

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
POSTGRADO
MAESTRIA EN CIENCIA ANIMAL
PRIMERA VERSION



TESIS DE MAESTRÍA

“Comparación de tres métodos de diagnóstico de preñez en llamas (*Lama glama*) de la Estación Experimental Choquenaira”

Ing. DANIEL SEVERO CHOQUE SANCHEZ

La Paz – Bolivia

2016

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS

FACULTAD DE AGRONOMÍA

POSTGRADO



*Tesis de Maestría como
Requisito para optar
el Título de Maestro en
Ciencia Animal*

“Comparación de tres métodos de diagnóstico de preñez en llamas (*Lama glama*) de la Estación Experimental Choquenaira”

Ing. DANIEL SEVERO CHOQUE SANCHEZ

Asesor:

MVZ Ph. D. Celso Ayala Vargas

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'C. Ayala', written over a horizontal line.

Tribunal Examinador:

Ing. M.Sc. Héctor Arcenio Cortez Quispe

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'H. Cortez', written over a horizontal line.

Ing. M.Sc. Juan José Vicente Rojas

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'J. Rojas', written over a horizontal line.

Ing. M.Sc. José Cartagena Catacora

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'J. Cartagena', written over a horizontal line.

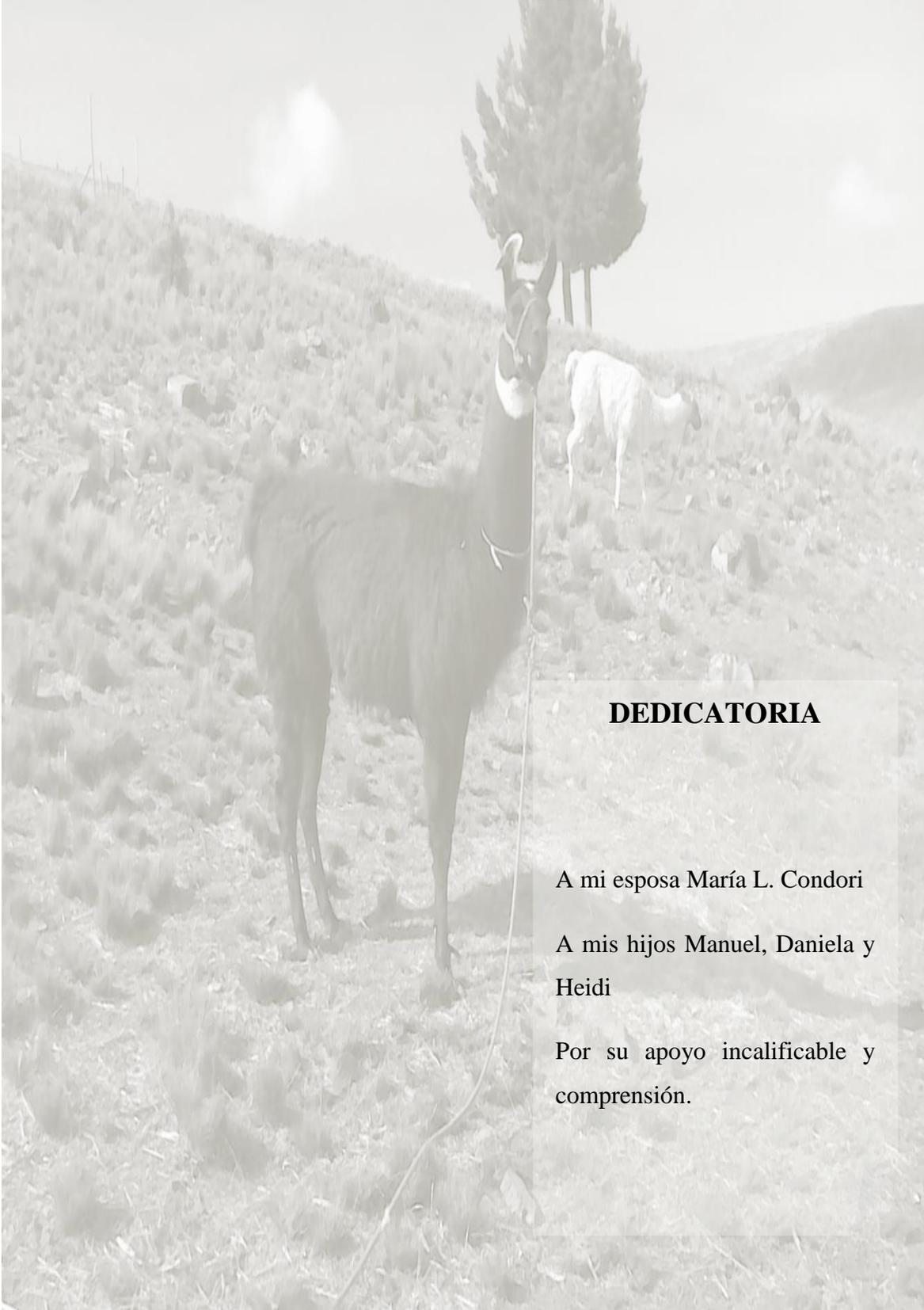
Aprobado

Presidente Tribunal Examinador

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Daniel Severo Choque Sanchez', written over a horizontal line.

La Paz – Bolivia

2016



DEDICATORIA

A mi esposa María L. Condori

A mis hijos Manuel, Daniela y
Heidi

Por su apoyo incalificable y
comprensión.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía, a la unidad Postgrado en Ciencia Animal a la que debo mi formación profesional. A las autoridades, plantel docente, administrativos y a mis compañeros de estudio.

Al Centro Experimental de Choquenaira, a sus autoridades, personal técnico e investigadores, por su acogida y apoyo en el trabajo de investigación en la línea ganadera de camélidos sudamericanos.

Al MVZ. Ph.D. Celso Ayala Vargas, por fungir como asesor y haberme guiado en el desarrollo de esta investigación, por amistad en esta etapa de mi formación tanto profesional y como personal.

Al Ing. M.Sc. Zenón Martínez Flores, por haberme brindado su amistad, apoyo incondicional, enseñanza y compartir experiencias en la realización de la presente investigación para el mi profundo reconocimiento.

A la Dra. Ana María Salinas López de Hormobiolab S.R.L., por su apoyo y colaboración para realizar el análisis de los niveles de hormonas en su laboratorio.

Para los miembros del tribunal Revisor: Ing. M.Sc. Juan José Vicente R., Ing. Héctor A. Cortes Quispe y José Cartagena Catacora, quienes aportaron con sugerencias, correcciones más oportunas y apoyaron la conclusión del presente trabajo.

Al Egr. Agr. Edil Cleto Choque Sánchez por su apoyo absoluto, logística y técnica en el proceso de la investigación.

Mis más sinceros agradecimientos a mi familia (María Luisa, Manuel, Daniela y Heidi) por el apoyo absoluto durante mis estudios, porque ellos son el pilar fundamental de la lucha diaria para alcanzar los objetivos trazados.

Daniel Severo Choque Sánchez

GLOSARIO

C*H	=	Comportamiento sexual de la hembra
P4	=	Progesterona
Q´ara	=	Ecotipo de llama de corto pelo
N-P4	=	Niveles de Progesterona
Qonuni	=	Sonido que emite el macho durante la copula y/o apareamiento
CS	=	Camélidos sudamericanos
FSH	=	Hormona folículo estimulante
LH	=	Hormonas luteizante

INDICE GENERAL

INDICE TEMÁTICO	I
INDICE DE CUADROS	III
INDICE DE FIGURAS.....	IV
INDICE DE ANEXOS.....	V
RESUMÉN	VI

INDICE TEMÁTICO

1. INTRODUCCIÓN	1
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
2.1. Anatomía y fisiología de la hembra	3
2.2. Ovulación	3
2.3. Pubertad	3
2.4. Estacionalidad reproductiva	4
2.5. Comportamiento sexual de la hembra (C*H).....	4
2.5.1. Empadre controlado.....	5
2.5.2. Comportamiento de apareamiento.....	5
2.5.3. Estimación de la fertilidad	6
2.6. Gestación	6
2.7. Diagnóstico de gestación en camélidos	7
2.7.1. Niveles de progesterona.....	7
2.7.1.1. Hormona	7
2.7.1.2. Hormonas de la reproducción	8
2.7.1.3. Origen de la Progesterona	9
2.7.1.4. Quimioluminiscencia	9
2.7.2. Niveles de Progesterona en alpacas y llamas	9
2.8. Ecografía.....	10
2.8.1. Diagnóstico precoz de gestación por ecografía transrectal en la oveja	11
2.8.2. Ecografía en camélidos	12
3. MATERIALES Y MÉTODOS	13
3.1. Lugar de estudio	13
3.2. Material experimental	13
3.2.1. Distribución experimental	13
3.3. Metodología	13

3.3.1	Identificación de los animales -----	13
3.4.	Empadre controlado -----	14
3.5.	Método del comportamiento sexual de la hembra -----	14
3.5.1.	Evaluación del Comportamiento sexual de la hembra-----	14
3.6.	Determinación de los niveles de progesterona -----	15
3.6.1.	Muestreo de sangre -----	15
3.6.1.1.	Protocolo de quimioluminiscencia para el análisis de niveles de progesterona -	15
3.6.1.2.	Procedimiento de prueba-----	15
3.7.	Ecografía-----	16
3.7.1.	Procedimiento-----	16
3.7.2.	Protocolo del procedimiento ecografía -----	16
3.8.	Método Estadístico -----	17
3.8.1.	Análisis de Chi Cuadrado -----	17
3.8.2.	Análisis de Procrustes generalizado-----	18
3.8.3.	Análisis de datos-----	18
4.	RESULTADO Y DISCUSIONES -----	19
4.1.	Época y tiempo de gestación-----	19
4.2.	Intervalo entre empadres -----	21
4.3.	Tiempo de cópula -----	23
4.4.	Análisis de Chi cuadrado-----	24
4.5.	Tasa de fertilidad de preñez C*h, N-P ₄ , Ultrasonografía-----	25
4.6.	Método de Comportamiento sexual-----	26
4.7.	Método de Niveles de progesterona -----	27
4.8.	Método de la ultrasonografía-----	28
4.9.	Natalidad -----	30
5.	CONCLUSIONES -----	32
6.	RECOMENDACIONES-----	34
7.	BIBLIOGRAFÍA-----	36

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Aplicación de los 3 métodos en los 15 animales-----	13
Cuadro 2. Identificación de los animales -----	13
Cuadro 3. Evaluación del comportamiento sexual de las hembras respecto a la presencia del macho -----	14
Cuadro 4. Prueba de Chi cuadrado. Comparación de porcentajes de preñez entre métodos -----	24
Cuadro 5. Análisis de Procustes generalizados -----	25
Cuadro 6. Tasa de fertilidad de preñez en llamas -----	26

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Épocas y tiempo de preñes en llamas-----	19
Figura 2. Temperaturas mínimas durante la gestión 2015-----	20
Figura 3. Peso promedio de llamas hembras a diferentes edades -----	21
Figura 4. Empadres durante la época de investigación -----	22
Figura 5. Promedio de servicios y/o empadre -----	23
Figura 6. Tiempo promedio de empadre -----	24
Figura 7. Porcentaje de detección de preñez mediante tres métodos -----	24
Figura 8. Frecuencia de niveles de progesterona -----	27
Figura 9. Porcentaje de preñez diagnosticada por ecógrafo -----	28
Figura 10. Porcentaje de natalidad-----	30

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Método del comportamiento sexual de la hembra-----	42
Anexo 2. Estación Experimental de Choquenaira-----	43
Anexo3. Reproductor (Macho) -----	44
Anexo4. Hembra receptiva al macho -----	44
Anexo5. Hembra no receptiva (preñada) se defiende de la agresión del macho-----	45
Anexo6. Hembra no receptiva preñada se corre del macho -----	45
Anexo 7. Reproductor descansando después del apareamiento (Empadre) -----	46
Anexo 8. Modo de sujeción de la llama hembra -----	46
Anexo 9. Modo de traslado de la llama hembra -----	47
Anexo 10. Ecógrafos de uso Veterinario, el segundo es para humanos y sus accesorios -----	47
Anexo 11. Retiro de las heces-----	48
Anexo 12. Imagen de una llama preñada captada por el ecógrafo-----	48
Anexo 13. Limpieza de la vena safena para el muestreo de la sangre -----	49
Anexo 14. Extracción de la muestra -----	50
Anexo 15. Muestras de sangre -----	50
Anexo 16. Materiales para el análisis -----	51
Anexo 17. Cría de llama -----	51

RESUMEN

La presente investigación se realizó en la Estación Experimental de Choquenaira dependiente de la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés con el objetivo de comparar tres métodos para diagnosticar la preñez en llamas del ecotipo Q'ara y poder determinar la técnica más eficiente. Se trabajó con 15 llamas hembras con un peso promedio de 81,4 kg, y 3 machos, manejando un sistema de empadre controlado. Los métodos evaluados fueron: comportamiento sexual de la hembra, ecografía y determinación de niveles de progesterona bajo la técnica de la quimioluminiscencia. El intervalo entre servicios fueron de 15 días, la evaluación de preñez se determinó a los 35 días después del primer servicio, alcanzando una media es de 2.26 ± 4 veces, el tiempo promedio de empadre fue de $18,1 \pm 3,0$ minutos. Los métodos de comportamiento sexual de la hembra y ecografía se obtuvieron un 83% de preñez, en comparación con niveles de progesterona que se obtuvo un 93% de gestación. Realizando la prueba de chi cuadrado se puede evidenciar que no se encuentran diferencias significativas ($P > 0,05$), entre los distintos métodos utilizados para detectar la preñez, esto significa que estas tres técnicas son estadísticamente iguales y eficientes en la detección de gestación en llamas hembras. El porcentaje de natalidad que se obtuvo fue del 93%, en un tiempo promedio de gestación de 358 días el peso al nacer de las crías fue de $12,5 \pm 1,38$ kg.

Palabras clave: Preñez, niveles de progesterona, comportamiento sexual de la hembra y ultrasonografía.

ABSTRACT

This research was carried out from Experimental Center of Choquenaira located to 3870 msnm (meters above sea) from Major San Andres University of La Paz- Bolivia. It was compared three methods for the diagnostic about pregnancy in llamas. For this; it was worked with a system of controlled mating with an average weight of female llamas of 81, 4 kg. The evaluated methods in this task were: the sexual behavior of female, determination of levels of progesterone under of the technique of chemoluminescence and the ultrasound. It was working with 15 female llamas and 3 ecotype Q'ara males. The pregnancy's evaluation was determined after 15 days from the first service with an interval of 15 days for the second and third service; reaching an average of 2.26 ± 4 turns, the average time of mating was 18.1 ± 30 minutes. With the methods of female's sexual behavior and ultrasound; it was gotten 83 % of pregnancy, in comparison with the levels of progesterone which was obtained 93% of gestation. The chi square test it can demonstrate that there are not significant differences ($P > 0.05$), between the different managed methods in this current research of research in order to detect the pregnancy. It means the three techniques are statistically similar and efficient for the detection of gestation in female llamas. The percentage of birth rate was 93% in an average time of 358 days, the weight of newborns was $12, 5 \pm 13, 8$ kg.

Key words: Pregnancy, progesterone levels, sexual behavior of the female and Ultrasonography.

1. INTRODUCCIÓN

Una de las mayores dificultades de los camélidos sudamericanos domésticos, son los aspectos reproductivos los cuales dificultan el desarrollo eficiente de este tipo de ganadería en los países de origen. Diversos autores coinciden que uno de los principales obstáculos de esta especie radica en los bajos índices de fertilidad, tanto en alpacas como en llamas que habitualmente no superan el 60%, esta característica adversa se debe a varios factores, tales como: inadecuado manejo de los rebaños y de los sistemas de encaste, deficiencias nutricionales, alta consanguinidad, entre otros (Huanca, 1990; Novoa, 1991).

La introducción de tecnologías modernas en reproducción animal, entre las que está la ultrasonografía, ha permitido mejorar sustancialmente los índices de eficiencia reproductiva en diversas especies domésticas. Los principales avances introducidos por esta técnica, que ha tenido impacto para mejorar el potencial reproductivo de estos animales (Bourke, Adam y Kyle, 1992).

Los productores de camélidos que crían llamas de forma tradicional, en la actualidad no tienen una técnica o método que les permita saber con exactitud la preñez en estos animales.

Estudios realizados por Chiri *et al.* (2001), encontraron que el 70% de llamas al año de edad alcanzaron la pubertad con un peso promedio de 56,5 kg, sin embargo en la mayoría de explotaciones empadran animales a partir de los 2 años de edad lo que demuestra una pérdida del potencial reproductivo de estos animales, a todo esto se suma una tasa de fertilidad del 50% en promedio dando como resultados que solo la mitad de las hembras pueden tener crías a los 3 años y el resto a los 4 años o más (Novoa, 1992).

Existe un método tradicional que nos ayuda a determinar la gestación, el cual se traduce por el comportamiento sexual de la hembra en presencia del macho, pero la certeza de esta técnica aún no está bien confirmada. La carencia de tecnologías de diagnóstico de gestación, así como la baja fertilidad y consecuentemente la baja natalidad afectan grandemente la producción de estas especies, las cuales se expresan en una pérdida económica muy significativa para el productor (Quispe 2002).

En razón a los antecedentes anteriormente planteados se realizó el presente trabajo de investigación con el objetivo principal de comparar tres métodos para el diagnóstico de preñez en llamas (*Lama glama*) en la Estación Experimental de Choquenaira, a través de los objetivos específicos que a continuación se señalan:

- Cuantificar el número de llamas preñadas a través de la técnica del comportamiento sexual de la hembra.
- Determinar el número de llamas preñadas por la técnica de análisis de los niveles de progesterona en la sangre.
- Diagnosticar la gestación de llamas a través de la técnica de ultrasonido.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Anatomía y fisiología de la hembra

Los ovarios son de forma irregular (elipsoide y glóbulos), particularmente cuando se presentan múltiples folículos (Fowler, 1989). Generalmente presentan pequeños folículos (1 a 3mm) que no pueden ser detectados por palpación. El peso del ovario izquierdo es de 2,4g a 1,3g y del ovario derecho es de 1,9g (Novoa 1991), el oviducto es largo (2,4 - 4,2 cm) tortuoso, fino y bastante firme, puede ser fácilmente palpable entre el cuerno uterino y el ovario dentro de la bolsa ovárica (Sumar, 1983). El útero de los CS tiene dos cuernos uterinos separados por un *septum* y presenta una forma parecida a la letra “Y”, están suspendidos por el ligamento ancho y en hembras multíparas el cuerno izquierdo es generalmente más largo (7,9 a 1,3 cm), que el cuerno derecho (7,4 a 0,9 cm). Las puntas de los cuernos presentan una terminación redondeada y el oviducto se abre en los cuernos uterinos por un pequeño orificio (papila) el cual actúa como un esfínter bien definido (Sumar, 1997). El cérvix tiene 2-4 cm de diámetro presenta dos a tres anillos irregulares en su interior (Sumar, 1991; Smith *et al.*, 1994). La vagina de la llama tiene una longitud de 15 a 25 cm y 5 cm de diámetro y 13-15 cm x 3,5-5 cm en la alpaca, la vulva es pequeña y corta con una abertura de 2,5 a 3 cm (Fowler, 1989).

2.2. Ovulación

Los CS son clasificados dentro de la categoría de animales conocidos como “ovuladores inducidos o reflejos” (San Martín *et al.*, 1968; Novoa, 1970). La ovulación ha sido descrita como un evento ocurrido como consecuencia de la cópula en la alpaca (San Martín *et al.*, 1968; Fernández-Baca *et al.*, 1970b) y en la llama (England *et al.*, 1969).

Solo un apareamiento por un macho intacto o vasectomizado es suficiente para inducir la ovulación, ocurriendo a los 1,8 días (Adams *et al.*, 1989) o a las 34,2-12,8 horas después de la cópula (Alberio y Aller, 1996).

2.3. Pubertad

El comienzo de la pubertad en los camélidos sudamericanos es alrededor de 12-13 meses de edad (Urquieta y Rojas, 1990), mientras que en el macho está determinada alrededor de los 2 años de edad. La presencia de la pubertad se ve afectada principalmente por el estado

nutricional, alcanzando un 60% del peso adulto (Sumar, 1985; Smith et al., 1994). Generalmente en la Puna, los comunarios practican apareando sus tamas de llamas y alpacas a los dos años de edad con la finalidad de asegurar su reproductividad.

2.4. Estacionalidad reproductiva

Los camélidos sudamericanos en zonas donde tradicionalmente se crían son considerados generalmente estacionales en su actividad reproductiva. En su habitud natural, los nacimientos se producen en la época de mayor lluvia (Diciembre a Marzo) en forma agrupada, cuando el forraje es más abundante (Franklin, 1982; Fernández-Baca, 1993). Sin embargo si el estado corporal de las hembras es el adecuado y los machos son separados de las tropas, la actividad ovárica se presenta durante todo el año (San Martín *et al.*, 1968; Bravo y Sumar, 1989).

La mayoría de los nacimientos registrados en las especies silvestres (guanacos y vicuñas) se producen en temporadas favorables. Urquieta y Rojas (1990) observaron un largo período de actividad sexual en vicuñas criadas en semicautividad en los altos Andes del norte de Chile, donde los apareamientos ocurren con un pico de marzo-Mayo. Los estudios en macho vicuña demostraron que existen variaciones estacionales en todos los parámetros observados en la actividad reproductiva (Urquieta *et al.*, 1991).

2.5. Comportamiento sexual de la hembra (C*H)

Se sabe que la alpaca hembra acepta al macho en cualquier estadio folicular (Bravo *et al.*, 1991; Sumar, 1997), sin embargo, el rechazo a este por las alpacas podría explicarse por el escaso desarrollo de los folículos pequeños de secretar cantidades significativas de estrógenos (Gore-Langton y Armstrong, 1994).

Se considera que la duración total del folículo en estadio de crecimiento es de 4.8 ± 1.5 días (Bravo *et al.*, 1991) y varios de estos se hallarían en la etapa final de la fase de crecimiento, la ovulación ocurriría a las 26 horas post cópula (San Martín *et al.*, 1968), se podría concluir que la ovulación de estos folículos sucedería en el estadio estático, momento de mejor respuesta para el establecimiento y mantenimiento del cuerpo lúteo (Sumar, 1997).

2.5.1. Empadre controlado

El manejo adecuado de machos y de hembras durante el empadre permite elevar la eficiencia reproductiva de la tropa con la obtención de una alta tasa de natalidad (Franco et al., 1998).

Con este sistema de empadre Quispe (2002), ha logrado en llamas una tasa de preñez del 76%, 30 días post empadre y una tasa de natalidad efectiva de 73%, Aplicando el método de conducta sexual, se logra detectar 100% de preñez hasta el cuarto servicio, lo que significa una alta mortalidad embrionaria.

En otro estudio señalado por comunicación personal, Pacheco (2005), logra registrar 83% de preñez por el método de conducta sexual y 79% de preñez por RIA (*RadioInmunoAnálisis*), a la parición se verificó un 80% de natalidad.

En alpacas Apaza *et al.* (1998), lograron registrar 90% de fertilidad con cuatro servicios, en un sistema de empadre controlado. La modalidad de esta técnica empleada se diferencia del utilizado en llamas, por la individualidad del empadre, en corrales pequeños.

Este sistema de empadre es en realidad una forma derivada y mejorada del sistema de reproducción amarrado. La diferencia fundamental es que no se amarra a las hembras, sino que ellas son expuestas a los machos libremente, pero en un corral de dimensiones medianas, en una cantidad de 3 a 5 cabezas.

Según Pacheco (2013), el sistema de empadre controlado consiste en colocar a las hembras en corrales individuales después de una prueba de receptividad sexual mediante el comportamiento de rechazo al macho, luego se coloca el macho elegido y se controla el tiempo de cópula.

2.5.2. Comportamiento de apareamiento

Todas las especies de camélidos sudamericanos muestran un patrón similar de comportamiento en el momento de la cópula. Cuando el macho es introducido en una tropa de hembras persigue a alguna de ellas envistiéndola y tratando de montar. Si la hembra está en periodo de aceptación del macho, se deja montar en pie y luego adoptar la posición de decúbito esternal con los cuatro miembros debajo del cuerpo, sentándose el macho sobre la

hembra y un poco por detrás de la misma. La cópula se realiza en esa posición durante un periodo prolongado 8,12 a 5,4 minutos en alpacas (Sumar, 1991), 17 a 12 minutos (Fernández-Vaca y Novoa 1968) y 31,7 minutos (Pollard *et al.* 1994).

2.5.3. Estimación de la fertilidad

En la alpaca, se estimó la fertilidad en hembras a una edad de 12 a 14 meses con un peso de 40 kg fue del 66% (Novoa *et al.*, 1973). En este sentido Leyva y Sumar (1981) determinaron que existe una relación entre el peso corporal y el inicio de la monta demostrando que la hembra que alcanza el 60% de su peso adulto (≥ 33 kg) puede reproducirse sin problemas. Por otro lado, estudios realizados por Chiri *et al.*, (2001), encontraron que el 70% de llamas al año de edad con un peso promedio de 56.5 Kg alcanzaron la pubertad. Sin embargo, en la mayoría de las explotaciones, empadran a sus animales a partir de los 2 años lo que deriva en una pérdida del potencial reproductivo de estos animales (Novoa, 1992).

2.6. Gestación

En alpacas, después de la cópula, los espermatozoides permanecen en los cuernos uterinos las primeras 12 horas, luego más del 90% avanzan hacia los oviductos, específicamente a la unión útero-tubal y el mismo, sitio donde ocurre la fertilización, existiendo la concentración máxima a las 18 horas, el desarrollo embrionario en la alpaca es similar a otras especies. El estadio de mórula de 4 a 6 blastómeros se observa en el oviducto alrededor del día 4 post cópula, como mórula compacta de gran número de blastómeros por el día 7 y en el útero como estadio de blastocisto por el día 10 (Bravo *et al.*, 1991).

La duración de la gestación varía de 335 a 360 días en llamas y de 343 a 346 días en alpacas Huacaya y Suri (Novoa *et al.*, 1996). Presentándose la mayor parte de las gestaciones con un sólo feto ubicado en el cuerno uterino izquierdo (Fernández-Baca *et al.*, 1973). Siendo el cuerpo lúteo necesario para la conservación de la preñez durante todo el período de gestación en alpacas y llamas (Sumar, 2002).

La gestación en los camélidos sudamericanos comienza a partir de la fertilización del óvulo, dando lugar a la formación del cigoto, el mismo que alcanza el útero y se implanta en el

cuerno uterino. Pese a la similitud en la actividad ovulatoria de ambos ovarios se pudo identificar de forma general la implantación y gestación en el cuerno uterino izquierdo.

La implantación del cigoto a las paredes del cuerno uterino izquierdo ocurre a los 20 a 22 días del desarrollo embrionario y se completa aproximadamente a los 60 días, luego continúa el crecimiento fetal hasta el nacimiento (Saavedra 2013).

2.7. Diagnóstico de gestación en camélidos

Existen diversos métodos de diagnóstico de gestación en camélidos sudamericanos. Es así, que el método de palpación rectal considera como preñada a aquellas alpacas en las cuales se determinó la presencia del feto por palpación directa o balotaje del cuello uterino grávido (Calderón *et al.*, 1968).

Por otro lado, el comportamiento sexual de la hembra frente al macho es una técnica para el diagnóstico temprano de preñez en camélidos (Fernández Baca *et al.*, 1970, citado por Fernández Baca, 1993).

Otra técnica utilizada es la ultrasonografía en el diagnóstico de preñez para el ganado vacuno, en la yegua (Adams *et al.*, 2000) y ovejas (Saelzer *et al.*, 1989). Asimismo, la ultrasonografía diagnosticó la gestación precozmente en alpacas y llamas, con mayor eficiencia que los métodos usados tradicionalmente (Raggi *et al.*, 1996).

2.7.1. Niveles de progesterona

2.7.1.1. Hormona

Una hormona se considera como una sustancia fisiológica orgánica producida por ciertas células especializadas que pasa al torrente circulatorio para su transporte, con el objeto de estimular o inhibir la actividad funcional de un órgano o tejido blanco, produciendo una amplia variedad de actividades.

Las hormonas que controlan los procesos de la reproducción derivan principalmente de ciertas áreas del hipotálamo, hipófisis, gónadas, placenta y útero (Hafez, 1992).

2.7.1.2. Hormonas de la reproducción

El sistema endocrino rige todas las funciones del organismo y en consecuencia el mecanismo sexual actuando directa e indirectamente sobre el aparato genital. Por el tipo de acción que ejercen las hormonas de la reproducción, se dividen en hormonas primarias y secundarias. Las forman parte directa de la reproducción como la espermatogénesis, ovulación, comportamiento sexual, fecundación, implantación, mantenimiento de la gestación, parto, lactación y el comportamiento materno. Mientras que, las segundas son necesarias para el bienestar general, influye en el crecimiento, desarrollo, metabolismo y permiten la acción de la reproducción (Hafez, 1992).

Las hormonas que controlan los procesos de la reproducción derivan de la hipófisis, gónadas, placenta y útero Hafez (1992). La hipófisis estimula y regulariza con sus hormonas la función de las gónadas. El comienzo de la temporada sexual en el ganado camélido es provocado por los estímulos externos conducidos hasta el hipotálamo por el nervio óptico.

La hipófisis altera su nivel hormonal y comienza a actuar la hormona folículo estimulante (FSH) que causa el crecimiento del Folículo de Graff en el ovario. El folículo en maduración a partir de su teca interna, comienza a producir estrógenos que se vierten la sangre. Cuando los estrógenos a cierto nivel la hipófisis deja de segregar FSH y empieza a producir hormonas luteinizante (LH) que hace madurar el folículo, que finalmente se rompe desprendiendo el ovulo que cae en la trompa de Falopio si es servida (Novoa, 1991).

Después de destruido el folículo, empieza a actuar la hormona luteinizante (LH) que estimula la formación del cuerpo lúteo o amarillo, que segrega su hormona la progesterona que da origen, si ha habido fecundación, a la “leche uterina” que va a servir de alimento al embrión hasta que se implante en la pared uterina (Novoa, 1991).

Si ocurre la fecundación, el cuerpo lúteo se mantiene hasta el momento del parto, con producción de la progesterona que frena a la hipófisis, por lo que deja de haber ovulación y celo. Si la fecundación no ha ocurrido, la progesterona inhibe la actividad hipofisitaria por 13 a 15 días, a partir de los cuales comienza la involución del cuerpo lúteo que deja de segregar progesterona. Liberada la hipófisis del freno que ello imponía, nuevamente comienza la producción de FSH y con ello se inicia un nuevo ciclo. (Novoa 1991).

Resultado del análisis de las hormonas reproductivas, se determinan los valores de concentración de progesterona, es la que mayores beneficios prácticos ofrece al clínico y al investigador (Booth, 1979).

2.7.1.3. Origen de la Progesterona

El folículo de Graaf, se transforma por ejemplo después de la liberación del ovulo. Con la ruptura del folículo es expulsado el ovulo maduro, liquido folicular y alpacunas células de la granulosa, pero las células que quedan en el interior del folículo se reorganizan y adquieren un carácter Lipoide, las cuales ocupan el espacio vacío del folículo. Todo ocurre bajo la influencia de la hormona luteizante (LH) donde la nueva estructura es el cuerpo lúteo, que secreta la progesterona. (De Alba, 1970).

El cuerpo lúteo, constituye la fuente fisiológica más importante que es la progesterona, Derivaux, (1976).

2.7.1.4. Quimioluminiscencia

La luminiscencia es definida como la emisión de luz asociada con la disipación de energía con una sustancia electrónicamente excitada. Si los electrones de un componente luminiscente son estimulados por una luz en estado normal, estos dan energía en forma de luz cuando ellos regresan al estado (Martínez, 2010).

2.7.2. Niveles de Progesterona en alpacas y llamas

Sumar *et al.*, (1993). Estudiaron los niveles de progesterona (P4 después del servicio fértil), en 12 alpacas y 12 llamas en celo y con cría al pie. Fueron servidas por una sola vez con machos fértiles y por un período de 20 minutos. Se tomó una muestra diaria de sangre yugular los días 1 (día del servicio), día 5 del día 8 al 20, 25 y 30 post servicio. Se separó el plasma por centrifugación y se congeló a -20°C hasta su análisis, por la técnica de radioinmunoensayo de fase sólida. Todas las alpacas y 10 llamas ovularon y desarrollaron cuerpo lúteo, que se observó al 3er día post-servicio, por laparoscopia. Los niveles de P4 el día 1 del estudio (celo y servicio) fueron 0,32 y 0,53 nmol/l en alpacas y llamas respectivamente. Seguidamente, los niveles progesterona se incrementaron hasta el día 8 en alpacas no preñadas (12,03 nmol/l) y hasta el día 9 en llamas preñadas (14,10 nmol/l). Más adelante se observó una caída rápida de

la P4 circulante, hasta niveles basales en los días 10 y 11 post servicio en alpacas y llamas respectivamente ($P < 0.01$).

Los niveles de P4 en alpacas preñadas se mantuvieron altos después del día 8 hasta el día 30 post servicio, en que se condujo el presente estudio, fluctuando entre 12,32 y 17,36 nmol/l. En llamas gestantes, las concentraciones de P4 siguen el mismo perfil que las alpacas, aunque con niveles más altos, oscilando entre 17,51 y 24,66 nmol/l, en las dos llamas que presentaron falla de ovulación, los niveles de P4 se mantuvieron basales. En este estudio, el nivel mínimo de P4 para un diagnóstico positivo de gestación, entre 9 y 30 días post- servicio, fue de 4,0nm/l (1,25 ng/ml) en ambas especies. El diagnóstico precoz de gestación mediante la determinación de la progesterona, puede llevarse a cabo a partir del día 12 post-servicio (Sumar, Alarcón, y Echevarría, 1993).

Adams *et al.*, (1991) hallaron niveles de progesterona de 5,6ng/ml para el día 6, 3,1ng/ml para el día 10 y 6.3 ng/ml para el día 12, en llamas preñadas, sin embargo en hembras no preñadas las concentraciones de progesterona circulantes decrecieron de 1 a 3 días antes de la disminución morfológica del cuerpo lúteo.

La progesterona del cuerpo lúteo (CL) es necesaria para el mantenimiento de la preñez (Novoa, 1992; Sumar, 1997); por lo menos hasta el décimo mes (Novoa, 1992), de allí que se requiere su adecuado crecimiento después de la ovulación. Se conoce que la ovulación es difícil que ocurra en folículos en regresión (Bravo *et al.*, 1991; Hafez, 1996) y de suceder la ovulación, el CL resultante puede ser insuficiente ocurriendo una mortalidad embrionaria temprana (Sumar, 1997).

2.8. Ecografía

Respecto a los diferentes métodos empleados para el diagnóstico de gestación se debe señalar la prueba de rechazo al macho, mostro una diferencia promedio de un 12,5% respecto al resultado arrojado por la primera ecografía, esta prueba es ampliamente utilizada como herramienta diagnostico en el altiplano (Carolís, 1987), sin embargo su confiabilidad es baja. La eficiencia del sistema de empadre considerada como el porcentaje de fertilidad se obtuvo mediante evaluación ecográfica a los 20 días post copula (Pacheco, 2013).

2.8.1. Diagnóstico precoz de gestación por ecografía transrectal en la oveja

Una de las herramientas básicas en la mejora de la rentabilidad de las explotaciones ovinas es el diagnóstico de gestación. Con ésta se persigue disminuir en lo posible las pérdidas económicas que ocasionan los animales no gestantes. Entre los distintos métodos empleados para su realización destaca el examen ecográfico.

Según resultados obtenidos por Bourke, Adam y Kyle (1992), señalaron que de los métodos para el diagnóstico de gestación, la ultrasonografía transrectal es la más eficiente, tanto en gestaciones tempranas como tardías. Además se puede concluir que el sistema de manejo reproductivo utilizado permite obtener un alto porcentaje de preñez, en comparación con lo señalado por diversos autores para el altiplano chileno. Finalmente, las pérdidas embrionarias y fetales entre el inicio de la gestación y los 5 meses no sobrepasan el 20% en las alpacas y el 15% en las llamas.

La ecografía transrectal, es una técnica ampliamente utilizada en la confirmación de gestaciones en especies como la bovina y la equina, por su fiabilidad, precocidad y facilidad de realización. Sin embargo, en ovino, es más frecuente la utilización de la ecografía trans abdominal (Memon y Ott, 1979), siendo escasas las referencias a su utilización de forma transrectal (Buckrell *et al.*, 1986; Botero-Herrera *et al.*, 1983). Los inconvenientes de la aplicación tras abdominal en ovinos se centran en la precocidad de la técnica. Debido a que no es posible realizarla antes del día 25 de gestación, y para obtener una eficacia próxima al 100% no se debe practicar antes del día 28-30 de gestación (Celorrio *et al.* 1994; Blasco y Folch, 1989).

Este problema parece solucionarse, Chevalier (1988), menciona que con la aplicación de la ecografía transrectal es posible obtener una confiabilidad del 93,3% a partir del día 20 de gestación. Por todo ello mediante ecografía transrectal, nos permite determinar cuál es el primer signo cierto de gestación en ganado ovino, y en qué momento es visible en la mayoría de los animales. Además, calcular la exactitud, sensibilidad y especificidad de la técnica.

En llamas mediante el uso de la ultrasonografía se observó que el cuerpo lúteo alcanza su máximo diámetro en los días 5,9 (13 mm) y 21.4 (16 mm) post ovulación en no preñadas y

preñadas respectivamente habiendo en ambas una caída de progesterona en el día 8 post ovulación que se recupera después del día 10 en preñadas (Adams *et al.*, 1991).

2.8.2. Ecografía en camélidos

Según Gaziatu (2001). El motivo de utilizar las ecografías en alpacas se debe a una línea de investigación de más de 10 años la que trata de mostrar en forma simple, a lo largo de la gestación de una alpaca, como esta herramienta permite apreciar las diferentes etapas del desarrollo de un feto, desde un útero no gestante hasta un embrión al término de la gestación.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de estudio

El presente trabajo se realizó en la Estación Experimental de Choquenaira, dependiente de la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés (U.M.S.A), localizado en la Provincia Ingavi, del Departamento de La Paz, a una altitud de 3870 msnm, a 8 Km de la población de Viacha y a 38 Km de la ciudad de La Paz, entre los 14°16'18" latitud Sur y 65° 34' 23" longitud Oeste (SENAMHI, 2015).

3.2. Material experimental

3.2.1. Distribución experimental

Para el presente trabajo de investigación se utilizaron 15 llamas hembras y 3 machos del tipo Q´ara, mediante una selección fenotípica muy rigurosa y una revisión general de las partes reproductivas de las hembras como las de los machos, a su vez se realizaron el pesaje correspondiente de cada animal.

Cuadro 1. Aplicación de los 3 métodos en los 15 animales

	REPETICIONES														
TÉCNICA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
C*H	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
N-P ₄	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
ECÓGRAFO	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

C*H = Comportamiento sexual de la hembra

N-P₄ = Niveles de progesterona

ECÓGRAFO

3.3. Metodología

3.3.1 Identificación de los animales

Cuadro 2. Identificación de los animales

Número de arete animales	Edad reproductiva	estado
6	1 años	primeriza
7	2 años	2 parto
2	3 años	adultas
3	4 años	Machos

Las hembras se identificaron con aretes de plástico en la oreja izquierda, los machos en la oreja derecha, para un mejor control en la investigación.

3.4. Empadre controlado

El apareamiento que se manejó fue el de empadre controlado, la técnica requiere contar con los registros de las llamas tanto para machos y las hembras, este tipo de empadre solo permite aparearse a los animales una vez al día, con un intervalo de tiempo de una semana realizando dos a tres repeticiones por cada hembra, donde van mostrando el comportamiento de receptividad o rechazo al macho (Huanca, 1988).

3.5. Método del comportamiento sexual de la hembra

3.5.1. Evaluación del Comportamiento sexual de la hembra

Las hembras expuestas al estudio fueron separadas en grupos de 5 llamas por cada corral, luego se introdujo al macho y posteriormente observar el comportamiento de las hembras, siendo que si la hembra rechaza al macho significa que está preñada y si acepta al macho es una señal que está vacía.

Cuadro 3. Evaluación del comportamiento sexual de las hembras respecto a la presencia del macho

	REPETICIONES														
TECNICA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
C*H	A	R	R	R	A										
valor	0	1	1	1	0										

Fuente: Elaboración propia

Vacía (0) preñada (1)
 A = acepta R = Rechaza

3.6. Determinación de los niveles de progesterona

3.6.1. Muestreo de sangre

Paralelo a los datos del empadre a los 35 días se tomó muestras de sangre de cada una de las hembras cruzadas, a quienes se extrajo 3 a 4ml de muestras de sangre para el análisis de progesterona en el plasma sanguíneo. La muestra de sangre se obtuvo de la vena safena. (Choque, 2010)

3.6.1.1. Protocolo de quimioluminiscencia para el análisis de niveles de progesterona

La determinación cuantitativa de concentración de progesterona en suero o plasma sanguíneo fue mediante un análisis de quimioluminiscencia de micro placa.

3.6.1.2. Procedimiento de prueba

Antes de proceder con el análisis se debe llevar todos los reactivos, sueros de referencia y controles a temperatura ambiente (20 - 27°C).

- a. Formatear los pozos del microplaca para la muestra de cada suero de referencia, control y muestras de cada animal para que sean ensayadas en duplicado. Regresar cualquier tira de micropozos no usada a la bolsa de aluminio, sellarla y almacenarla a 2-8°C.
- b. Pipetear 0.025 ml (25µl) del suero de referencia, control o muestra dentro del pozo asignado.
- c. Adicionar 0.050 ml (50µl) de reactivo trazador de progesterona a cada pozo.
- d. Agitar el microplaca suavemente por 20 -30 segundos para mezclar.
- e. Adicional 0.050ml (50µl) de reactivo de biotina de progesterona a todos los pozos.
- f. Agitar la microplaca suavemente por 20 a 30 segundos para mezclar.
- g. Cubrir e incubar 60 minutos a temperatura ambiente.
- h. Descartar los contenidos del microplaca por decantación o aspiración. Si se realiza decantación, golpee y seque la placa con papel absorbente.
- i. Adicionar 350 µl de buffer de lavado (ver Sección Preparación de Reactivos), decantar (golpear y secar) o aspirar. Repetir cuatro (4) veces adicionales para un total de cinco (5) lavados.

- j. Adicionar 0.100 ml (100µl) de solución reactivo de señal de trabajo a todos los pozos.
No agitar la placa después de adicionar la señal.
- k. Incubar a temperatura ambiente por 5 minutos en la oscuridad.
- l. Leer las Unidades relativas de luz de cada pozo con un lector de micro placa para quimioluminiscencia por 0.5 a 1.0 segundos.

Nota: Se debe diluir las muestras sospechosas de concentraciones mayores a 60 ng/ml con el calibrador 0ng/ml de progesterona o un pool de suero de pacientes masculinos con un valor bajo conocido de progesterona 1:5 y 1:10.

3.7. Ecografía

3.7.1. Procedimiento

Se recomienda para mantener y operar el equipo un ambiente estable, entre 10 - 40°C y 30% a 70% de humedad, libre del sol directo, químico y contaminante. Durante el proceso de ecografía se utiliza lubricantes adecuados: Gel o aceite vegetal (no mineral), no debe sumergirse completamente en agua u otros líquidos, no doblar excesivamente el cable, limpiarlo con agua y detergente neutro.

3.7.2. Protocolo del procedimiento ecografía

- a. Iluminación: para una correcta observación de la imagen en pantalla no debe haber exceso de luz o reflejos.
- b. Ubicación de la consola: debe estar cerca del operador, y a la altura de sus ojos.
- c. Buen contacto entre el transductor y la mucosa rectal o piel no debe quedar aire, lana o heces que bloquean las ondas, produciendo sectores negros y rayas que distorsionan la imagen.
- d. Seguridad del equipo: al trabajar con los animales se debe estar atentos a los movimientos de los mismos a fin de evitar posibles daños al equipo ecográfico.

El diagnóstico ecográfico de preñez se practica por vía rectal o vía abdominal y con el animal de pie sobre una camilla. La manera más sencilla y menos estresante para el animal resulta la rectal pero de postrado para facilitar la observación del tracto reproductivo, sin interferencia del rumen, vejiga, gases y heces se recomienda en ayuno de agua y comida, durante 12 horas

previas a la práctica. Cabe señalar que la experiencia del profesional en el empleo de la técnica tiene una gran importancia en la certeza del diagnóstico.

Examinar la formación de imagen en la pantalla, mediante el contacto de los dedos con los cristales del traductor.

- a. Asegurar la hembra bien, para permitirnos observar los movimientos que realizamos con las manos en la pantalla del ecógrafo.
- b. Lubricar el transductor con sustancia libre del aceite (no mineral).
- c. Introducir el transductor en el recto de la hembra, haciendo una ligera presión con movimientos giratorios, y con un ángulo de 20° hacia abajo con respecto a la horizontal, evitar realizar movimientos bruscos que pueden dañar el recto. El elemento de lectura (cristales del transductor) debe quedar hacia abajo. A medida que se ingresa en el recto se visualiza la vejiga y los cuernos uterinos.
- d. Localizar los órganos de interés, realizar las mediciones y registro de datos necesarios.
- e. Retirar suavemente el transductor del recto del animal.
- f. Antes de examinar otro animal verificar que el transductor esté libre de suciedad y lubricar nuevamente.

3.8. Método estadístico

3.8.1. Análisis de Chi Cuadrado

El presente trabajo se realizó bajo el supuesto de distribución binomial tomando en cuenta la variable preñez (positivo/negativo) se empleó el siguiente modelo estadístico generalizado:

$$\Pi_{ij} = \Pi + T_i$$

Π_{ij} = Valor de la respuesta (preñez) en la J-esima unidad o llama.

Π = Media General de logit (p/1-p); probabilidad de ocurrencia del evento “preñez” = 0.05

T_i = Efecto fijo del i- esimo método

3.8.2. Análisis de Procrustes generalizado

Para estudiar el grado de consenso de los diferentes métodos de detección de preñez se empleó el método de Procrustes Generalizado, este método evalúa las diferentes matrices (Método * Respuesta) en grado de coincidencia (Grover, 1975).

Se conoce como análisis de Procrustes a la serie de métodos estadísticos que aplican la teoría de grupos al análisis de conjuntos de datos, para poder compararlos y realizar inferencias de dichas comparaciones. Forma parte del llamado análisis estadístico multivariable. Hurley y Cattell fueron los primeros en acuñar el término análisis de Procrustes (Beinat y Crosilla, 2002).

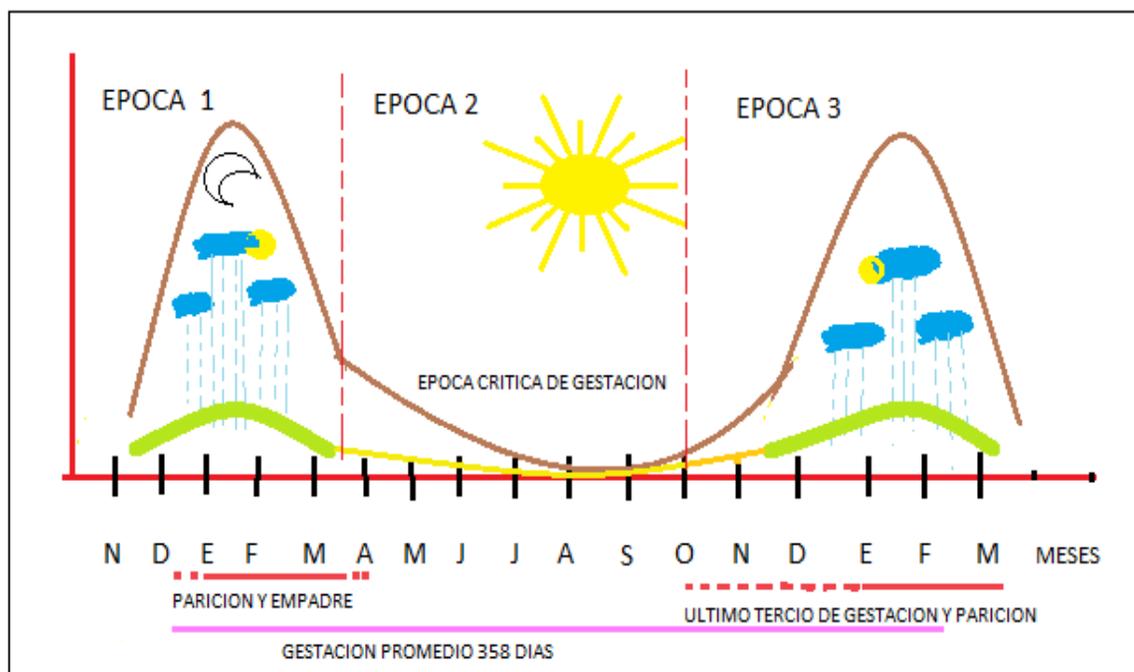
3.8.3. Análisis de datos

Los datos compilados fueron analizados empleando el procedimiento de modelos generalizados de Infostat y R, para la prueba de Chi cuadrado bajo el supuesto de distribución binomial y el módulo Procrustes generalizado.

4. RESULTADO Y DISCUSIONES

4.1. Época y tiempo de gestación

En la figura 1 se muestra el proceso de gestación, respecto a las épocas y tiempo de preñez.

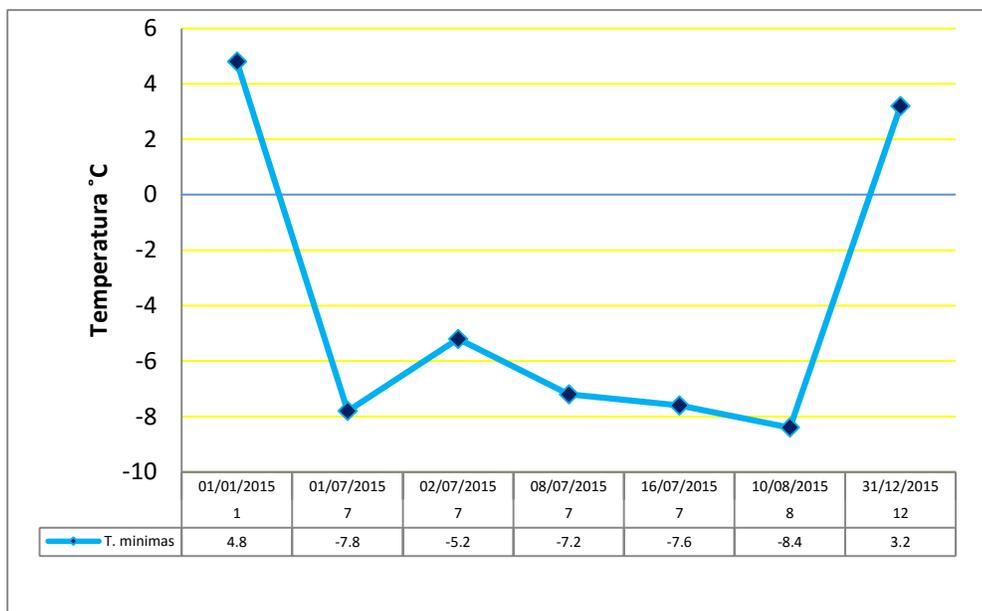


Fuente: Elaboración propia

Figura 1. Épocas y tiempo de preñez en llamas

Época 1. Durante los meses de diciembre, enero, febrero, marzo existe una alta actividad productiva la recría y empadre, en esta época se suma el factor climático con altas precipitaciones tormentosas que crea un ambiente húmedo y frio, despierta el deseo sexual en los reproductores para el empadre, así como estar al pendiente de la conducta sexual de los animales son técnicas de conocimientos ancestrales y empíricas, que está altamente relacionado con las fases lunares y la buena alimentación.

Época 2. En los meses de abril, mayo, junio, julio, agosto, septiembre, octubre es una época muy crítica para las llamas en estado de gestación por falta de alimentación, el deterioro de los forrajes en las praderas nativas, agua, la carencia de dormideros para protegerse de las bajas temperaturas y fuertes vientos que corren en estos meses de provocando abortos cuya frecuencia de temperaturas mínimas de toda la gestión 2015 se muestra en la figura 2:



Fuente: Senamhi, 2015

Figura 2. Temperaturas mínimas durante la gestión 2015

Los meses se muestran del 1 al 12. En la línea de las x donde los meses de junio y julio y octubre se dieron las mismas de temperatura bajo 0

Época 3. Es la más importante, donde las llamas expresan morfológicamente la gestación, los tres últimos tercios de gestación especialmente en los meses de octubre y noviembre es la más crítica debido a la falta de alimentos. La gestación, desde el momento de concepción hasta la parición dura en promedio 358 ± 8 días, estos resultados pueden deberse a muchos factores como climáticos, nutricionales, genéticos y fases lunares.

De acuerdo con un estudio realizado por la Universidad de Castilla – La Mancha, en España, las fases lunares influyen en la gestación de las vacas de Lidia. Para este trabajo se controló la duración de la gestación de 153 vacas, procedentes de 3 explotaciones de ganado durante 4 años consecutivos (2004 a 2007).

Según este estudio, cuando había luna nueva, el periodo de gestación duró 280 días; en luna llena, disminuyó a 279 días; en la fase de cuarto menguante aumentó a 284 días y en cuarto creciente llegó a los 285 días.

“Las fases lunares marcan períodos alternados de actividad y descanso de los fluidos orgánicos de los animales, regulándose muchos procesos de comportamiento”

Según FAO (1996), el tiempo de la gestación en alpacas y llamas es de alrededor de once meses y medio (345 días), pero se observan desviaciones respecto de este promedio en animales individuales, con valores que oscilan entre 335 y 365 días. Como la gestación es tan larga, es importante que las hembras conciban tan pronto como estén aptas para hacerlo después del parto (10 a 15 días) si se pretende que dejen una cría por año.

4.2. Intervalo entre empadres

El primer empadre se realizó con el respectivo pesaje de las llamas de diferentes edades cuyo peso promedio es de 81,4 kg con un máximo de 111 kg y un mínimo de 59,0 kg en cuanto a los reproductores machos se tiene un promedio de 138 kg como se muestra en la figura 3.

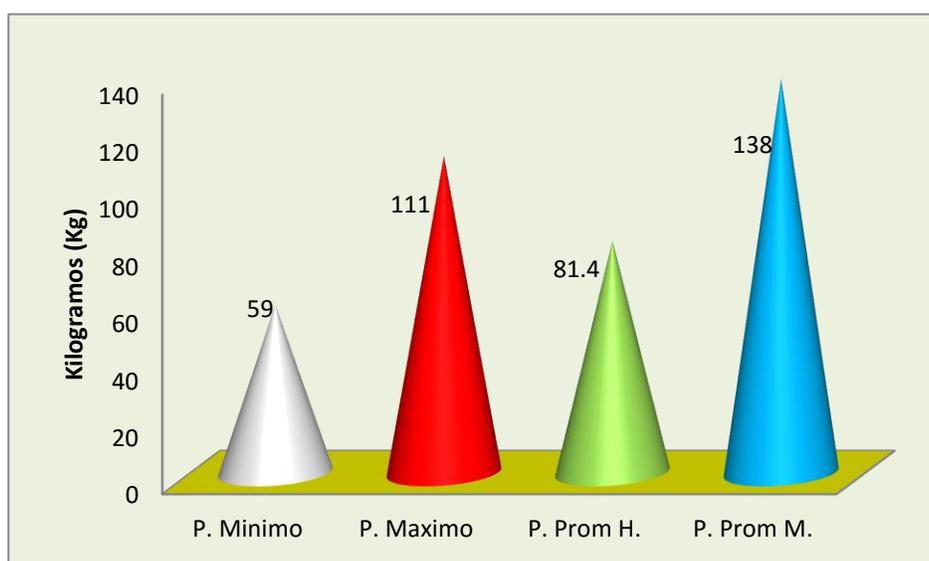


Figura 3. Peso promedio de llamas hembras a diferentes edades

-  = Peso Mínimo
-  = Peso Máximo
-  = Peso Promedio de Hembras
-  = Peso Promedio de Machos

En este primer empadre las hembras presentan un comportamiento sexual rechazando la cópula, la mayoría de los animales hembras escapan del macho, y solo algunos expresan el deseo del empadre. Esta primera actividad lo considero como inducción a la receptividad para los próximos apareamientos. Se muestra en la figura 4 el inicio del empadre.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4. Empadres durante la época de investigación

- Día 1 Primer empadre (estimulación)
- Día 15 Segundo empadre (netamente copula)
- Día 30 Tercer empadre (copula)
- Día 35 Evaluación de detección de preñez

Transcurrido 15 días del primer empadre se realizó el segundo empadre donde la mayoría de las hembras presentan receptividad al macho, esta actividad es muy visible cuando un macho está en pleno empadre imité un sonido que en idioma aymara es conocido como (Qonuni), las hembras escuchan, ven y se postran alrededor en posición de cópula cuando esta ocurra inmediatamente se debe separar inmediatamente y presentar a otro macho elegido para el respectivo empadre.

A partir de esta fecha los empadres deben ser controlados a través del uso de un macho quien detecte la receptividad o rechazo de las hembras, luego de 15 días nuevamente se realiza el tercer empadre de control, en esta tercera prueba muchas hembras presentaron el rechazo al macho. Algunas escupían, otras challian (sonido emitido por las hembras llamas cuando rechazan al macho) y escapaban al macho, este tipo de conducta nos indica que las hembras están preñadas, en algunos casos algunas hembras estaban receptivas para el empadre esta es una señal que no existe preñez, no todas las llamas hembras se preñan en un solo servicio si no repiten 1 a 3 servicios para su concepción, como muestra la figura 5, promedios de servicios de máximos y mínimos de empadres realizados:

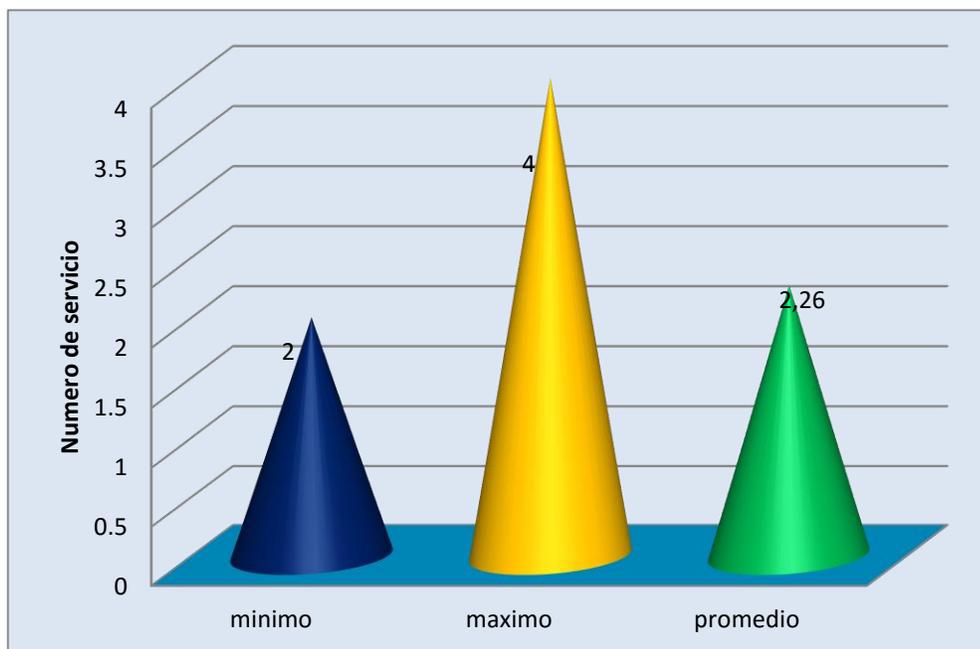


Figura 5. Promedio de servicios y/o empadre

Mínimo = 2 veces
Máximo = 4 veces
Promedio = 2.26 veces

4.3. Tiempo de cópula

El tiempo de la copula se controló desde el momento de la monta, la copula dura de 7^a 10 minutos en su primera etapa donde los machos emitieron los chillidos muy fuerte y que a medida que pasan los minutos los chillidos disminuyen, pasado varios minutos algunos animales se paran y se retiran algunos tratan de insistir en la copula, siendo en promedio el tiempo de copula de 18 minutos Quispe (2002), reporta el tiempo promedio de la copula (29.8 minutos) en hembras adultas fue similar a los registrados en hembras primerizas (29.8 minutos), Fernández (1972). En alpacas, indican que los servicios fértiles tuvieron un tiempo de copula mayor a 16.1 minutos que los infértiles 13.5 minutos. Además existen una relación entre la duración de la copula y la efectividad de la misma en inducir ovulación y fertilización.

El tiempo promedio de la cópula es menor y se muestra en la figura 6.

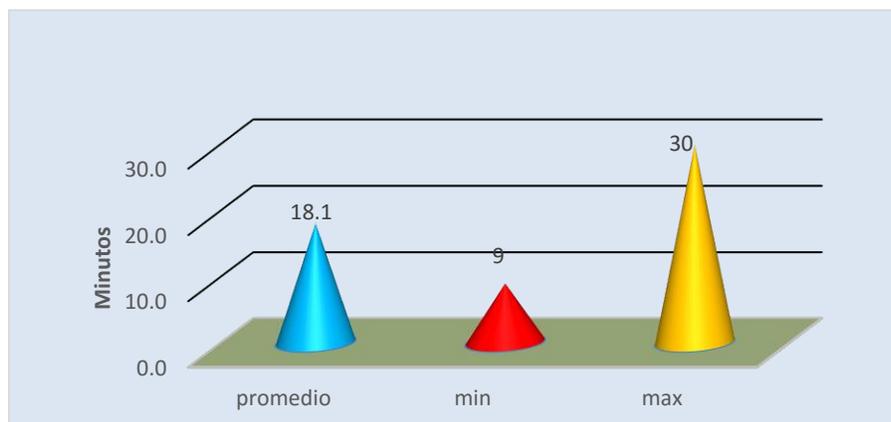


Figura 6. Tiempo promedio de empadre

4.4. Análisis de Chi cuadrado

Cuadro 4. Prueba de Chi cuadrado.

Comparación de porcentajes de preñez entre métodos

FV	GL	Chi cuadrado	Pr >Chi Cuadrado
Método	2	0.21	0.9019ns

No se evidencian diferencias significativas entre los diferentes métodos para detectar la preñez, esto significa que las tres técnicas son estadísticamente semejantes y eficientes en la detección de preñez de llamas.

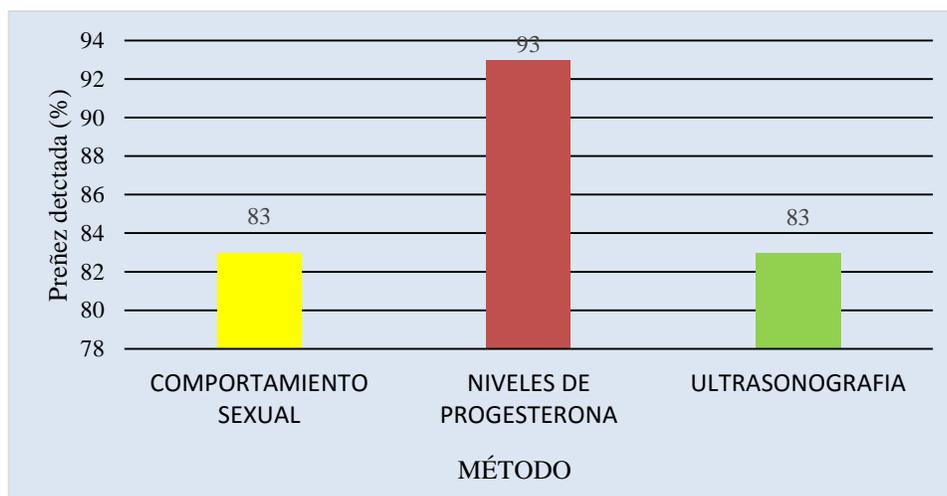


Figura 7. Porcentaje de detección de preñez mediante tres métodos

En la figura 7 se puede observar los porcentajes de preñez obtenidos mediante la utilización de las diferentes técnicas estudiadas. Como se logra apreciar el método del comportamiento sexual de la hembra frente al macho a los 30 y 35 días post cópula se obtuvo una tasa del 83% de preñez y un 17% de hembras vacías (no preñadas). Con el uso de niveles de progesterona confirmada por la quimioluminiscencia se registró la tasa de preñez más alta obteniendo un 93% y un 7% de hembras no preñadas; mientras que el método de la ultrasonografía se diagnosticó una tasa de preñez del 83% y un 17% de hembras vacías.

Cuadro 5. Análisis de Procustes generalizados

Métodos	Consenso	Residuo	Total	Proporción de consenso
Método (N-P ₄)	1,006	0,07	1,076	0,935
Método(C*h)	0,8	0,162	0,962	0,832
Método (Usa)	0,8	0,162	0,962	0,832
Total	2.606	0.394	3	0,869

El consenso entre los diferentes grupos varía desde 83,2% a 93,5% el promedio general del consenso es de 86,9%, esto significa que existe un alto grado de parecido entre los resultados de los diferentes métodos evaluados para detectar la preñez, este consenso se realizó a nivel de llamas evaluadas con las diferentes técnicas.

4.5. Tasa de fertilidad de preñez C*h, N-P₄, Ultrasonografía

El cuadro 6 muestra los resultados obtenidos respecto a la tasa de fertilidad de preñez, en el cual se puede apreciar que no existen diferencias significativas entre los tres métodos en estudio con una confiabilidad de ($P > 0.05$). Con la técnica del comportamiento sexual de la hembra frente al macho se ha obtenido 83% de la tasa de preñez, este resultado se parece al obtenido con el uso del método de la ultrasonografía con el que se consiguieron resultados iguales respecto a la tasa de preñez, siguiendo a estas técnicas y con un mayor número de porcentaje de tasa de preñez con un 93% se encuentran los niveles de progesterona encontrados en la sangre de las llamas en estudio.

Cuadro 6. Tasa de fertilidad de preñez en llamas

Detalle	Método C*H	Método N-P ₄ (ng/ml)	Método Ultrasonografía
Empadradas	15		
Preñadas	13	14	13
Tasa de fertilidad / preñez %	83	93.3	83

C*H= Comportamiento sexual de la hembra.
N-P₄= Niveles de progesterona.

4.6. Método de Comportamiento sexual

Los resultados obtenidos superan a los reportados por Novoa, Sumar y Franco (1970) en la mayoría de las explotaciones alpaqueras los porcentajes de fertilidad varían entre 40 y 60%.

La información sobre empadre controlado en llamas es escasa; sin embargo, un reporte reciente indica que el porcentaje de fertilidad general en llamas de puna seca fue de 85,55%, determinada mediante rechazo al macho (Quina y Mamani, 2012). En la puna seca de Bolivia se reportó 74% de fertilidad determinada mediante comportamiento de rechazo al macho (Chiri et al., 2001).

En cuanto al empadre controlado de alpacas, se obtuvo 87,5%; 85,0% y 93,9% de fertilidad en primerizas, madres sin cría y madres con cría respectivamente, siendo el promedio general 88.8 % de fertilidad, de acuerdo al número de servicios se describe 51,3%; 24,4%; 11,6% y 4,3 % para 1, 2, 3 y 4 servicios, el tiempo de empadre fue de 20 minutos (Apaza *et al.* 1998).



Foto 1.
La receptividad de la hembra al macho



Foto 2
Rechazo de la hembra al macho

4.7. Método de Niveles de progesterona

En la figura 8 se puede observar la frecuencia de niveles de progesterona realizada a los 30 y 35 días en llamas testigo (no preñadas) y en animales preñadas, las primeras presentaron 0,5ng/ml y 1.7ng/ml que son menores en comparación al buffer de 2ng/ml, las segundas obtuvieron resultados mayores (10ng/ml; 16ng/ml) al buffer como 5ng/ml, que dieron como resultado una tasa de preñez del 93%.

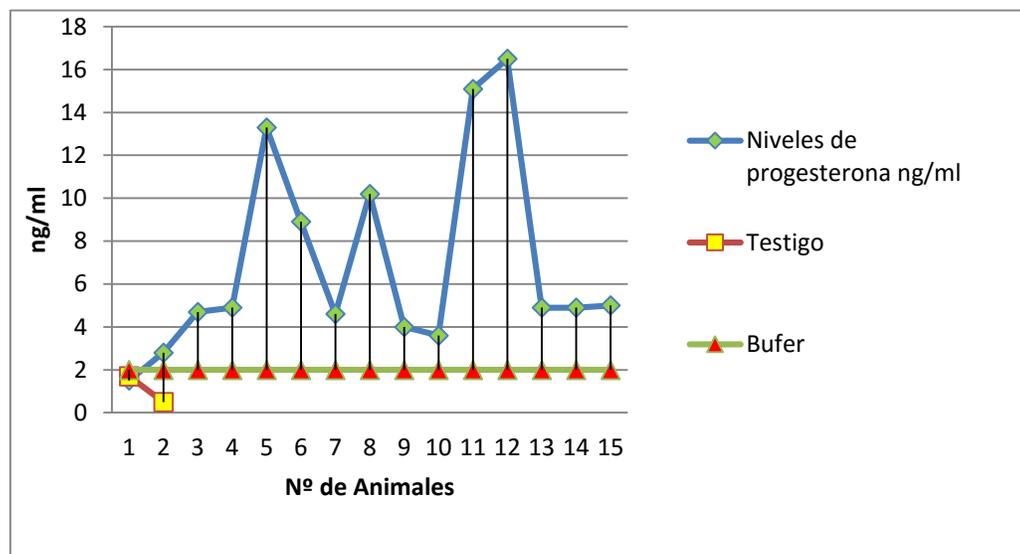


Figura 8. Frecuencia de niveles de progesterona

Al respecto Adams et al. (1991) hallaron niveles de progesterona de 5,6ng/ml, 3,1ng/ml y de 6,3ng/ml para los días 6, 10 y 12 respectivamente, en llamas preñadas y que en hembras no preñadas las concentraciones de progesterona circulantes decrecieron de 1 a 3 días antes de la disminución morfológica del cuerpo lúteo. Bravo *et al.* (1991) determinaron que existe una relación positiva entre el tamaño del cuerpo lúteo y las concentraciones de progesterona en orina de alpacas y llamas, las cuáles se incrementaron dentro de los 3 días siguientes a la ovulación. Así mismo, observaron un desarrollo del cuerpo lúteo más rápido en llamas que en alpacas, durante el desarrollo temprano.

Las muestras de sangre fue obtenidas de la vena safena que se encuentra en la pierna de izquierda de la llama. Que se demuestra en la foto 3.



Foto 3. Muestra de sangre de la vena safena del animal en estudio

4.8. Método de la ultrasonografía

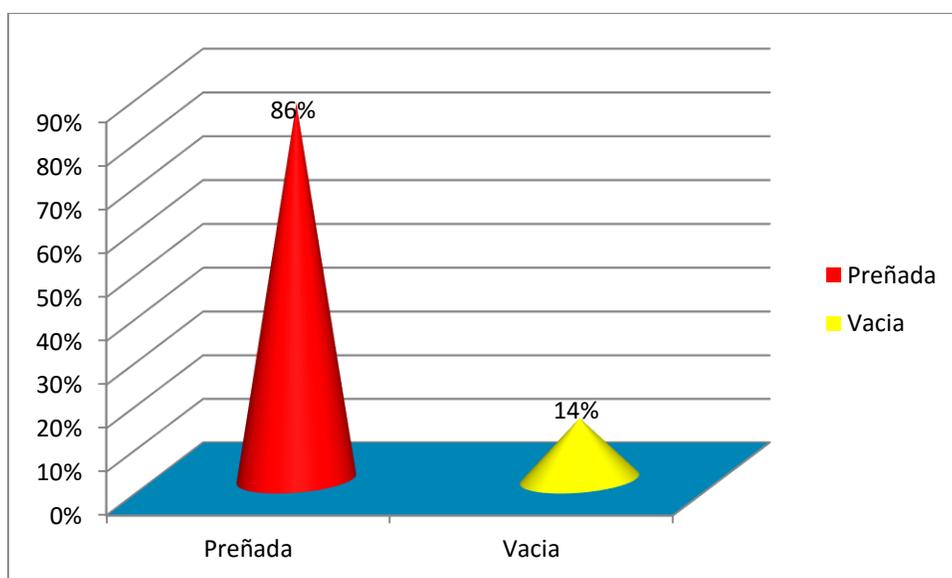


Figura 9. Porcentaje de preñez diagnosticada por ecógrafo

La figura 9 indica que el diagnóstico de preñez mediante el método de la ultrasonografía a los 35 y 45 días post empadre reportó un 14% de llamas vacías y un 86% de llamas preñadas. Estudios realizados por Sapaná et al. (2012) reportan que este sistema de empadre en alpacas produjo 73,38% de fertilidad general, con 70,92%; 75,19% y 74,18% de fertilidad en hembras nulíparas, primíparas y múltiparas, describiéndose 50,71%; 18,38%; 2,54% y 1,74% con 1, 2, 3 y 4 servicios respectivamente, mediante ecografía. El tiempo de empadre en llamas es de 10 a 50 minutos, con un promedio de 25 minutos (Sumar, 2002).



Foto 4. Imagen reportada durante la investigación a los 35 días de gestación

Primer mes: La fijación del embrión se produce a los 21 días, por lo tanto resulta difícil obtener algún tipo de alteración muy marcada a nivel del útero. No obstante alrededor del día 15 aparece un ensanchamiento del cuerno izquierdo en una relación de 1,5:1 con relación al derecho. Esto es solamente observable por la laparoscopia o ecografía. El detalle más destacable es la presencia de un cuerpo lúteo gestacional, de mayor tamaño que el cuerpo lúteo no gestacional. El tamaño es de aproximadamente 12-14mm a la palpación el cuerno se contrae y es fácilmente palpable (Lacolla, 2000).

Segundo mes: El cuerno izquierdo presenta normalmente un tamaño excepcional respecto al derecho, en una relación de 3:1, es bastante más largo y más ancho, el cuerno derecho se presenta sin modificación. A la palpación parecería que el cuerpo uterino y el cuerno izquierdo formarían un tubo dirigido hacia adelante y hacia la izquierda y el cuerno derecho queda como un simple proceso adherido a ese tubo. En este momento se puede empezar a verificar la presencia de líquido fetal. Los ovarios están desplazados hacia adelante y se encuentran ubicados justo frente del pubis. Se puede decir que a los dos meses el cuerno izquierdo tiene el aspecto de una vejiga y hay que tener en cuenta que a la palpación rectal es similar en forma y tamaño (Lacolla, 2000).

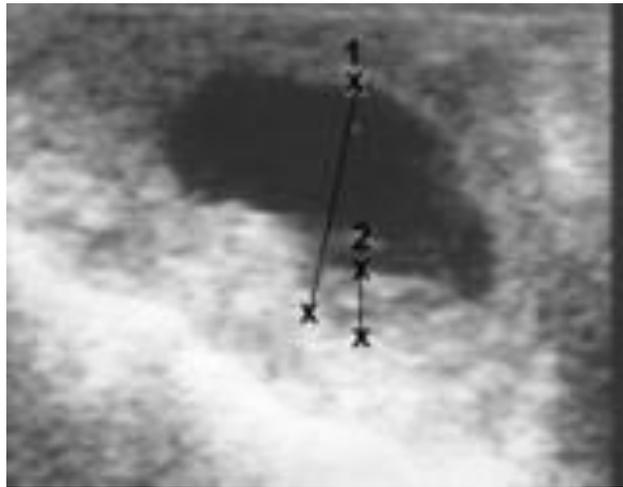


Foto 5. Ecografía de 35 días de gestación

Según Atlas de Ecografía Reproductiva (2004), reporta una imagen en como una protuberancia pegada a la pared del útero se ve al feto. En el proceso dinámico, a esta edad se podrá apreciar el latido cardiaco.

4.9. Natalidad

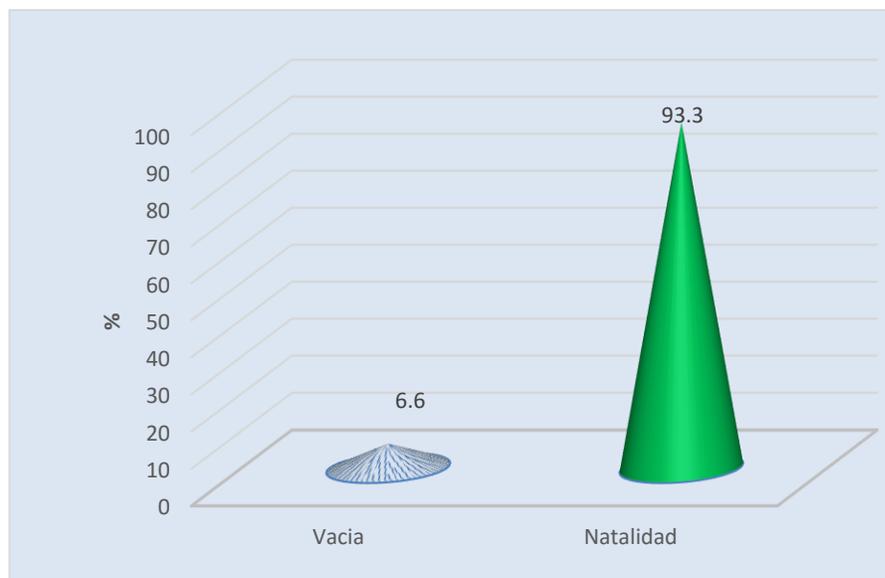


Figura 10. Porcentaje de natalidad

Pasada el tiempo de gestación 358 días el resultado final es número de crías nacidas. El cual se puede observar en la figura 10, el porcentaje de natalidad obtenido durante el proceso de la investigación; presentó un 6,6% de llamas vacías utilizando los métodos de diagnósticos de

ecografía, análisis de sangre mediante los niveles de progesterona y comportamiento sexual de la hembra. Por lo tanto la natalidad en llamas primerizas y múltiparas ha tenido un 93,3%, en esto no influye el tiempo de cópula en las diferentes edades, es verídica la influencia de peso en llamas primerizas de un año menores a 60 kg.

El hecho que una llama este vacía podría deberse a diversos factores como nutricionales, ambientales y/o genéticos (Sumar, 1979). Para el peso al nacer en las crías de llamas se ha obtenido un resultado de un promedio de 12.5 kg un máximo de 13,8 kg y un mínimo de 8 kg.

5. CONCLUSIONES

Para detectar la preñez en llamas hembras se realizó tres empadres controlados, el primero sirvió para estimular a los animales, el segundo y tercero se realizaron cada 15 días para detectar si las hembras están preñadas o no, la evaluación de preñez se realizó a los 35 días, mediante las tres técnicas descritas en esta investigación.

La técnica del comportamiento sexual de las llamas hembras frente al macho, metodología ancestral y empírica, aun es manejada en la crianza de llamas y alpacas, por nuestros productores que no tiene ningún valor monetario, pero si se necesita la experiencia del ganadero, quien observa la conducta sexual en la hembra para determinar la gestación o la ausencia de preñez, lo que permitirá un mejor manejo reproductivo del rebaño. Este método aún es considerado muy eficaz y confiable donde el diagnóstico fue confirmado por otras metodologías y se estableció que bajo este método se alcanzó un 83% de preñez.

Al igual que el comportamiento sexual de la hembras frente al macho, la ultrasonografía es un método eficiente en la detección de preñez en llamas, pero lo que dificulta su aplicación en campo es la carencia de infraestructura y equipamiento, falta de capacitación del ganadero respecto al manejo del ecógrafo y la lectura de las imágenes, asimismo se torna como una limitación para el productor el alto costo económico que representa realizar del diagnóstico de preñez con el uso del ecógrafo para cada animal.

Sin embargo el diagnóstico por ecografía es bastante precoz, lo que significa una mayor eficiencia en el manejo reproductivo de las hembras porque mucho antes de someter a la hembra a la metodología del comportamiento sexual (15 días), este método nos permite conocer si los animales están o no en gestación antes de los 15 días.

El método de niveles de progesterona, resultó altamente eficaz con un 93% de certeza en la detección de preñez en cada animal en estudio, para esta técnica es necesario contar con un laboratorio especializado en hormonas de reproducción. También se debe contar con especialistas sobre el manejo de muestras y análisis (Quimioluminiscencia), otra de las limitaciones que tiene este método es el elevado precio que representa para los productores el análisis de las muestras por animal.

La aplicación de estos tres métodos estudiados para detectar la preñez en llamas del ecotipo Q'ara alcanzó una tasa de natalidad en promedio del 93% para las tres técnicas.

Es posible determinar la preñez en llamas mediante cualquiera de los métodos utilizados en la presente investigación, debido a que con todas estas técnicas se lograron obtener porcentajes similares en la variable en estudio, sin presentar diferencias significativas entre los métodos en estudio. Por lo tanto podemos afirmar que cualquiera de las tres técnicas utilizadas son eficientes para conocer si las llamas hembras de una tama están preñadas o no. Sin embargo la técnica con la que se logró obtener aumento en el porcentaje de preñez fue evaluando los niveles de progesterona, que ha permitido diagnosticar con mayor certeza en la gestación en llamas al 93% de preñez

6. RECOMENDACIONES

En base a los resultados obtenidos en la investigación se efectúa las siguientes recomendaciones:

- ❖ Se recomienda realizar el primer servicio en todas aquellas hembras primerizas de un año de edad que tengan un peso promedio óptimo de 60 kg.
- ❖ Para una evaluación precisa lo más temprano posible del estado de preñez, la conducta sexual de hembras a presencia de macho a 15 días después del primer servicio es un buen método de diagnóstico.
- ❖ Se recomienda el uso de la ecografía en la fijación interna de preñez a los 35 días después del servicio.
- ❖ Para evaluar la preñez a 5 días después del servicio se recomienda el uso de la quimioluminiscencia para ver los niveles de progesterona que expresan el valor de la preñez positiva o negativa.
- ❖ Para obtener mayores tasas de natalidad se debe realizar como máximo 2 servicios una monta por día con un intervalo de entre servicios de 15 días (sistema de empadre controlado bajo registro de reproducción)
- ❖ Realizar investigaciones empleando estos métodos trabajando en conjunto con los productores para reducir la alta infertilidad de llamas en las regiones ganaderas del país.
- ❖ Se aconseja empadrear animales que se resalten en la tama por sus cualidades fenotípicas, y objetivos económicos, también se debe suministrar buena alimentación antes y durante el empadre, teniendo una disponibilidad de agua. El empadre debe efectuarse en corrales de empadre para evitar inconvenientes lesiones físicas.
- ❖ Evaluar el trabajo de los machos reproductores, observando la conducta sexual de estos durante el empadre. Evitar la presencia de perros u otros que molesten y causen estrés a los animales al momento de la cópula.
- ❖ Usar machos de edad y pesos similares, debido a que los adultos son dominantes y anulan la actividad sexual de los jóvenes, maltratándolos y no dejándolos trabajar.

- ❖ Se recomienda rigurosamente el uso adecuado de registros de reproducción y producción en todas las unidades ganaderas de camélidos del Estado Plurinacional de Bolivia, ya que estos nos servirán para tomar decisiones futuras en la crianza de llamas.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Adams C.L., Moir C.E. and Shiach P. 1989. Plasma progesterone concentrations in pregnant and non-pregnant llamas (*Lama glama*). *Veterinaria revista*. 125: 618-620.
- Adams *et al.* 2000. The genome sequence of *Drosophila melanogaster*. *Science* 287: 2185
- Adams, G., Sumar, J. And Ginther, O. 1991b. Hemorrhagic Ovarian Follicles In Llamas. *Theriogenology* 35: 557-568.
- Ampuero, E., Alarcon, V., Alpaca, J. y Machaca, A.1966. Evaluación de diferentes métodos de diagnóstico de gestación en alpacas. VI Convenio internacional de Camélidos Sudamericanos. Oruro, Bolivia. Res. Pág. 204.
- Apaza N., Olarte U., Málaga J. 1998. Efecto del estadio de desarrollo folicular al momento de la monta sobre la ovulación y sobrevivencia embrionaria en alpacas). Tesis para optar el título de médico veterinario y zootecnista. Facultad de medicina veterinaria y zootecnia. Puno. Perú.
- Artículo Original: 2013. Eficiencia del empadre controlado en llamas (*Lama glama*) de la estación experimental Ivita Maranganí. *Controlled Mating Efficiency In Llamas (Lama Glama) From IvitaMaranganí*. *Research Center Spermova*. 3(1): 79 – 80.
- Beinat, A. Crosilla, F., 2002. Use of generalized Procrustes analysis for the photogrammetric block adjustment by independent models. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 56(3), pp. 195-209.
- Botero Herrera et al. 1983. Diagnostico precoz por ecografía. Pp.43.
- Bourke, D.A., Adam, C.L. Y Kyle, C.E. 1992. Ultrasonography as an aid to ontrolled breeding in the llama. *Vet. Rec.* 130: 424-428.
- Bravo, W. 1992. La fase folicular del ciclo ovárico y la respuesta de la glándula pituitaria a la cópula repetida en la alpaca. *Revista de investigaciones sobre camélidos Sudamericanos Allpak'a*. (2) 1-8. Puno. Perú.

- Bravo, W., Sumar, J. 1989. Laparoscopic Examination of the ovarian activity in alpacas. Anim. Reprod. Sci. 30: 271-281.
- Bravo, W.; G. Stabenfeldt; B. Lasley; M. 1991. The effect of ovarian follicle size on pituitary and ovarian responses to copulation in domesticated South American camelids. BiologyReproduction. 45: 553-559.
- Calderón, W., Sumar, J. y Franco, E. 1968. Avances en la inseminación artificial de las alpacas (*Lama pacos*). Revista Facultad de Medicina Veterinaria. Lima. Perú. 22:19-35.
- Chiri, R. J., Mollo, G. 2001. Determinación de la pubertad en la llama hembra (*Lama glama*).Revista De Investigación. Camélidos sudamericanos. Unepca-Fcp-Uto. Oruro - Bolivia.
- Choque D. 2010. Validación de la vacuna sarcovac. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. Tesis de Grado. Pp.25
- De La Calle J.R. 2007.Influencia de la ganadería y las fases lunares sobre las vacas de Livia. Tesis de profesorado. Departamento de ciencia y tecnología agroforestal E.U.I.T AgrícolaUclm Rda. Calatrava 5. Ciudad Real España. pp. 7.
- Derivaux, J. 1976. Reproducción de los animales domésticos Ed. ACRIA. Zaragoza - España p.46.
- England, B., Foote, W., Matthews, D., Cardozo, A. and Riera, S. 1969. Ovulation and corpus luteumfunction in the llama. J. Endocrinol. 45: 505-513.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 1996. Manual de prácticas de manejo de alpacas y llamas. Roma. pp 35.
- Fernández-Baca, S. y Novoa, C. 1968. Primer ensayo de inseminación artificial de alpacas (*Lama pacos*) con semen de vicuña (*Vicugna vicugna*).Revista Facultad de MedicinaVeterinaria. U.N.M.S. Marcos. Perú. 22: 9-18.

- Fernández-Baca, S., Madden, D. and Novoa, C. 1970b. Effect of different mating stimuli on induction ovulation in the alpaca. *J. Reprod. Fert.* 22: 3-20.
- Fernandez-Baca.1993. Manipulation of reproductive functions in male and female new world camelids. *Animal Reproduction Science.* 33: 307-323.
- Fowler, M. 1989.The effect of ovarian follicle size on pituitary and ovarian responses to copulation in domesticated South American camelids. *Biology Reproduction.* 45: 553-559.
- Franklin, W. Mares, M.A. and Genoways, H.H. 1992. Biology, ecology and relationship to man of the South Americancamelids. In: *Mammalian biology in South America.* (Eds). Pymatuning Laboratory of Ecology Special Publication. Linesville. University of Pittsburgh.6: pp 457-489.
- Gore-Langton R., Armstrong D. 1994. Follicular steroid genesis and its control. En: Knobil& Nelly (Eds). *The Physiology of Reproduction.* 2nd Ed. New York: Ravenpress. pp. 571-628.
- Gower JC. 1975. Generalized Procrustes analysis. *Psychometrika.* 40:33-51.
- Gutiérrez. 2013. Alpacas y llamas en el centro experimental Condoriri. Portal La Patria. Oruro-Bolivia. *Revista Dominical.*
- Hafez. 1992. Reproducción e inseminación artificial en animales, Editorial Interamericana 5ta. Edición. México p.126, 256.
- Hafez. 1996. Reproducción e inseminación artificial en animales. Editorial Interamericana Mcgraw-Hill. México. pp: 247-270.
- Huanca, T. 1988. Efecto de los criterios técnicos de selección sobre los sistemas tradicionales del empadre en alpacas. Informe Técnico Nro. 7-91. Proyecto Alpacas. INIAA-Cotesu11c. Puno - Perú.

- Huanca, T. 1990. Manual del alpaquero. Proyecto alpacas. INIA. Corpuno Cotesu11c. Puno - Perú. 233p.
- Lacolla. 2000. Diagnóstico de gestación por tacto rectal y ecografía en llama (*lama glama*). Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Nacional de La Pampa. Anuario p 7-8.
- Leyva, V., J. Sumar. 1981. Evaluación del peso corporal al empadre sobre la capacidad reproductiva de hembras alpacas de un año de edad. En: Libro de res.de proyectos de investigación realizados por la UNMSM (1980-1981) Tomo III.39p.
- Martínez, M. García, R. 2010. Laboratorio de endocrinología y biomarcadores. Instituto de servicios de laboratorio de diagnóstico e investigación en salud (Seladis). Facultad de ciencias farmacéuticas y bioquímicas. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz - Bolivia. Correspondencia Heidy8_1@Hotmail.Com.
- Novoa, C. 1970. Reproduction in camelidae. J. Reprod. Fert. 22: 3-20.
- Novoa, C. 1991. Fisiología de la reproducción de la hembra. En: Fernández Baca, S. (Ed). Avances y perspectivas del conocimiento de los camélidos sudamericanos. Santiago de Chile: FAO. P 93-103.
- Novoa, C. 1992. Reproducción de camélidos. Revista de Ciencia Veterinaria Vol.8, N° 4. Lima, Perú.
- Novoa, C., J. Sumar, V. Leyva, S. Fernández-Baca. 1973. Incremento reproductivo en alpacas de explotaciones comerciales mediante método de empadre alternado. Revistade Investigación Pecuaria Ivita. Universidad San Marcos. Lima - Perú. 2: 191-193.
- Novoa, C., Sumar, J. y Franco, E. 1996. Empadre complementario de alpacas hembras vacías. Boletín extraordinario-Rio Ivita. Unmsm. Lima - Perú. Sitio Argentino de producción animal 4 de 4.
- Pacheco 2013. Pionero en ecografía doppler, ecografía cervical, articular, y en crear la primera y única plataforma digital de Venezuela en imagenología que permite entregar

en tiempo real al médico tratante, el resultado y las imágenes de los estudios.
Disponible en www.vetimagen.com

- Pollard, J., Littlejohn, R. and Scott, I. 1994. The effects of mating on the sexual receptivity of females alpacas. *Animal Reproduction Science*. 34: 289-297.
- Quispe, C. 2002. Intervalo de monta y número de servicios en la reproducción de llamas primerizas y adultas. Universidad Mayor de San Andrés. Tesis de grado. p. 8-9
- Raggi et al., 1996. El diagnóstico de gestación en campo, muchas veces es inferido mediante la conducta sexual de la hembra p. 135
- Saelzer R., Pedro J.; Hervé A., Marcelo; Cid C., Ana. et al. 1989. Diagnóstico de gestación temprana en ovejas mediante ecografía transrectal. *Avances en Medicina Veterinaria*, Vol.4 (2),
- San Martín, M., Copaira, M., Zuñiga, J., Rodríguez, R., Bustinza, G. and Acosta, L. 1968. Aspects of Reproduction in the alpaca. *J. Reprod. Fertil.* 16: 395-399.
- Smith, C., Peter, A. and Pugh, D. 1994. Reproduction in llamas and alpacas. A review. *Theriogenology* 41: 573-592.
- Sumar J. 1991. Avances y perspectivas del conocimiento de los camélidos sudamericanos. Fernández-Baca, S. FAO. Santiago de Chile. Chile.
- Sumar, J., Adams, G.R. and Threlfall, W. 2007. Current therapy in large animal theriogenology. young Quist Saunders Elsevier. Usa. 861p.
- Sumar, J. 1983. Studies on reproductive pathology in alpacas. Department of obstetrics and gynecology. Faculty of veterinary medicine Swedish. University of Agriculture Science. Uppsala and Instituto Veterinario de Investigación de trópico y altura. Universidad Nacional Mayor De San Marcos.

- Sumar, J. 1991. Fisiología de la reproducción del macho y manejo reproductivo. En: Avances y perspectivas del conocimiento de los camélidos sudamericanos. Ed. Fernández-Baca, S., FAO. Santiago de Chile. Chile. pp. 111-148.
- Sumar, J. 1993. Small Ruminat Research. Sexual Reseptivity end time of ovulation in alpacas. Universidad Nacional Mayor de San Marcos Lima – Peru. pp. 142-143
- Sumar, J. 1997. Avances y perspectivas en reproducción de camélidos. Memorias del I Symposium Internacional avances en reproducción de rumiantes. Lima – Perú. pp. 30-44.
- Sumar, J. 2002. Llamas y alpacas en: reproducción e inseminación artificial en animales. Hafez, E.S.E.; B. Hafez (Eds.) 7ª Ed. En Español. pp. 224-242.
- Sumar, J. y Leyva, V. 1961. Rol del cuerpo lúteo en el mantenimiento de la preñez en la alpaca (*Lama pacos*). LV Conv. Int. Cam. Sud. Cs. Af, Chile.
- Sumar, J.; García, M.; Alarcon, V. y Echiavarria, L. 1993. Niveles de progesterona periférica durante la gestación temprana en alpacas y llamas y su aplicación en el diagnóstico de gestación. VI Conv. Mt. Cam. Sud. Oruro - Bolivia. Res. pp. 205-206.
- Urquieta, B. and Rojas, J.R. 1990. Studies on the reproductive physiology of the vicuña (*Vicugna vicugna*). In: livestock reproduction in Latin America. Proc. of the final research coordination meeting of the FAO/IAEA/Arcal. Vienna. pp 407-428.
- Urquieta, B., Cepeda, R., Cáceres, J., Raggi, L. and Rojas, J. 1991. Seasonal variation in some reproductive parameters of male vicuña in the high Andes of northern Chile. Interregional network for improving the productivity of camelids. 17-20 June, Rabat Institute, Maroc, 115-122.

<http://bases.bireme.br/cgiin/wxislind.exe/iah/online/?IsisScript=iah/iah.xis&src=google&bas=LILACS&lang=p&nextAction=lnk&exprSearch=129311&indexSearch=ID>

<http://www.senamhi.gob.bo/meteorologia/boletinmensualtemperatura.2015.php>

Anexo 2. Estación Experimental de Choquenaira



Anexo3. Reproductor (Macho)



Anexo4. Hembra receptiva al macho



Anexo5. Hembra no receptiva (preñada) se defiende de la agresión del macho



Anexo6. Hembra no receptiva preñada se corre del macho



Anexo 7. Reproductor descanso después del apareamiento (Empadre)



Anexo 8. Modo de sujeción de la llama hembra



Anexo 9. Modo de traslado de la llama hembra



Anexo 10. Ecógrafos de uso Veterinario, el segundo es para humanos y sus accesorios



Anexo 11. Retiro de las heces



Anexo 12. Imagen de una llama preñada captada por el ecógrafo



MÉTODO DE NIVELES DE PROGESTERONA

Anexo 13. Limpieza de la vena safena para el muestreo de la sangre



Anexo 14. Extracción de la muestra



Anexo 15. Muestras de sangre



Anexo 16. Materiales para el análisis



Anexo 17. Cría de llama

