(12): 1508 – 1511.
- Bravo, W., Cosio, E., Alarcón, V., Ordoñez, C., (2004). The first 10 days of the alpaca embryo. In: 15th International Congress on Animal Reproduction. 933 Abstract. Porto Seguro-Brazil. pp84.
- Brown B. (2000). A review on reproduction in South American camelids. *Anim Reprod Sci.* 58: 169-195.
- Bustinza V. (2001). La alpaca, conocimiento del gran potencial andino. Puno. Univ. Nacional del Altiplano. 343 pág.
- Butler, W. R. (2003). Energy balance relationships with follicular development ovulation and fertility in postpartum dairy cows. *Livestock Production Science*, 83(2–3), 211–218. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(03\)00112-X](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(03)00112-X)
- Cardenas O., Ratto M., Cordero A., and Huanca W. (2003). Evaluación de perdida fetal temprana en llamas mediante ultrasonografía. In *Memorias del III Congreso Mundial Sobre Camelidos*. Potosi - Bolivia: Vol. Tomo II (pp. 709–7011).
- Cárdenas, O.; M. Ratto; A. Cordero; W. Huanca. (2001). Determinación de la fertilidad en llamas con un servicio, mediante conducta sexual y ecografía. *Rev. Inv. Pec. Suplemento 1*: 467 – 469. XXIV Reunión Científica Anual Peruana de Producción Animal. FMV – UNMSM.
- CENAGRO, (2012). Censo Nacional Agropecuario. Resultados finales, julio 2013 Perú.
- Cohen-Becker, I.; M. Selmanoff and P. Wise. (1986). Hyperprolactinemia alters the frequency and amplitude of pulsatile luteinizing hormone secretion in the ovariectomized. *Neuroendocrinology* 42: 328-333.



- Cunningham, J., (2003). Fisiología Veterinaria. Elsevier. España. 3era Edición. P. 363-592.
- Del Campo, M., Del Campo, H., y Ginther, O. (1996). Vascular provisions for a local utero-ovarian cross-over pathway in New World Camelids. *Theriogenology*. 46: 983-991.
- Dyck, G. (1996). The effect of oxytocin on the time of ovulation, conception, and embryonic survival in swine. *Can. J. Anim. Sci.* 76: 541-545.
- Elwishy, A. B. (1992). Functional morphology of the ovaries of the dromedary camel. In: Allen W R, Higgins A J, Mayhew I G, Snow D H y Wade J F (Eds), *Proc. Inst Camel Conf*. R&W Publications (Newmarket), UK. p. 149-154.
- England B G, Foote W C, Cardozo A G, Matthews D H, y Riera S (1971): Oestrus and mating behaviour in the llama (*Lama glama*). *Anim. Behav.* 19, 722-726.
- Escobar R C (1984): Mating, parturition. In: Hennig, R. (Ed.), *The llama, animal breeding and production of South American Camelids*. Talleres Graficos de abril, Lima-Perú. pp: 358, 103-139; 229-247.
- Evans JJ, Catt KJ. (1989) Gonadotrophin-releasing activity of neurohypophysial hormones: II. The pituitary oxytocin receptor mediating gonadotrophin release differs from that on corticotrophs. *J Endocrinol* 1989; 122:107-116.
- Evans JJ, Hurd SJ, Mason DR. (1995) Oxytocin modulates the luteinizing hormone response of the rat anterior pituitary to gonadotrophin-releasing hormone in vitro. *J. Endocrinol* 145: 113-119.
- Excelmes A. (2005). Estudio macro-microscópico de la involución uterina postparto en alpacas. In Tesis MSc. - EPG. Universidad Nacional del Altiplano. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/613>.
- Farin C.E., Nett T.M., Niswender G.D. (1987). Role of LH in the cellular development of corpora lutea in hypophysectomized ewes. *Biol. Reprod.* 36 (Suppl 1): 169.
- Fernández – **Baca, S.** (1968). Estudios sobre la Reproducción en la Alpaca (*vicugna pacos*). 3er Boletín Extraordinario. IVITA. Lima. pp: 33 – 42.



- Fernández-Baca S, Maden D H L y Novoa C (1970a): Effect of different mating stimuli on induction of ovulation in the alpaca. *J. Reprod. Fert.* 22, 261-267.
- Fernández – Baca, S.; W. Hansel; C. Novoa. (1970c). Embryonic mortality in the alpaca. *J Biol Reprod.* 3: 252 – 261.
- Fernández-Baca S (1971): La alpaca, reproducción y crianza. *Boletín de Divulgación* N° 7. IVITA. UNMSM, Lima-Perú. pp: 14-38.
- Fernández Baca, S., Sumar, J., y Novoa, C. (1972). Comportamiento sexual de la alpaca macho frente a la renovación de hembras. *Rev. Inv. Pec. IVITA Perú* 1(2): 115-128.
- Fernández Baca S. (1993). Manipulation of reproductive functions in male and female new world camelids. *Anim Reprod Sci.* 33: 307-323.
- Ferrando, G. (1983). Bases fisiológicas del desarrollo y función de la glándula mamaria. En: *Producción Caprina. Dpto. Extensión Centro Estudios Zonas Áridas. Universidad de Chile. Chile, 25 pp.*
- Fleet, I.R.; A.J. Davis; J.A. Goode; M. Hamon; R.J. Collier and R.B. Heap. (1994). Unilateral control of ovarian oxytocin release and the facilitatory effects of insulin like growth Factor-I in sheep. *J. Reprod. And Fert.* 100:623-628.
- Flint, A.; Sheldrick, E. (1986). Ovarian oxytocin and the maternal recognition of pregnancy. *J. Reprod. Fertil.* 76(2): 831-839.
- Flint, A.P.F.; H.N. Jabbour and A.S.I. Loudon. (1994). Oxytocin stimulates uterine prostaglandin F2alfa secretion in Red Deer *Cervus elaphus*. *Reprod. Fert Dev.* 6:269-271.
- Fowler, M. E. (1989). *Medicine and surgery of south American camelids llama, alpaca, vicuña, guanaco*, Iowa state University Press, Ames.
- Fowler ME. (1998). *Medicine and surgery of South American camelids: llama, alpaca, vicuña, guanaco*, 2nd ed., Iowa State University Press; 1998.
- Franco E, Sumar J. y Varela M. (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.



- Freeman, K. M., Kanyicska, B., Lerant, A., y Nagy, G. (2000). Prolactin: structure, function, and regulation of secretion. *Physiological Reviews*, 80(4), 1523-1631.
- Galina, C.; A. Saltiel; J. Valencia; J. Becerril; G. Bustamante; A. Calderón; A. Duchateau; S. Fernández; A. Olgún; R. Páramo y L. Zarco (1991). *Reproducción de animales domésticos*. Ed. Limusa.
- Gallegos, R.F. (2013). Índices productivos de alpacas del Centro de Investigación y Producción “La Raya”. *Rev. Investig. Altoandin*. Vol 15 Nro 2: 255 - 262
- Glauber, C. E, (2007). Fisiología de la lactación en la vaca lechera. *Veterinaria Argentina*, 24(234):274-2
- Gregerson, K. (2006). Prolactin: Structure, Function, and Regulation of Secretion. In Knobil and Neill's. (Third Edition). *Physiology of Reproduction*. Elsevier, pp. 1703-1719.
- Guilbride P D L y Moro M (1995): Mating behaviour in alpacas. *Veterinary Institute for Tropical and High-Altitude Research Quarterly Review (October-December)*. 8.
- Guillmot, M., (1995). Cellular interactions during implantation in domestic ruminants. *Journal of Reproduction and fertility supplement* 49:39-51.
- Hansen, P. (1993). Reproductive immunology of pregnancy in cattle and sheep. In: I Simposium Internacional. *Avances en Reproducción en Rumiantes (17 y 18 julio)*. Asociación Peruana de Producción Animal (APPA). Perú: Lima. pp.87-98.
- Hafez, E. (2000). *Reproducción e Inseminación artificial en animales*. 7ma. Ed. Edit. 990 Interamericana – Mc Graw Hill. México. P.224-230pp.
- Hafez, ESE. (1993). *Reproduction in farm animals*. Philadelphia, USA: Lea y Febiger. 573p.
- Hansen, P. (1993). Reproductive immunology of pregnancy in cattle and sheep. In: I Simposium Internacional. *Avances en Reproducción en Rumiantes (17 y 18 julio)*. Asociación Peruana de Producción Animal (APPA). Perú: Lima. pp.87-98.
- Hart, I.C. y J.L. Linzell. (1977). An analysis of specific stimuli causing the release of prolactin and growth hormone at milking in the goat. *J. End.* 72: 163-171.
- Huanca W, Cárdenas O, Olazábal C, Ratto M, Adams GP (2001): Efecto hormonal y empadre sobre el intervalo a la ovulación en llamas. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*. 1, 462-463.



- Huanca T. y Naveros M. (2012). Empadre en alpacas. Instituto Nacional De Innovación Agraria – INIA. Serie-Folleto N° 03
- Jiménez J. (1984). Efecto de la edad sobre la producción de leche de alpacas bajo condiciones de pastura natural. Tesis de Bachiller en medicina veterinaria. Facultad de Medicina Veterinaria, Univ. Nacional Mayor de San Marcos. Lima. 32 p.
- Jiménez J., Franco E., Leyva V. (1987). Efecto de la edad sobre la producción de la leche de alpacas bajo condiciones de pastura natural. Proyecto de Desarrollo de la Crianza de Alpaca. Convenio IVITA-CONTESU. Perú. p 6-14.
- Khatri P., Tunio S., Kaka I., Samo M., Bhutto B., and Memon M. (2013). Effect of Exogenous PGF $2\alpha$  and Oxytocin on Postpartum Anestrus and Uterine Involution in Kundhi Buffaloes. *J Anim Prod Adv*, 3(4), 158–163. <https://doi.org/10.5455/japa.20130430124150>
- Knight T W, Death A, Wyeth T y Hill F (1992): Effects of GnRH and of single versus multiple mating on the conception rate in alpacas. *Proc. N.Z. Soc. Anim. Prod.* 52, 311-312.
- Lamb, G., Lynch, J., Grieger, D., Minton, J., and Stevenson, J. (1997). Ad Libitum Suckling by an Unrelated Calf in the Presence or Absence of a Cow's Own Calf Prolongs Postpartum Anovulation. *Journal of Animal Science*, 75, 2762–2769. <https://doi.org/10.2527/1997.75102762x>
- Leyva, V., Franco, E., and Condorena, N. (1983a). Evaluación de dos técnicas para estudios sobre la lactación en camélidos sudamericanos. In VI Reunión Asoc. Per. Prod. Anim. Lambayeque, Perú. [https://scholar.google.com/scholar?cluster=9306772764560260765&hl=es&as\\_sdt=2005&scioldt=0,5](https://scholar.google.com/scholar?cluster=9306772764560260765&hl=es&as_sdt=2005&scioldt=0,5)
- Leyva, V, Franco, E., and Condorena, N. (1983). Patrón lactacional de alpacas y llamas bajo condiciones de pastura natural. In Proyecto de Desarrollo de la Crianza de Alpaca. Convenio IVITA-COTESU. Perú (pp. 79–82).
- Leyva V. (1989). Sistemas de producción de Alpacas. Camélidos Sudamericanos Proyecto II Perú. Informe Técnico Fase I. IVITA-CIID, Canadá, 87p.



- Leyva V y García W (1999): Efecto de la progesterona exógena sobre la función del cuerpo lúteo de alpacas. Resumen del II Congreso Mundial de Camélidos. CuscoPerú. pp: 87.
- 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.
- Ludeña, H., Barsallo, J., & Leyva, V. (1979). Incidencia de infecciones genitales en alpacas. Libro de resúmenes de proyectos de investigación, realizados por la UNMSM (1975-1979). Tomo II. p241.
- Manizheh M.; T. Simin; A. Mahasti; G. Morteza and S. Mahlisha. (2007). Comparison the Effect of Oxytocin and Human Chorionic Gonadotropin on Ovulation. *Journal of Medical Sciences*, 7(7): 1126-1134.
- McCracken, JA., Custer, EE., Lamsa, JC., (1999). Luteolysis: A Neuroendocrine-Mediated Event. *Physiological reviews*. 79 (2): 263-323.
- Mena, F., y Grosvenor, C., E. (1972). Effect of suckling and of exteroceptive stimulation upon prolactin release in the rat during late lactation. *The journal of Endocrinology*, 52(1), 11-22.
- Mirando, M.A., M. Uzumcu, K.G. Carnahan y T.E. Ludwig, (1996). A role for oxytocin during luteolysis and early pregnancy in swine. *Reprod. Dom. Anim.* 31:455-461.
- Nishimori, K., Young, L.J., Guo, Q., Wang, Z., Insel, T.R., Matzuk, M.M., (1996). (Oxytocin is required for nursing but is not essential for parturition or reproductive behavior. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 93, 11699-704.
- Noakes, DE., Parkinson, TK., England, GC., (2009). *Veterinary Reproduction and Obstetrics*. 9° ed. Sydney. Elsevier. 950 p.
- Novoa, C., y Sumar, J. (1968). Colección de huevos in vivo y ensayos de transferencias en alpacas. *Bol. Ext. IVITA (Perú)*. 3:31-34.
- Novoa, C., Sumar, J., and Franco, E. (1970). Empadre complementario de hembras alpacas vacías. *Bol. Extraordinario. IVITA*, 4, 53-59.  
[https://scholar.google.com/scholar?hl=es&as\\_sdt=0%2C5&q=Empadre+complementario+de+hembras+alpacas+vacias&btnG](https://scholar.google.com/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Empadre+complementario+de+hembras+alpacas+vacias&btnG).



- Novoa C., Fernández Baca S., Sumar J., Leyva V. (1972). Pubertad en la Alpaca. *Rev Inv Vet.* 1: 29 – 35.
- Novoa C (1991): Fisiología de la reproducción de la hembra; In: Fernández-Baca S. editor. *Avances y perspectivas del conocimiento de los camélidos sudamericanos.* Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago de Chile. 428, 91-110.
- Novoa C, Leyva V. (1996). Reproducción en alpacas y llamas. Fondo Contravalor PerúSuiza, CISA/IVITA, Fac Med Vet Univ Nac Mayor de San Marcos (Serie Publ IVITA N° 26). 30 p.
- Parraguez, V.; S. Cortéz; G. Gazitúa; V. MacNiven; L. Raggi. (1997). Earlypregnancy diagnosis in alpaca (*Lama pacos*) and llama (*Lama glama*) by ultrasound. *Anim reprod Sci.* 47: 113 – 121.
- Pérez, G., (1996). Efecto de la GnRH (Gonadorelin) sobre el desarrollo folicular, métodos de inducción de ovulación y embriones de alpacas. *Rev. Allpak'a. UNA (Puno)* 5:1.
- Pollard J C Littlejohn R P y Scott I C (1994): The effect of mating on the sexual receptivity of female alpacas. *Anim. Reprod. Sci.* 34, 289-297.
- Prince, B. C., M. A. Mirando, W. C. Becker, y C. E. Hostetler. (1995). Exogenous oxytocin decreases interestrous interval of cyclic gilts. *J. Anim. Sci.* 73:3681-3686.
- Ratto, M. H., Singh, J., Huanca, W., and Adams, G. P. (2003). Ovarian follicular wave synchronization and pregnancy rate after fixed-time natural mating in llamas. *Theriogenology*, 60(9), 1645–1656. [https://doi.org/10.1016/S0093-691X\(03\)00176-6](https://doi.org/10.1016/S0093-691X(03)00176-6)
- Roberts, R., Leaman, D., y Cross, J. (1992). Role of interferons in maternal recognition of pregnancy in ruminants. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, 1, 7–18.
- Robinson G, Evans JJ, Catt KJ. (1992). Oxytocin stimulates LH production by the anterior pituitary gland of the rat. *J Endocrinol* 132:277-283
- San Martín, M.; Copaira, M.; Zúñiga, J.; Rodríguez, R.; Bustinza, G.; Acosta, L. (1968). Aspects of reproduction in the alpaca. *J Reprod Fertil.* 16:395-399.



- Sato, A y L. Montoya. (1990). Aparato reproductor de la alpaca (*Lama pacos*), Anatomía macroscópica. *Rev. Camélidos Sudamericanos*. 7, 13.
- Schwulst, F.J.; L.J. Sumption; L.A. Swiger and V.H. Arthaud (1966). Use of oxytocin for estimating milk production of beef cows. *J.Anim.Sci.* 25:1045-1047.
- Senger, PL., (2005). Pathways to pregnancy and parturition, 2nd rev. ed. Pullman, WA: Current Conceptions.
- SENAMHI. (2016). Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología Puno – Perú.
- Smidt, D. y Ellendorff, F., (1972). Endocrinología y fisiología de la reproducción de los animales zootécnicos. Ed. Acribia. Zaragoza España. Pp.149-151-152.
- Smith T M (1985): Reproduction in South American Camelids. *Iowa State Univ. Vet.* 47, 110-115.
- Smith, C. L., A.T. Meter and D. G. Pugh. (1994). Reproduction in llamas and alpacas: A Review. *Theriogenology*. 41, 573-592.
- Silvia, W. J., G. S. Lewis, J. A. McCracken, W. W. Thatcher y L. Wilson. (1991). Review: Hormonal regulation of uterine secretion of prostaglandin F<sub>2</sub> $\alpha$  during luteolysis in ruminants. *Biol. Reprod.* 45:655-663.
- Skopet, B., and Hansen, p., j., (1993). Identification of the predominant proteins in uterine fluids of unilaterally pregnant ewes that inhibit lymphocyte proliferation. *Biol. Reprod.* 49:997-1007.
- Soloff, M.S. (1982). Oxytocin receptors and mammary myoepithelial cells. *J. Dairy Sci.* 65:326-337.
- Sorensen, A.M.Jr. 1982. Reproducción animal. Ed. McGraw Hill.
- Soutelo, J., and Faraj, G. (2015, April). Acciones fisiológicas de la prolactina y los andrógenos en la reproducción. *Revista SAEGRE-Volumen XXII-No 1-p30–38.*  
<http://www.saegre.org.ar/revista/numeros/2015/n1/30-38-2015n1.pdf>
- Sumar J, Novoa C y Fernández-Baca S (1972): Fisiología reproductiva post-partum en la alpaca. *Revista de Investigaciones Pecuarias. IVITA UNMSM. Lima-Perú.* pp: 21- 27.



- Sumar, J.; y Leyva, V.; (1981). Rol del cuerpo lúteo en el mantenimiento de la preñez en la alpaca (*Vicugna pacus*). IV Convención Internacional sobre Camélidos Sudamericanos. Actas. Corporación Nacional Forestal, Instituto de la Patagonia 22-27 noviembre. Punta Arenas, Chile.
- Sumar, J., (1983). Studies on reproductive pathology in alpacas. M.Sc. Thesis, Department of Obstetrics and Gynaecology, College of Veterinary Medicine, Swedish University of Agriculture and Science, Uppsala- Sweden.
- Sumar, J., y García, M. (1985). Diagnóstico precoz de gestación en alpacas basado en niveles de progesterona de la leche. Estudio preliminar. En: V Convención Internacional sobre Camélidos Sudamericanos. Libro de Resúmenes. Cusco. p.22.
- Sumar, J., y García, M. (1986). Fisiología de la reproducción de la alpaca. En *Nuclear and Related Techniques in Animal Production and Health, IAEA* (pp. 149-177). Viena.
- Sumar J., Bravo W. and Foote W. (1993). Sexual receptivity and time of ovulation in alpacas. *Small Ruminant Research*, 11:143-150
- Sumar J. (1996). Reproduction in llamas and alpacas. *Animal Reproduction Science* 42: 405- 415.
- Sumar, J. (1997). Avances y perspectivas en reproducción de camélidos. En: *Memorias I Symposium Intern: Avances en reproducción de rumiantes*. Pg. 30-50.
- Sumar, J. (2000): Llamas and alpacas. In: *Reproduction in farm Animals*. Seventh Edition. E.S.E. Hafez, B. Hafez.
- Tallam, S., Walton, J., y Johnson, W. (2000). Effects of oxytocin on follicular development and duration of the estrus cycle in heifers. *Theriogenology* 53: 951-962. Doi:10.1016/S0093-691X (00)00242-9
- Tavener, H. W. and W. W. Green. (1959). Diagnosis of bovine pregnancy by measuring vaginal response to oxytocin. *J. Anim. Sci.* 18 (3) :865-873.
- Tibary, A. And A. Anouassi. (1997). *Theriogenology in Camélidos*. Abu dhabl printing. Mina, Abu dhavi, UAE.
- Travers, M.; M. Barber; E. Tonner; L. Quarrie; C. Wilde and D. Flint. (1996). The role of prolactin and growth hormone in the regulation of casein gene expression and mammary cell survival: relationships to milk synthesis and secretion. *Endocrinology* 137, 1530-1539.



- Trout, W. E., G. W., Smith, P. C., Gentry, J. M. Galvin, y D. H., Keisler. (1995). Oxytocin secretion by the endometrium of the pig during maternal recognition of pregnancy. *Biol. Reprod.* 52 (Suppl. 1):189 (abstract 529).
- Vaughan J L (2001): Control of ovarian follicular growth in the alpaca (*Lama pacos*). PhD. Thesis. Central Queensland University.
- Vaughan, J. L., MacMillan, K. L., Anderson, G. A., and D'Occhio, M. J. (2003). Effects of mating behaviour and the ovarian follicular state of female alpacas on conception. *Australian Veterinary Journal*, 81(1–2), 86–90. <https://doi.org/10.1111/j.1751-0813.2003.tb11442.x>
- Vaughan, J, and Tibary, A. (2006). Reproduction in female South American camelids: A review and clinical observations. *Small Ruminant Research*, 61(2-3.SPEC.ISS.),259–281. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2005.07.015>
- Vaughan, J., Mihm, M., and Wittek, T. (2013). Factors influencing embryo transfer success in alpacas-A retrospective study. *Anim. Reprod. Science*, 136(3), 194–204. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2012.10.010>
- Velásquez C y Novoa M C (1999): Superovulación con PMSG aplicada en fase folicular y fase luteal en alpacas. *Rev. Invest. Vet. Perú.* (1), 10.
- Voogt, J.; W. de Greef; T. Visser; J. de Koning; J. Vreeburg and R. Weber. (1987). In vivo release of dopamine, luteinizing hormone-releasing hormone and thyrotropin-releasing hormone in male rats bearing a prolactin-secreting tumor. *Neuroendocrinology* 46, 110–116.
- Vivanco W, Cárdenas H y Bindon B (1985): Relación entre la duración de la copula y momento de la ovulación en alpacas. Libro de resúmenes V Convención Internacional sobre camélidos sudamericanos. Cusco-Perú. pp: 19.
- Whiteaker, S.S.; M.A. Mirando; W.C. Becker and C.E. Hostetler. (1994). Detection of functional oxytocin receptors on endometrium of pigs. *Biol, of Reprod.* 51:92-98.
- Young, M. W., K. Wager-Smith, L. Voshall, L. Saez, and M.P., Mayers. (1996). Molecular anatomy of a light-sensitive circadian pacemaker in *Drosophila*. *Cold spring harbor symp. Quant. Biol.* 61:279-284.

## ANEXOS

**Anexo 1:** Evaluación de la tasa de ovulación, por comportamiento sexual de la hembra frente al macho (rechaza=ovuló; acepta=no ovuló) en los diferentes grupos experimentales, mediante Chi Cuadrado ( $x^2$ ) a los 5 días post cópula.

	Estado Fisiológico - Lactación								Total n
	G0		G1		G2		G3		
	O	E	O	E	O	E	O	E	
Ovuló	19	14.7	16	16.2	24	29.5	28	26.5	87
	$x^2=$	1.227	$x^2=$	0.0030	$x^2=$	1.023	$x^2=$	0.080	
No Ovuló	1	5.3	6	5.8	16	10.5	8	9.5	31
	$x^2=$	3.445	$x^2=$	0.0084	$x^2=$	2.870	$x^2=$	0.225	
Total	20	20	22	22	40	40	36	36	118

$$x^2 \text{ calculado} = 8.880$$

$$x^2 \text{ tabla con 3 gl } (\alpha 0.05) = 7.815$$

**Anexo 2:** Evaluación de tasa de preñez, por comportamiento sexual de la hembra frente al macho (rechaza=preñada; acepta=vacía) en los diferentes grupos experimentales, mediante Chi Cuadrado ( $x^2$ ) a los 30 días post cópula.

	Estado Fisiológico - Lactación								Total n
	G0		G1		G2		G3		
	O	E	O	E	O	E	O	E	
Preñada	10	8.8	10	9.7	12	17.6	20	15.9	52
	$x^2=$	0.16	$x^2=$	0.0096	$x^2=$	1.796	$x^2=$	1.078	
Vacía	10	11.2	12	12.3	28	22.4	16	20.1	66
	$x^2=$	0.13	$x^2=$	0.0076	$x^2=$	1.415	$x^2=$	0.849	
Total	20	20	22	22	40	40	36	36	118

$$x^2 \text{ calculado} = 5.442$$

$$x^2 \text{ tabla con 3 gl } (\alpha 0.05) = 7.815$$

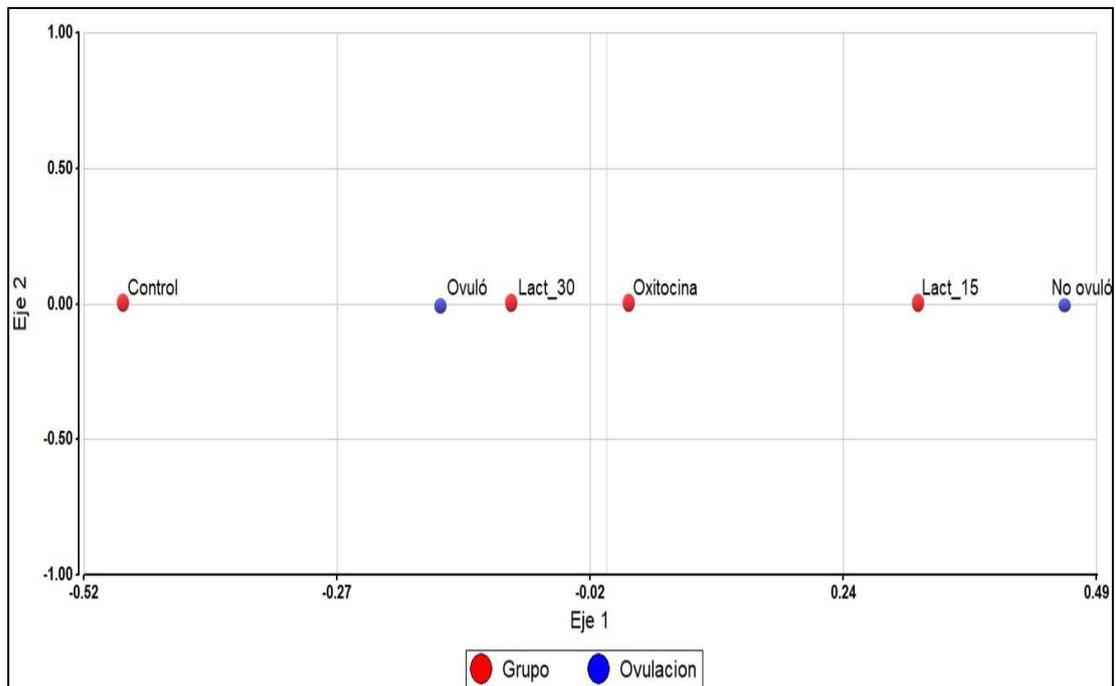
**Anexo 3:** Evaluación de tasa de preñez, por comportamiento sexual de la hembra frente al macho (rechaza=preñada; acepta=vacía) en G3 y G2, mediante Chi Cuadrado ( $x^2$ ) a los 30 días post cópula

	Estado Fisiológico - Lactación				Total n
	G3		G2		
	O	E	O	E	
Preñada	20	15.2	12	16.8	32
	$x^2=$	1.55	$x^2=$	1.39	
Vacía	16	20.8	28	23.2	44
	$x^2=$	1.12	$x^2=$	1.01	
Total	36	36	40	40.0	76

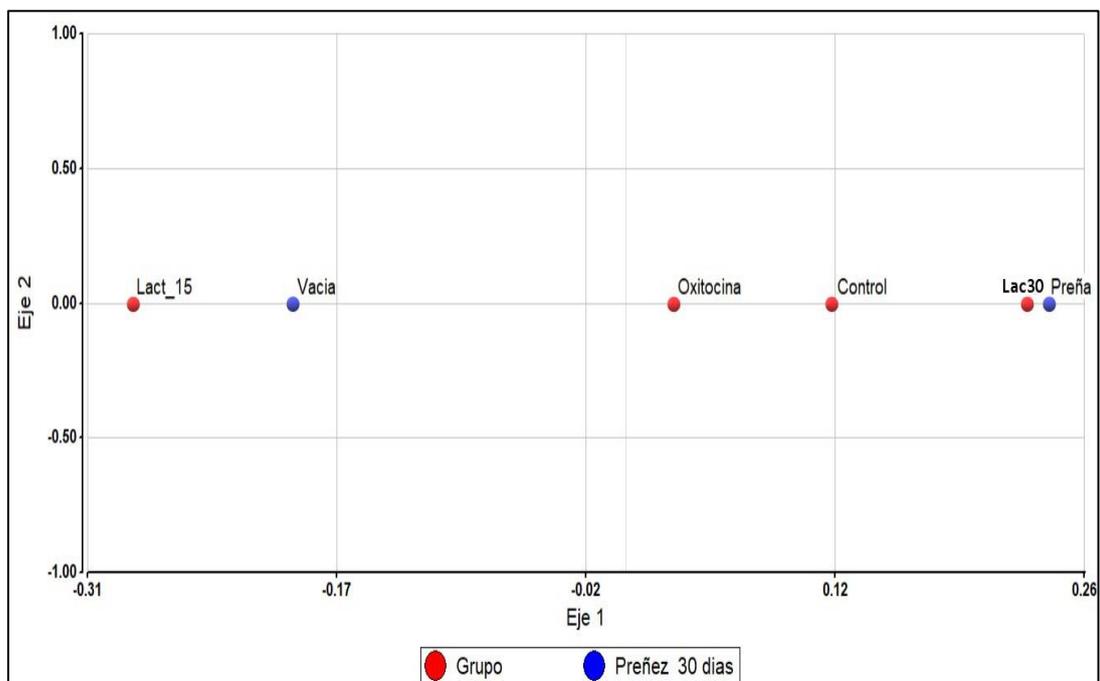
$$x^2 \text{ calculado} = 5.076$$

$$x^2 \text{ tabla con 1 gl } (\alpha 0.05) = 3.842$$

**Gráfico 1:** Análisis de correspondencia simple entre los grupos experimentales y variable ovulación a los 5 días post cópula.



**Gráfico 2:** Análisis de correspondencia simple entre los grupos experimentales y preñez a los 30 días post cópula.



## PANEL FOTOGRÁFICO



Figura 1. Alpacas hembras seleccionadas



Figura 2. Aplicación de Oxitocina a alpacas hembras vacías



Figura 3. Empadre controlado



Figura 4. Colocación de bozal (lluco)



Figura 5. Lactación de crías