



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



**“TASA DE FERTILIDAD Y PREÑEZ EN ALPACAS APAREADAS
MEDIANTE EL EMPADRE DIRIGIDO Y ESTACIONAL EN LA
EMPRESA SAIS SOLLOCOTA LTDA DEL DISTRITO DE SAN
JOSÉ – AZÁNGARO – PUNO”**

TESIS

PRESENTADA POR:

EDGAR ARDILES JOVE

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA

PUNO – PERÚ

2022



DEDICATORIA

*A Dios, quien como guía estuvo presente en el caminar de mi vida,
bendiciéndome y dándome fuerzas para continuar con mis metas trazadas que es ser
Médico Veterinario y Zootecnista.*

*A mi padre Raúl y madre F. María quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me
han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo
de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre.*

*A mi hermana Blanca Nélide por el cariño y apoyo incondicional, durante toda la
formación profesional, por estar junto a mí, en todo momento.*

*A mis hermanos Edmundo y Yubel Eswelquin porque con sus consejos y palabras
de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en
todos mis sueños y metas.*

*A mi Amor de mi vida Feliciana, y mi hijo Brian Said, porque es mi más grande
tesoro y motivación que sin ella, mi vida sería no tendría orientación. Cada vez que la
veo, me doy cuenta que estoy frente a los retratos vivos de su madre y yo, al mismo
tiempo siento más ganas de trabajar fuertemente y seguir con el objetivo de alcanzar
mis metas. Son mi principal motivación.*

Edgar Ardiles Jove.



AGRADECIMIENTO

A mi querida Universidad Nacional del Altiplano, y a la Gloriosa Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia; por brindarme la oportunidad de estudiar y obtener las bases y elementos en la enseñanza de esta bella profesión.

A los Centros Experimentales la Raya y Chuquibambilla y a todo su personal que labora en esta institución, por la ayuda recibida, tanto técnica como humana, en donde obtuve una gran información y la base de datos para desarrollar la parte empírica de la investigación.

Agradezco a la Empresa Sais Sollocota Ltda. N° 5, que me permitieron realizar mi proyecto de tesis, en camélidos sudamericanos, dándome la confianza y el Aprecio a mi persona, para desarrollar este estudio.

Deseo expresar agradecimiento a los miembros del jurado: Dr. Marcelino Jorge Aranibar Aranibar, MSc. Harnold Segundo Portocarrero Prado, Mg. Francisco Halley Rodríguez Huanca por sus consejos y observaciones que contribuyeron a mejorar el trabajo de investigación.

Agradezco a mi director de Tesis Dr. Julio Málaga Apaza, por su paciencia, disponibilidad y generosidad para compartir su experiencia y amplio conocimiento. Su siempre atenta y efectiva colaboración hizo que este trabajo se culminara satisfactoriamente.

Agradezco a todos mis docentes que, con su sabiduría, conocimiento y apoyo, motivaron a desarrollarme como persona y profesional en la Universidad Nacional del Altiplano.

A los compañeros y amigos, quienes sin esperar nada a cambio compartieron sus conocimiento, alegrías y tristezas y a todas aquellas personas que durante estos cinco años estuvieron a mi lado apoyándome y lograron que este sueño se haga realidad.

Y, por supuesto, el agradecimiento más profundo y sentido va para mi familia. Sin su apoyo, colaboración e inspiración habría sido imposible llevar a cabo la ejecución de tesis. Y de seguir adelante en mi carrera profesional.

Edgar Ardiles Jove



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

RESUMEN 9

ABSTRACT..... 10

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN..... 13

1.1.1 Objetivo general 13

1.1.2 Objetivos específicos 13

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. FISIOLÓGÍA REPRODUCTIVA DE LA HEMBRA..... 14

2.2. MÉTODOS DE DIAGNÓSTICO..... 27

2.3. FISIOLÓGÍA REPRODUCTIVA DEL MACHO..... 28

2.4. ANTECEDENTES..... 31

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LUGAR DE ESTUDIO 37

3.2. MATERIAL DE ESTUDIO..... 37

3.3. PROCEDIMIENTO 38

3.3.1. Instalaciones 38



3.4. EVALUACIÓN DE LAS VARIABLES DE ESTUDIO.....	39
3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	40

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. FERTILIDAD DE ALPACAS.....	41
4.2. PREÑEZ DE ALPACAS	44
V. CONCLUSIONES.....	47
VI. RECOMENDACIONES	48
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	49
ANEXOS.....	56

Área: Reproducción Animal.

Línea: Tasa de fertilidad y preñez en alpacas

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 21 de julio de 2022



ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.	Prueba de Ji-cuadrada para de tasa de fertilidad de alpaca.	56
Anexo 2.	Prueba de Ji-cuadrada para de tasa de preñez en alpaca	56
Anexo 3.	Materiales para empadre dirigido en alpacas	57



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Tasa de fertilidad en alpacas bajo empadre controlado, según número de servicios y/ó apareamientos	33
Tabla 2.	Tasa de fertilidad en alpacas mediante empadre controlado, según número de servicios	34
Tabla 3.	Tasa de preñez en alpacas mediante empadre controlado, según número de servicios y estado reproductivo.....	36
Tabla 4.	Tasa de natalidad en alpacas bajo empadre controlado, según años y tipo de empadre.....	36
Tabla 5.	Distribución de alpacas reproductores en la investigación	37
Tabla 6.	Tasa de fertilidad en alpacas de la SAIS Sollocota, según tipo de empadre.	41
Tabla 7.	Tasa de fertilidad en alpacas del SAIS Sollocota, según número de cópula.	42
Tabla 8.	Tasa de preñez en alpacas con dos tipos empadre en la SAIS Sollocota.....	45



ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

CE : Centro Experimental La Raya.

CS : Camélidos Sudamericanos.

FAO : Organización de las Naciones Unidas Para la Alimentación y Agricultura.

X^2 : Ji cuadrada

X_c^2 : Valor de Chi-calculada

O_i : Frecuencias observadas

E_i : Frecuencias esperadas

Σ : Sumatoria

FSH : Hormona folículo estimulante

GnRH: Hormona del hipotálamo

LH : Hormona luteinizante

Ug : Microgramo

% : Porcentaje

Gr. : Gramo

SNC = Sistema nervioso central

PGF 2α = Prostaglandina F2alfa

IA : Inseminación artificial

UNA : Universidad Nacional del Altiplano

FMVZ: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

$P < 0.05$: Existe diferencia significativa al 95%

$P > 0.05$: No existe diferencia significativa al 95%



RESUMEN

La investigación fue realizada entre los meses de enero a marzo y octubre 2021 en la Empresa SAIS Sollocota Ltda N° 05 del distrito de San José - Azángaro de la Región Puno, con los objetivos de evaluar tasa de fertilidad en alpacas mediante empadre dirigido y estacional, y evaluar tasa de preñez en alpacas según tipos de empadre. En el apareamiento se utilizaron 100 alpacas Huacaya para el empadre dirigido y 80 hembras para el método estacional; a cada grupo de hembras se les asignó 04 reproductores machos. Para el diagnóstico de fertilidad se utilizó el método de comportamiento sexual de la hembra frente al macho, y para verificar número de hembras preñadas fue mediante el método de balotaje en el periodo de la esquila. La información obtenida se ha digitado en el programa Microsoft Excel y estos datos se analizaron mediante la prueba estadística de Ji – cuadrada. Los resultados del empadre dirigido de alpacas mostraron una tasa de fertilidad el 99.0 %, y las de empadre estacional 55.0 % ($P < 0.05$). Las alpacas a la primera cópula lograron alcanzar tasas de fertilidad 71.71 %, y con la segunda cópula completaron al 100.0 %. Las alpacas con empadre dirigido mostraron tasa de preñez de 84.0 %, y las alpacas con el método de empadre estacional el 45.0 % ($P < 0.05$). En conclusión, el empadre dirigido que se practicó durante la campaña de apareamiento en la crianza de alpacas superó en los índices de fertilidad y preñez en 40% comparado al método de empadre estacional.

PALABRAS CLAVES: Alpaca, Empadre dirigido, Fertilidad, Preñez.



ABSTRACT

The research was carried out between the months of January to March and October 2021 at the SAIS Sollocota Ltda Company No. 05 of the San José - Azángaro district of the Puno Region, with the objectives of evaluating the fertility rate in alpacas through directed and seasonal breeding, and to evaluate the pregnancy rate in alpacas according to the type of mating. In mating, 100 Huacaya alpacas were used for directed mating and 80 females for the seasonal method; each group of females was assigned 04 male breeders. For the diagnosis of fertility, the method of sexual behavior of the female against the male was used, and to verify the number of pregnant females, it was through the ballot method in the shearing period. The information obtained has been entered into the Microsoft Excel program and these data were analyzed using the Chi-square statistical test. The results of directed breeding of alpacas showed a fertility rate of 99.0%, and those of seasonal breeding 55.0% ($P < 0.05$). The alpacas at the first copulation managed to reach fertility rates of 71.71%, and with the second copulation they completed 100.0%. The alpacas with directed breeding showed a pregnancy rate of 84.0%, and the alpacas with the seasonal breeding method 45.0% ($P < 0.05$). In conclusion, the directed mating that was practiced during the mating campaign in alpaca breeding exceeded fertility and pregnancy rates by 40% compared to the seasonal mating method.

KEY WORDS: Alpaca, Directed breeding, Fertility, Pregnancy.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Dentro de camélidos sudamericanos domésticos la alpaca constituye uno de los recursos zoo genéticos para la actividad productiva en extensas áreas de pastizales naturales que se encuentran en zonas alto andinas; en el cual, no es posible la agricultura ni la crianza económica de otras especies domésticas. Ya que estas áreas de pastizales con variación de nutrientes según épocas son convertidas en productos de alta calidad como son la fibra, la carne, y los subproductos. Además, constituyen un recurso genético de gran importancia social, económica, cultural y científica para el Perú (FAO, 2005).

La fisiología reproductiva de las alpacas es de tipo poliéstrico anual, que se caracteriza por un período de gestación muy largo 342 días y un período posparto muy corto de 21 días, con una rápida involución uterina y pronta reanudación del ciclo ovárico, seguido de un período de lactación y gestación (Brown, 2000; Vaughan, 2011). En las comunidades, el empadre y la parición se realiza en los meses de enero a marzo, época que coincide con la disponibilidad de pastos verdes de buen valor nutritivo; además los reproductores se mantiene juntas por todo el año, la actividad sexual del macho es inhibida por la asociación continua entre ambos sexos, por ello la actividad sexual de la alpacas y llamas está circunscrito en un espacio de tiempo (Fernández Baca, 1971).

En la crianza de alpacas el empadre es una de las faenas más importantes, el manejo adecuado de los machos y de las hembras durante el empadre, permitirá elevar la eficiencia reproductiva del rebaño con la obtención de una alta tasa de natalidad (Franco *et al.*, 1998). El empadre controlado en alpacas presenta altos porcentajes de fertilidad a comparación con los otros métodos de apareamiento, es así que, reportan 87.5, 85.0 y 93.9 % de fertilidad en alpacas primerizas, madres sin cría y madres con cría respectivamente; siendo



el promedio general 88.8 % de fertilidad (Apaza *et al.*, 1998). Sin embargo, Sapana *et al.*, (2012) registra con este sistema de empadre 73.38 % de fertilidad general, con 70.92, 75.19 y 74.18 % de fertilidad en hembras nulíparas, primíparas y multíparas, respectivamente. Los sistemas de empadre estacional generalmente tienen poca eficiencia, la cual puede incrementarse mediante el uso de la técnica de empadre controlado, observándose 64.98 % de fertilidad general utilizando el empadre estacional; mientras que con el empadre controlado lograron incrementar a 77.10 %, reportado a nivel de comunidades campesinas en puna húmeda (Ali, 2009). En alpacas suri primerizas registra 93.18 % de fertilidad mediante el empadre controlado (Olarte *et al.*, 2009).

En las dos especies, como la alpaca y la llama, poseen la posibilidad de mejora genética en los rebaños de productores mediante la prueba de progenie, con la formación de núcleos de reproductores, requiere años de trabajo y está limitada, entre otros factores, como es el largo intervalo generacional. No obstante que, los sistemas de apareamiento no están bien implementados a nivel de pequeños criadores ni en el grupo de criadores sobresalientes para alcanzar los objetivos como es fertilidades al 90 % y con registros genealógicos en el rebaño.

En la actualidad, a nivel de los pequeños criadores de las comunidades siguen con la práctica de manejo reproductivo estacional, que es la más utilizada por la facilidad de introducir el reproductor macho en la majada de hembras, lo que no permite aumentar la población, pues se logra el 60 y 50 % de fertilidad y natalidad, respectivamente; a este problema una de las alternativas que mejora dichos índices es el empadre controlado ó dirigido, que su es fácil el manejo de reproductores. Por lo cual, con este experimento se demostrará que si se puede aumentar tasas de fertilidad más de 80 %; con lo que se obtendría mayor cantidad de animales de reemplazo y de saca a favor del criador para que



mejore sus ingresos económicos. Por tal virtud en el presente estudio se planteó los siguientes objetivos:

1.1. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1.1. Objetivo general

Determinar la tasa de fertilidad y preñez en alpacas mediante el empadre dirigido y estacional en la Empresa SAIS Sollocota Ltda. – San José - Azángaro – Puno.

1.1.2. Objetivos específicos

Evaluar la tasa de fertilidad en alpacas hembras Huacaya apareadas mediante el empadre dirigido y estacional en la Empresa SAIS Sollocota Ltda.

Evaluar la tasa de preñez en alpacas hembras Huacaya apareadas con el método de empadre dirigido y estacional en la Empresa SAIS Sollocota Ltda.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. FISIOLÓGÍA REPRODUCTIVA DE LA HEMBRA

2.1.1. Pubertad de la hembra

La pubertad se define como el inicio de la actividad sexual acompañada de ovulación (Bustinza, 2001). El inicio de la pubertad en alpacas hembras es alrededor de 12 - 13 meses de edad, mostrando una conducta similar a las alpacas hembras adultas. Un animal ha alcanzado la pubertad cuando es capaz de liberar gametos y de manifestar secuencias completas de comportamiento sexual (Hafez, 2000).

La mayoría de las alpacas muestran receptividad sexual a los 12 y 14 meses de edad, a pesar de haber comprobado que la actividad ovárica se inicia a edades más tempranas, (Novoa et. al. 1972). La aparición de la pubertad está supeditada a las condiciones medio 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, 1985). Sin embargo, cuando las condiciones nutricionales son adecuadas es posible lograr que las hembras inicien su primera gestación a los 12 meses de edad, obteniéndose una buena tasa de fertilidad, (Fernández Baca 1972; Novoa *et. al*, 1972).

2.1.2. Comportamiento de la hembra

Los camélidos domésticos, al ser especies con ovulación inducida no presentan ciclos estrales bien definidos; sin embargo, hay periodos de receptividad sexual. Estos periodos son bastante prolongados durante la época de apareamiento y en ausencia de machos pueden durar hasta los 36 días presentando breves interrupciones que no



sobrepasan de 2 días (Novoa, 1989); una de los problemas más frecuentes se debería a ondas foliculares continuas de larga duración con presencia aparente de un folículo estrogénico y su consiguiente secreción de estrógenos, (Novoa, 1989; Fernández Baca, 1993).

La receptividad sexual no siempre está asociada con la presencia de un folículo dominante (Sumar, 1993), mientras que la no receptividad es una característica diferencial entre hembras preñadas y vacías; puesto que se considera que dentro de los 18 a 20 días posteriores a la monta, cuando la receptividad no está presente es debido a la preñez, por el efecto inhibitorio de la progesterona (Fernández Baca, 1971).

2.1.3. Dinámica folicular

El folículo es la unidad estructural y funcional de los ovarios. La foliculogénesis, se define como el proceso de formación, crecimiento y diferenciación folicular. Abarca desde el estadio de folículo primordial hasta el de folículo pre-ovulatorio (Gigle *et al.*, 2006).

Los folículos se clasifican en primordiales, primarios, secundarios y terciarios de acuerdo a las características histológicas de las células de la granulosa que rodean al ovocito y al grado de maduración del mismo. Durante la vida fetal se produce la diferenciación de los folículos primordiales. Algunos folículos comienzan a diferenciarse en primarios y secundarios debido a que la primera activación folicular es en principio gonadotrófica independiente. La activación de los folículos terciarios ocurre en forma de ondas y es gonadotrófica dependiente. Varios folículos comienzan a crecer simultáneamente hasta que uno de ellos se diferencia en dominante y otros se atresian (Gigle *et al.*, 2006).



En los camélidos, la hembra al no ser expuesta al macho desarrolla ondas foliculares sucesivas en tres fases de desarrollo, para lo cual un grupo de folículos son reclutados, de ellos es seleccionado uno e inicia su crecimiento, diferenciándose y alcanzando el tamaño ovulatorio (igual o mayor a 7 mm de diámetro); mientras que, los demás regresionan (Bravo *et al.*, 1990; Fernández Baca, 1993; Brown, 2000). Las tres fases o estadios descritos son: crecimiento, estática y regresión (Bravo *et al.* 1990; Novoa, 1991). En el estadio estático o de maduración el folículo dominante inhibe el desarrollo de los folículos más pequeños (Bravo *et al.* 1990). A medida que los estudios moleculares fueron avanzando, han permitido determinar que los folículos secundarios ya expresan receptores para FSH y requieren de su estimulación para formar la cavidad antral (Gigli *et al.* 2006).

En los camélidos sudamericanos se observa el desarrollo de ondas foliculares cíclicas, relacionado con el crecimiento, maduración y atresia del folículo dominante (Bravo y Sumar, 1989). Las tres fases o estadios descritos son crecimiento, maduración y regresión (Bravo *et al.* 1990). En el periodo de maduración o estático el folículo dominante inhibe el desarrollo de los folículos más pequeños (Bravo *et al.* 1990), reportándose una relación inversa entre el diámetro del folículo dominante y el número de folículos pequeños. El folículo dominante parece controlar su duración, puesto que, si no hay ovulación se atresia, reconociéndose un nuevo folículo 2 a 3 días después de la primera disminución de tamaño del folículo dominante (Bravo *et al.* 1990).

El desarrollo de la onda folicular en alpacas se da de manera alterna en ambos ovarios, esto se comprueba con la presencia del folículo dominante en ambos ovarios en un 85% (Fernández-Baca, 1993) en donde uno de los ovarios presenta folículos de tamaño ovulatorio mientras que en el otro van creciendo otros folículos que rápidamente adquirirán el tamaño ovulatorio cuando en el anterior se vuelven atrésicos (Bravo *et al.*,



1990; Fernández-Baca, 1993; Brown, 2000), explicándose los largos periodos de aceptación de la hembra frente al macho. La receptividad se observa cuando el folículo tiene diámetros ≥ 6 mm (Bravo *et al*, 1992). El crecimiento del folículo dominante (≥ 6 mm) está relacionado con la regresión de los folículos subordinados, estando la inhibina relacionada con la inhibición de los folículos pequeños. En el caso de que la hembra no reciba el estímulo ovulatorio continuarán desarrollándose ondas foliculares anovulatorias en camélidos sudamericanos (Bravo *et al*, 1990). Sí no ocurre cópula el folículo dominante se atresia y el nuevo folículo dominante puede ser reconocido 2 a 3 días después que se da el descenso de tamaño del folículo dominante presente inicialmente.

Después de la cópula, de la ovulación y de la formación del cuerpo lúteo se produce la emergencia de una nueva onda folicular con presencia de un folículo dominante que no llega a ovular y en lo posterior regresiona. En el ovario de las llamas pueden encontrarse en cualquier momento más de un folículo, pero sólo uno desarrolla el mayor tamaño (> 7 mm) y se vuelve dominante (Bravo *et. al.* 1990). En los camélidos las ondas foliculares tienen una duración de 10 a 12 días. Bravo y Sumar (1989), encontraron que el crecimiento folicular toma en promedio 4 días (3–5 días) para alcanzar el tamaño ovulatorio (7-12 mm) los cuales perduran en promedio 4 días (2-8días), con folículos que subsecuentemente sufren atresia durante un periodo de 4 días (3- 5 días). El intervalo entre las ondas foliculares no ovulatorias en alpacas es de 15.4 ± 0.5 días (Vaughan, 2001; Vaughan *et. al.* 2004) y en llamas de 18 ± 2.6 días y se sugiere que la extensión de estos intervalos varía en relación con el diámetro del folículo dominante, es decir, un menor intervalo estaría asociado con el menor diámetro del folículo. En llamas, los intervalos entre los sucesivos folículos dominantes que emergen, son de 19.7 días para llamas vacías y 14.8 días para llamas preñadas, siendo menores en llamas lactantes; mientras que (Bravo



et. al. 1990) reportan en llamas entre 1 a 2 meses posparto un intervalo entre ondas de 11.1 días en promedio.

Las especies de camélidos sudamericanos son especies que logran ovular mediante la copula o por la administración de hormonas como GnRH y HCG, también llamadas de ovulación inducida; por lo que no tienen un ciclo estral establecido y mantienen ondas foliculares continuas donde se observa un constante crecimiento, maduración y atresia de los folículos, donde luego de regresión, se da inicio a una nueva onda folicular sin la presencia de la ovulación. Este proceso se da de forma continua hasta que se da la copula (Gigli *et al.* 2006). Los ovarios pueden desarrollar una onda folicular intercalando ambos ovarios sin que este afecte el desarrollo del folículo en el otro ovario, pudiendo mostrarse la aceptación del macho en cualquier época del año. Una vez que se presenta la ovulación, con la consecuente presentación del cuerpo lúteo, los niveles de progesterona se encontraran dominando, influenciando en el comportamiento de la hembra, lo que se demuestra como rechazo a la monta (Bravo, 2002).

El estradiol es el estrógeno (E2) primario biológicamente activo producido por el ovario. La estrona y estriol son producidos en cantidades pequeñas. Todos los E2 ováricos son sintetizados a partir de precursores androgénicos. Algunas de sus funciones fisiológicas son participar en el desarrollo de las características sexuales secundarias de la hembra, a nivel de SNC para inducir el comportamiento estral. Ejercen el control de retroalimentación positiva y negativa en la liberación de LH y FSH en el hipotálamo. En el útero actúan potencializando los efectos de la oxitocina y PGF2 α para aumentar la amplitud y frecuencia de las contracciones (Hafez, 2002).



La mayor concentración de estradiol se alcanza cuando el folículo adquiere su diámetro máximo, en las alpacas a los 8 días del inicio de la oleada de crecimiento (Vaughan, 2011) y en las llamas a los 10-13 días. Los folículos mayores a 6 mm son responsables de la continua receptividad. El comportamiento de la hembra se asocia con las concentraciones plasmáticas de estradiol 17- β (33- 700 pmol/L). Los valores permanecen elevados por 18-24 horas post empadre para caer significativamente durante el segundo día, permaneciendo bajo y estable hasta el día 10 (Bravo *et al.*, 1990).

2.1.4. Ovulación

Las alpacas presentan ovulación inducida por la monta del macho y un factor de inducción de ovulación en el plasma seminal del macho. La ruptura folicular (ovulación), ocurre alrededor de las 26 horas después de la monta, la falla en la respuesta ovulatoria postmonta, alcanza un valor de 20% en hembras multíparas, y un 74% en hembras juveniles (35 kg de peso) y un 33% no ovulan en períodos de lactación. En ausencia del macho, las alpacas hembras pueden permanecer en estro hasta más de 30 a 40 días, con periodos ocasionales de anestro que no suelen durar más de 48 horas (Novoa, 1998). También se sabe que algunas alpacas pueden ovular sin el estímulo coital, cuando han estado inicialmente aisladas del macho y que, al ser expuestas a un macho sin permitir la intromisión del pene, se observó hasta un 5% de ovulaciones llamadas espontaneas.

Para la inducción de ovulación en alpacas también se utilizó hormonas, logrando inducir la ovulación con 1 mg de LH y también con el uso de GnRH en una dosis de 4 a 8 μ g para provocar el estímulo adecuado para la ovulación (Hafez, 2002). Se menciona que con la aplicación de gonadotropina coriónica humana hCG 750 IU provoca la ovulación, así mismo el uso de GnRH en dosis de 4 a 1000 μ g resultan ser tan efectivas para la ovulación



como el acto de la cópula (Bravo, 2002). Otros autores indican haber utilizado 0.006 mg o 12 pg de GnRH para inducir la ovulación (Cárdenas, 2002).

Existen fallas ovulatorias post cópula, que no han sido totalmente explicadas, señalándose que podría ser atribuida a una sensibilidad disminuida de los folículos a los niveles circulantes de LH debido a las variaciones en los estadios de maduración folicular (Novoa, 1998).

Ratto, *et al.* (2005), al realizar la comparación de métodos de inducción de ovulación con macho y el uso de 5 mg de LH, 50 µg de GnRH en llamas, encontró 80%, 91% y 80% de ovulación en cada grupo respectivamente dicho autor indica que no existe diferencia entre los diferentes métodos de inducción de ovulación, así mismo no hubo diferencia en el diámetro máximo de los cuerpos lúteos posteriores a la inducción de ovulación.

El folículo dominante es el que contiene una mayor concentración de estrógenos que van a actuar como un indicador de maduración, provocando, mediante un efecto de retroalimentación positiva, tanto en el hipotálamo como en la hipófisis una secreción masiva de LH, conocida como “pico de LH”. La acción del pico de LH está dirigida a activar la maduración final y ovulación del folículo dominante, los restantes folículos son eliminados por atresia folicular. La secreción del pico de LH, desencadena una serie de cambios bioquímicos y morfológicos en el folículo que culminan con la maduración del ovocito primario, ruptura de la pared folicular y la consiguiente salida al exterior del óvulo maduro (Galina *et al.* 1995).

En la llama en cada onda folicular, emergen un grupo de folículos, uno de los cuales (el folículo dominante) continuará su crecimiento hasta alcanzar su diámetro máximo de 9-16 mm., la acción inhibitoria del folículo dominante lleva el resto de los folículos de la misma cohorte (subordinados) a detener su crecimiento y atresarse. Entre



1 y 4 días de comenzada la regresión del folículo dominante emerge la onda (Bravo *et al.* 1990).

En el crecimiento folicular intervienen la proliferación y la diferenciación inducidas por hormonas de células de la teca y de la granulosa, lo que finalmente causa un incremento en la capacidad de los folículos de producir estradiol y de reaccionar a las gonadotropinas. La producción de estradiol determina cual folículo adquirirá los receptores de LH necesario para la ovulación y luteinización. Las perturbaciones en la respuesta de la granulosa y teca a las señales gonadotropinicas interrumpen el crecimiento folicular e inician la atresia (Hafez, 2000).

En camélidos el estímulo para la descarga de la hormona luteinizante y la subsiguiente ovulación es la introducción del pene, el estímulo de la monta sola sin la introducción del pene, resulta en una baja tasa de ovulación (Fernández-Baca *et al.*, 1970). Períodos de monta por un tiempo de 5 minutos como mínimo es suficiente para la inducción de la ovulación en alpacas, esto en presencia de un folículo preovulatorio, así mismo se reporta un 5 % de ovulaciones espontáneas cuando la hembra es aislada del macho y luego la presencia ante este (Bravo, 2000; Sumar, 2000).

La ovulación en alpacas y llamas puede ser inducida por la administración de hormonas exógenos como la Gonadotropina Coriónica Humana (hCG), Hormona Liberadora de las Gonadotropina (GnRH) o Hormona Luteinizante (LH) (Huanca *et al.*, 2001). La ovulación ocurre alrededor de las 30 horas después de la aplicación de GnRH, LH o por estímulo de monta (Ratto *et al.*, 2006).



2.1.5. Ciclo sexual

En los mamíferos de ovulación inducida o refleja, tal como en los camélidos, la ovulación ocurre como respuesta a la cópula; es decir, que la ovulación en la alpaca es provocada, y los factores que estimulan las descargas de hormonas hipofisiarias responsables de la ovulación parecen ser de naturaleza nerviosa y algunas veces emocional, tal como indican los estudios realizados hasta la fecha. En ausencia de macho, la hembra presenta lo que se ha venido en llamar “ondas foliculares” de una duración aproximada de 10 – 12 días, es decir crecimiento de los folículos de Graaf, maduración y regresión o atresia de los folículos (Sumar, 2000).

Al evaluar el ciclo folicular por laparoscopia, determinó que el folículo se desarrolla en tres etapas: crecimiento, mantenimiento y regresión, promediando para cada fase 4 días y durando aproximadamente 13 días para cada onda folicular en las alpacas (rango 9-17 días). La etapa de crecimiento, los folículos son de diámetro entre 3-8 mm tomando en promedio 4 días (rango: 3-6 días) para llegar al tamaño ovulatorio; este folículo permanece como folículo ovulatorio (folículo de Graf) cuando llega a un diámetro de 8-12 mm por 4 días (rango: de 6-12 días), volviéndose atrésico en un periodo de días, hasta llegar a un diámetro de 3 mm (Bravo, et. al. 1992).

El ovario de la alpaca desarrolla folículos en forma de ondas las cuales se repiten con un intervalo de 10,8 días en promedio, estas fueron determinadas a través de la ecografía, sin alterar el funcionamiento normal de los ovarios, así también por análisis de sulfato de estrona en orina, ahora, en presencia de un folículo de más de 8mm la descarga pre ovulatoria de la hormona luteinizante es evidente después de la primera copula. Una segunda cópula con un intervalo de 24 horas no aumenta la secreción de LH, para su mejor explicación, el desarrollo folicular permaneció como maduro (folículos de 8 a 12 mm) por



4,8 días. El periodo de regresión fue de 4,7 días dando como promedio a lo ya mencionado. (Bravo, 1990).

En los camélidos sudamericanos se observa el desarrollo de ondas foliculares cíclicas, relacionado con el crecimiento, maduración y atresia del folículo dominante (Bravo y Sumar, 1989). Las tres fases descritas son crecimiento, maduración y regresión; en la fase de maduración o estático el folículo dominante inhibe el desarrollo de los folículos más pequeños (Bravo *et al.* 1992), reportándose una relación inversa entre el diámetro del folículo dominante y el número de folículos pequeños. El folículo dominante parece controlar su duración, puesto que, si no hay ovulación se atresia, reconociéndose un nuevo folículo 2 a 3 días después de la primera disminución de tamaño del folículo dominante.

Las ondas foliculares tienen una duración en alpacas de 12 a 14 días (Bravo, 2002), en llamas de entre 20 a 25 días y en vicuñas 7.25 ± 0.46 días en promedio (Miragaya *et al.* 2004).

El cuerpo lúteo se desarrolla 3 a 4 días después de la inducción de la ovulación por la monta del macho, este cuerpo lúteo comienza secretar progesterona; si no ocurre la concepción, las prostaglandinas son liberadas del útero e induce la regresión del cuerpo lúteo 10 a 12 días después de la monta (Pérez, 1997).

2.1.6. Estacionalidad reproductiva

Los camélidos domésticos se reproducen en todo el año, por lo tanto, su comportamiento sexual es de tipo poliéstrico anual; cuando las hembras permanecen aisladas y son expuestas al macho muestran actividad sexual. En las pequeñas y grandes explotaciones, el empadre y la parición se programan de preferencia para los meses de enero a marzo, época que coincide con la disponibilidad de pastos verdes de buen valor



nutritivo; en cambio en las comunidades en las cuales los machos y hembras se mantiene juntas por todo el año, la actividad sexual del macho es inhibida por la asociación continua entre ambos sexos, por ello la actividad sexual de la alpacas y llamas está circunscrito en un espacio de tiempo (Fernández Baca, 1971).

La actividad ovárica y la fertilidad post parto fue estudiada por Bravo *et al.*, (1994) quienes observaron que 30 días después del parto, las hembras presentaron un folículo mayor que a los 10 y 20 días (9,1; 7,9 y 8,8 mm, respectivamente), y que la tasa de gestación con un apareamiento a los 10 días post parto (21%) fue menor que la obtenida en hembras servidas entre 20 y 30 días post parto (61%). Un tamaño ovulatorio (7 mm) estuvo presente 7,4 días post parto (4 a 14 días) y el tamaño fue menor en la primera onda folicular (7,4 mm) que la segunda y tercera onda (9 a 10 mm) (Bravo *et al.*, 1995).

2.1.7. Fertilidad

Producida la ovulación, se da inicio a la organización estructural y funcional del cuerpo lúteo (CL) por acción de la LH; las células tecales se luteinizan para dar lugar a las células luteales pequeñas, además se produce la hipertrofia y luteinización de las células de la granulosa dando lugar a las células luteales grandes; ambas células luteales son responsables de secretar progesterona (P4) (Hafez, 2002).

Un apareamiento fértil propicia la formación de cuerpo lúteo que permanece funcional durante la gestación, pero hay disminución de cuerpo lúteo y disminución de progesterona en la plasma en los días 8-10 (Hafez, 2000). En alpacas y llamas no preñadas, un incremento de la secreción de PGF2 α se observó desde el día 9 al 12 post cópula alcanzando picos de valor alto; en animales preñados el incremento fue lento, pero el día 24 alcanzó valores considerablemente altos comparados con los registrados en el día 4 (Aba, 2014).



2.1.8. Preñez

Es el periodo comprendido entre la implantación del blastocisto, la expulsión o extracción del feto y las membranas fetales (Hafez, 2000); el periodo de preñez en alpacas Huacaya y Suri es de 343 y 346 días respectivamente (Novoa, 1991); la mayor parte de las gestaciones se presentan en el cuerno uterino izquierdo (Fernández-Baca, 1972). Siendo el cuerpo lúteo necesario para la conservación de la preñez durante todo el período de gestación en alpacas, existiendo una relación entre el diámetro del cuerpo lúteo y la concentración de progesterona en plasma (Sumar, 20020).

2.1.9. Parto

Los camélidos domésticos y silvestres muestran celo post parto, 48 horas post parto las hembras son sumisas al macho, adoptando la posición de cópula y para ser servidas. Sin embargo, estos servicios no tienen éxito debido a que:

El cuerpo lúteo está en plena regresión.

La involución del útero está en progreso.

La formación del desarrollo folicular pre ovulatorio es pobre (Sumar, 1983).

Tradicionalmente en las explotaciones alpaqueras, los machos y hembras permanecen mezclados; en tales circunstancias el empadre ocurre casi inmediatamente después del post parto, si al final queremos tener un buen porcentaje de hembras preñadas, es conveniente que las paridoras tengan el tiempo suficiente de descanso para la recuperación del tracto genital y poder recibir la nueva concepción y garantizar su desarrollo hasta el final de la gestación (Huanca, 1992).



La tasa de fertilidad en la alpaca hembra está también relacionada con el periodo de descanso post-parto antes del empadre. Las hembras en lactación empadradas a los 10 días después del parto tuvieron bajas tasas de ovulación, concepción y preñez frente a aquellas que tuvieron un descanso de 20 ó 30 días, y como consecuencia de esto, el porcentaje de hembras vacías es muy elevado a los diez días que, después de más de veinte días de puerperio. Por consiguiente, la hembra debe descansar 20 o más días después del parto para su recuperación fisiológica y anatómica (Sumar, 2000).

2.1.10. Post parto

La intensidad sexual del reproductor macho durante los 10 días iniciales del empadre es óptima, y en las siguientes semanas va disminuyendo paulatinamente hasta menos de la mitad del número de cópulas que era en el inicio. La fertilidad del macho, dentro de este periodo corto, no varía cuando se les expone a varias cópulas, pero varía moderadamente por día. En un experimento, al empadrear 16 machos repartidos en cuatro grupos que copulan 1, 2, 3 o 4 veces al día, se encontró que no había diferencias en la fertilidad de los machos por grupos con diferente número de cópulas por día porque en primer lugar la tasa de ovulación en los cuatro grupos fue similar, con un promedio de 78,9%; en segundo lugar, el porcentaje de hembras preñadas también fue similar con un promedio similar con 40,5% de promedio general (Sumar, 2007).



2.2. MÉTODOS DE DIAGNÓSTICO

Las tecnologías modernas en reproducción animal, como la ultrasonografía, ha permitido mejorar sustancialmente los índices de eficiencia reproductiva en diversas especies domésticas. Los principales avances introducidos por la ultrasonografía, que han tenido impacto sobre la eficiencia reproductiva, son: reconocimiento de la calidad estructural y funcional de las gónadas y tracto reproductivo en muchas especies domésticas con la ultrasonografía transrectal se ha estudiado en camélidos sudamericanos eventos reproductivos tales como el desarrollo de los folículos ováricos, la ovulación, el desarrollo y regresión del CL, la preñez temprana y mortalidad embrionaria, entre otros (Bourke, *et al.* 1992).

2.2.1. Ultrasonido

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

2.2.2. Ecógrafo

El método de ecografía es el más fiable de todos los métodos de diagnóstico de la preñez. Es un método de diagnóstico precoz y exacto de la preñez; y es importante para un manejo efectivo en la reproducción. Una ecografía devuelve una "imagen" de los órganos internos y cualquier feto que pueda estar presente. La ecografía transrectal se puede realizar desde 15 a 20 días después del servicio; sin embargo, los operadores muy calificados pueden ser capaces de detectar gestaciones desde los 7-9 días utilizando esta



técnica. La ecografía transabdominal puede detectar la preñez desde los 40 días post servicio (Bustinza, 2001).

2.3. FISIOLÓGÍA REPRODUCTIVA DEL MACHO

2.3.1. Espermatogénesis

Es el proceso por el cual se forman los espermatozoides en los túbulos seminíferos del testículo (Sorensen, 1982). Estudiando cortes histológicos en alpacas machos prepúberes, señalan que, en promedio, los primeros espermatozoides se observan a los 18 meses edad. Así mismo indican que la espermatogénesis en los adultos no muestra variaciones marcadas (Fernández-Baca, 1993).

La espermatogénesis comprende tres fases: la Espermatocitogénesis, fase en la cual las células germinales primordiales se convierten en espermátides, la espermiogénesis, fase en la cual las espermátides redondas se transforman en espermatozoides y la espermiación, es la liberación de las células germinales al interior de los túbulos seminíferos (Sorensen, 1982; Hafez, 1989). La duración de la espermatogénesis; un ciclo completo de espermatogénesis es determinado por el tiempo de los estadios llamados “ciclos del epitelio seminífero”, el tiempo necesario para completar un ciclo del epitelio seminífero varía según las diferentes especies domesticas: cerca de 9 días en el verraco, 10 días en el carnero, 12 días en el garañón y 14 días en el toro. Según la especie, se requieren de cuatro a cinco ciclos del epitelio seminífero antes de la espermatogonía tipo A del primer ciclo haya completado la metamorfosis de la espermiogénesis, aunque hay diferencias de velocidad de espermatogénesis el proceso es uniforme en cada caso el proceso es uniforme en cada especie (Galina *et. al.* 1995; Hafez, 1989). La duración de la espermatogénesis se ha estimado en 54 a 63 días en los toros, 64



a 74 días en el hombre, 40 a 49 días en los carneros y 38 a 44 días en el ratón (Salisbury *et. al.* 1982).

2.3.2. Estacionalidad reproductiva del reproductor macho

En algunas especies domésticas, como el carnero, se observa variaciones estacionales en la calidad y cantidad de semen; así como, en los niveles de testosterona, tales cambios están asociados a la función gonadal del carnero. La conducta sexual en las alpacas los machos, muestran un incremento de la libido a medida que se acerca la estación sexual (enero a abril), para luego disminuir notablemente en la época de secas, mayo a noviembre (Galina *et al.* 1995).

2.3.3. Pubertad del reproductor macho

La pubertad se define como la edad en la cual se inicia la espermatogénesis o mejor aún, cuando espermatozoides fértiles se encuentran en el semen eyaculado. Al momento de nacer, la alpaca pesa, en promedio 7,50 kg y el pene se encuentra completamente adherido al prepucio por el tejido embrionario, lo que previene la protrusión del prepucio. Estas adherencias desaparecen gradualmente, a medida que el animal crece y se inicia la producción de la testosterona en el testículo. A la edad de un año y con un peso promedio de 33 kg algunos machos muestran interés sexual por las hembras. Pero, a esa edad, sólo alrededor del 8% de los machos jóvenes (tuis) se encuentran libres de las adherencias pene - prepuciales; mientras que a los dos años y con un peso promedio de 48 kg, el 70% de los machos ya no tiene estas adherencias; y a los 3 años de edad, el 100 % ya no las tiene. La testosterona sérica en alpacas machos de 9 a 12 meses de edad revela que el inicio de la pubertad ocurre a partir del décimo 11er mes, edad en la que la producción media de la testosterona no sólo se hace mayor, sino que se encuadra en el rango de los valores normales para animales adultos (Novoa, 1991).



2.3.4. Empadre estacional

Conocido también como empadre masivo, monta libre o estacional que consiste en formar puntas de hembras compuestas por 100, 200, 300 o máximo 500 animales luego empadraslas durante todo el período que normalmente es entre enero a marzo, en esta modalidad se utiliza 3 a 6% de machos según una variedad de criterios. En este sistema no es posible identificar a los progenitores y sus crías. Durante los días del empadre los machos demuestran una gran actividad sexual, en la primera semana pueden llegar a cubrir hasta el 50% de hembras, luego la actividad sexual decrece. Los resultados en esta modalidad de empadre son muy variables, así en una empresa asociativa entre 1966 y 1971 los valores de natalidad oscilan entre 51,2% y 63,1 %. Huanca (1992) para empadre tradicional reporta entre 64 y 78% de natalidad en un estudio realizado en tres años consecutivos. Este sistema de empadre tiene algunas ventajas como son: a) Se requiere un reducido número de machos (3 a 6%). b) Se requiere poca mano de obra. c) Hay poca movilización de los machos, así como su manejo es fácil. Dentro de algunos inconvenientes podemos señalar que: Hay frecuente formación de tropillas o pequeños grupos de animales alrededor del macho; la pelea entre machos se incrementa sobre todo cuando el porcentaje utilizado es alto.

El período parto empadre es otro aspecto de importancia que influye en la tasa de fertilidad lograda, que fue de 30 % cuando se realiza el empadre a los 5 días post parto y se incrementó hasta el 70% a los 10 días post parto (Fernández Baca, 1971).

El empadre, que consiste en la mezcla de machos y hembras con fines de apareamiento para obtener una cría, es una de las actividades o faenas ganaderas de gran importancia, constituyen junto con la parición la base del éxito de la crianza alpaquera (Olarte, *et. al.* 2009).



En la mayoría de las explotaciones alpaqueras los % de fertilidad varían entre 40 y 60%, este % es el resultado de un sistema de empadre probablemente no adecuado (Novoa, Sumar y Flores, 1991), por esta razón se comienzan a experimentar diversos sistemas de empadre. La práctica y la investigación han demostrado que existe una variedad de sistemas de empadre cuyas experiencias mayormente se han llevado a cabo en las empresas asociativas, pero, como consecuencia del proceso de reestructuración éstas mayormente han desaparecido y se están formando las empresas comunales, en donde hay cambio de actitudes y de manejo, por lo que es necesario hacer un análisis y validación de éstos sistemas a fin de proponer una alternativa que se adapte a la condición particular.

2.4. ANTECEDENTES

2.4.1. Fertilidad

Machaca, (2015), registra evaluaciones ecográficas para determinar el tamaño máximo del folículo dominante, la tasa de ovulación, el tamaño del cuerpo lúteo y la tasa de concepción a los 26 días post cópula. Los resultados encontrados fueron: 7.3 ± 0.67 y 7.1 ± 0.4 mm; 96.3 y 93.3 %; 10.8 ± 3.2 y 9.1 ± 2.6 mm y 51.9 % y 70.0 %; para tamaño máximo del folículo dominante, tasa de ovulación, tamaño del cuerpo lúteo y tasa de concepción al día 26 post copula, para los tratamientos 1, con suplementación y T2 (sin suplementación), respectivamente, sin diferencias significativas entre los tratamientos.

Estudios realizados en alpacas con suplementación energética tuvieron un mayor tamaño folicular ($P=0.0123$) que las alpacas sin suplementación de 9.14 ± 1.95 vs. 8.14 ± 1.59 mm de diámetro respectivamente (Llacsá, 2012). En un estudio en vicuñas, quienes indican que el diámetro del folículo dominante es de 8.4 ± 0.3 mm en promedio, que fueron alimentados con heno de avena y alfalfa (Miragaya *et. al.* 2004). La presencia de



folículos ovulatorios fue de 61.65% y 51.88% en los ovarios derechos e izquierdo respectivamente siendo similares (De la Vega y Pérez, 1996).

En resumen, se evaluaron la fertilidad lograda en alpacas mediante empadre dirigido en la Estación Experimental IVITA Marangani-la Raya a 4200 m.s.n.m., de 656 alpacas hembras divididas en primerizas y multíparas, para las cuales las tasas de fertilidad fueron de 86.17 y 90.35 % determinada por ecografía a los 20 días post copula. Los porcentajes de fertilidad general fue de 87.96 %; habiendo diferencia estadística ($P \leq 0.05$) entre primerizas y multíparas; asimismo se evaluó la fertilidad según el número de servicios, encontrándose diferencia estadística ($P \leq 0.05$) entre el 1°, 2°, 3°, 4° y 5° servicio, obteniéndose el mayor porcentaje con el primer servicio, y en las siguientes disminuye gradualmente (Pacheco, *et. al.* 2013).

En alpacas suri primerizas se describe 47.73, 27.27 y 18.18 % para el 1°, 2° y 3° empadre respectivamente, obteniendo 93.18 % de fertilidad total mediante el empadre controlado (Olarte *et al.* 2009). El empadre controlado en alpacas presenta altos porcentajes de fertilidad en comparación con los sistemas tradicionales, es así que se obtiene 87.5, 85.0 y 93.9 % de fertilidad en alpacas primerizas, madres sin cría y madres con cría, 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). Sin embargo, Sapaná *et al.*, (2012) indican que este sistema de empadre en alpacas produce 73.38 % de fertilidad general, con 70.92, 75.19 y 74.18 % de fertilidad en hembras nulíparas, primíparas y multíparas, describiéndose 50.71, 18.38, 2.54 y 1.74 % con 1, 2, 3 y 4 servicios respectivamente. Los sistemas de empadre tradicional generalmente tienen baja eficiencia, la cual puede incrementarse mediante el uso de la técnica de empadre controlado, observándose 64.98 % de fertilidad general utilizando el empadre tradicional mientras que con el empadre

controlado se incrementa a 77.10 %, reportado a nivel de comunidades campesinas en puna húmeda (Ali, 2009).

El empadre alternado, también se conoce como empadre rotativo, que consiste en agrupar majadas de hembras en forma similar al del empadre masivo; en este método se utilizan dos grupos de machos para alternar el empadre. Estos grupos formados por un 3% cada uno intercalan en la monta una semana sí y otra semana descansa; pero existen diversas variaciones: a) Empadre alternado 7 x 7, se intercalan 7 días de trabajo y 7 días de descanso durante 2 meses. b) Empadre alternado 15 x 15 en esta modalidad de intercalan 15 días de trabajo y 15 días de descanso durante 2 meses, se obtienen como resultados en 200 animales 76% de natalidad. c) Empadre alternado 25 x 10, en este tipo de empadre se intercalan 25 días de trabajo y 10 días de descanso durante 60 días, no se tienen resultados de natalidad en este sistema. d) Empadre alternado en comunidades, consiste en que para el período de descanso los machos son atados o maniatados de uno de los miembros anteriores de modo que no pueda realizar el servicio (Huanca, 1992).

Tabla 1. Tasa de fertilidad en alpacas bajo empadre controlado, según número de servicios y/o apareamientos

N° de servicios	Hembras	Hembras	Hembras
	Primerizas	sin cría	con cría
	40	100	180
Primer	14 (35,0%)	38 (38%)	112 (62.2%)
Segundo	9 (22,5%)	24 (24%)	45 (25%)
Tercer	10 (25%)	15 (15%)	12 (6.7%)
Cuarto	2 (5%)	8 (8%)	0 (0%)
Preñez acumulada	35(87.5%)	85(85%)	169(93.9%)

Huanca, T. (2019)

Al evaluar el número de fertilidad, según la identificación de las alpacas (Tabla 1), se pudo observar que el mayor número de preñez fue registrado, para el primer apareamiento,



siendo las alpacas hembras con crías registraron un alto porcentaje de preñez (62.20 %), seguidas de las alpacas sin crías y primerizas con 38 y 35 %, respectivamente. Las proporciones de preñez aumentaron con las veces que se realizaba los apareamientos, así las alpacas madres con cría lograron alcanzar tasa de preñez acumulada de 93.9 %, seguida por las primerizas que entraron por primera vez al apareamiento mostraron el 87.5 % de preñez y las alpacas madres sin cría el 85 %.

Pacheco, *et. al.* (2020), encontró la fertilidad de alpacas primerizas, multíparas y la fertilidad general, así como el número de servicios, el porcentaje de hembras que no preñaron (NP), y la fertilidad acumulada (FERT ACUM). El tiempo promedio de cópula general fue de 25.03 minutos y la tasa de servicios/concepción fue de 1.13. Existe diferencia estadística ($p \leq 0.05$) entre hembras primerizas y multíparas, así como entre diferente número de empadre.

Tabla 2. Tasa de fertilidad en alpacas mediante empadre controlado, según número de servicios

N° de servicios	Hembras Primerizas	Hembras Multíparas	Total hembras
Primer	43.3 %	54.8 %	51.7 %
Segundo	17.7 %	18.3 %	18.2 %
Tercer	14.3 %	13.5 %	12.5 %
Cuarto	6.7 %	3.3 %	5.1 %
Quinto	1.2 %	0.4 %	0.53 %
No fertilizadas	13.84 %	9.7 %	12.0 %
Preñez acumulada	86.2 %	90.4 %	87.9 %

Pacheco, J. (2020)

El porcentaje de fertilidad en hembras primerizas fue de 86.17 %, lo cual es inferior al reporte de Olarte *et al.*, (2009), quienes indican 93.18 % en alpacas suris



primerizas, debido a que dicho estudio se realizó a 3900 m.s.n.m. de altura, con características alimenticias y medioambientales evidentemente superiores, incrementando notablemente el porcentaje de fertilidad; sin embargo es similar al reporte de Apaza *et al.*, (1998), quienes indican 87.5 % pero superior al reporte de Sapana *et al.*, (2012) quienes indican 70.92% en puna seca; indicando una respuesta variable en cuanto a la raza y medioambiente de dichos animales. El porcentaje de fertilidad en alpacas multíparas fue de 90.35 %, lo cual es ligeramente inferior al reporte de Apaza *et al.*, (1998) quienes indican 93.9 % pero superior al reporte de Sapana *et al.* (2012) quienes indican 74.18 % en puna seca. La fertilidad general fue de 87.96 %, siendo similar al 88.8 % de Apaza *et al.*, (1998) pero superior al 73.38 % (Sapana *et al.*, 2012) y 77.10 % de Ali, (2009). Al primer empadre, la fertilidad fue mayor en todos los casos, disminuyendo gradualmente hasta el quinto empadre, en donde la fertilidad fue mínima (0.53 %), esto podría indicar que, debido al requerimiento de personal y tiempo para este tipo de empadre, no debería recomendarse realizar el quinto empadre por la bajísima fertilidad obtenida, este resultado es similar a los reportes anteriores (Olarte *et al.*, 2009; Apaza *et al.*, 1998; Sapana *et al.*, 2012). El tiempo de copula de 25.03 minutos se encuentra dentro del rango descrito para esta especie (Sumar, 1985), mientras que el número de servicios/concepción es de 1.13, indicando alta eficiencia de este método de empadre en alpacas.



Tabla 3. Tasa de preñez en alpacas mediante empadre controlado, según número de servicios y estado reproductivo.

N° de servicios	Hembras Nulíparas 196	Hembras Primerizas 129	Hembras Múltiparas 306	Total hembras 631
Primer	90(45.9 %)	67(51.9 %)	163(53.3 %)	320(50.7 %)
Segundo	38(19.4 %)	26(20.2 %)	52(17.0 %)	116(18.4 %)
Tercer	5(2.6 %)	3(2.3 %)	8(2.6%)	16(2.5 %)
Cuarto	6(3.1 %)	1(0.8 %)	4(1.3 %)	11(1.7 %)
Preñez acumulada	139(70.9 %)	97(75.2 %)	227(74.2 %)	463(73.4 %)

(Sapana, *et. al.* 2012)

Tabla 4. Tasa de natalidad en alpacas bajo empadre controlado, según años y tipo de empadre

Tipo empadre	Alternado	Amarrado	Continuo	Estacional
Años				
1989	76.7 ± 1.57	84.0 ± 5.00	73.6 ± 2.60	64.1 ± 1.40
1990	75.5 ± 1.94	69.9 ± 0.30	69.5 ± 1.97	72.0
1991	77.5 ± 2.38	73.4 ± 3.51	73.3 ± 3.44	78.6
Promedio	76.5 ± 1.31	69.1 ± 2.92	72.1 ± 2.65	72.1 ± 3.8

(Huanca, 1992)

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LUGAR DE ESTUDIO

El trabajo de investigación fue realizado durante los meses de enero a marzo y octubre 2021 en el Empresa SAIS Sollocota Ltda del distrito de San José, Provincia de Azángaro, Región Puno; el mismo que se encuentra a 4200 m.s.n.m. de altitud y ubicados en las Coordenadas 14°30'33'' de Latitud Sur, y a 70°5'12'' Longitud Oeste; con temperaturas que oscilan como la máxima de 14.16°C y mínima de -1.75°C y una precipitación pluvial de 726.8 mm (SENAMHI, 2018).

3.2. MATERIAL DE ESTUDIO

Se ha formado las majadas de madres preñadas, en los cuales se identificaron 100 alpacas con edades de 3 a 7 años; y de similar forma se identificó un rebaño de 80 alpacas para el empadre estacional; y para el apareamiento en cada grupo se utilizaron 04 machos con fertilidad comprobada en campañas anteriores.

Tabla 5. Distribución de alpacas reproductores en la investigación

Alpacas	Empadre dirigido		Empadre estacional		Total
	Hembras	Machos	Hembras	Machos	
N°	100	04	80	04	
Total, hembras	104		84		188



3.3. PROCEDIMIENTO

3.3.1. Instalaciones

Las instalaciones de la SAIS Sollocota cuenta con corrales implementados y con cobertizo, para el manejo reproductivo de camélidos.

a) Machos reproductores

Se identificaron los aretes de plástico de colores a cada uno de los reproductores, y complementariamente se han marcado en las regiones zootécnicas como la paleta y cuello con pintura de color para la numeración respectiva (1 a 6); lo que permitió tomar datos fácilmente en el momento de apareamiento. Los reproductores han sido alimentados en pastos naturales con rotación de potreros instalados con mallas de alambre; cada mañana se trasladaron a los reproductores machos del potrero de pastoreo a la majada donde se encuentra las hembras receptoras.

b) Hembras reproductoras

b.1. Luego de formar la majada de hembras previa selección por madre parida. En el mes enero se estableció la majada de parición e inicia los partos aproximadamente el 20 de diciembre, a estos animales paridas se le hace seguimiento de puerperio de 20 días post parto para someter a la verificación del comportamiento sexual.

b.2. El periodo de apareamiento dirigido se inició con hembras post parturientas, las que fueron verificadas mediante el comportamiento sexual frente al macho; aquellas que muestran la posición decúbito ventral, se ha ubicado en las instalaciones a base de mallas metálicas. Y luego se ha introducido el macho seleccionado para la monta respectiva.



b.3. Se realizó el apareamiento dirigido con los reproductores, que en ese momento se registraron fecha de monta, los números que se encuentran en los aretes y tiempo del inicio y final de la cópula, y finalmente a la hembra servida se ha pintado a nivel de la oreja o en la nuca del animal con la finalidad de hacer el seguimiento sobre la frecuencia de monta.

b.4. Los descritos en los puntos b.2 y b.3, se consideró para el proceso reproductivo a las hembras con descanso de puerperio del aparato reproductor por un tiempo mínimo de 20 días post parto.

b.5. Y finalmente en toda esta actividad, se generó el registro de monta dirigida.

3.4. EVALUACIÓN DE LAS VARIABLES DE ESTUDIO

La medición de fertilidad fue realizada cada 14 días post cópula, mediante el comportamiento sexual de la hembra frente al macho, con lo cual se ha registrado las hembras fertilizadas con el primer y segundo servicio ó monta.

Variable dependiente: Tasa de fertilidad y tasa de preñez

Variable independiente: Frecuencia de monta y tipo de empadre

$$Tasa\ de\ fertilidad\ (\%) = \frac{\text{Número de alpacas fértiles a los 14 días}}{\text{Total de alpacas apareadas}} \times 100$$

La tasa de preñez en alpacas fue evaluada a los 9 meses post apareamiento mediante el baloteo durante la campaña de esquila.

$$Tasa\ de\ Preñez\ (\%) = \frac{\text{Número de alpacas preñadas a los 270 días}}{\text{Total de alpacas apareadas}} \times 100$$



3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos sobre el número de alpacas fértiles y/o preñadas, fueron analizados mediante la prueba estadística de Ji – cuadrada, con la formula siguiente:

$$X^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

Donde:

X_c^2 = Chi-cuadrado

O_i = Frecuencias observadas

E_i = Frecuencias esperadas

Σ = Sumatoria

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. FERTILIDAD DE ALPACAS

La prueba de chi cuadrada (Anexo 1), muestra que existe diferencias significativas en la proporción de fertilidad de alpacas ($p < 0.05$), por efecto del tipo de empadre; los resultados se presentan en la siguiente tabla 6.

Tabla 6. Tasa de fertilidad en alpacas de la SAIS Sollocota, según tipo de empadre.

Tipo de empadre	N° de empadradas	N° de fertilizadas	% de fertilidad
Dirigido	100	99	99.00
Estacional	80	44	55.00

($P < 0.05$)

En la tabla anterior, se observa proporción de alpacas fertilizadas con dos métodos de empadre; en la cual, las alpacas apareadas con el método dirigido mostraron una fertilidad de 99.0 %, a comparación del grupo de alpacas apareadas con el método de empadre estacional solamente alcanzaron una tasa de fertilidad 55.0 % ($P < 0.05$). La diferencia de este índice, se debería a que la majada de alpacas con apareamientos estacional posee muchas deficiencias como es el tiempo de puerperio no adecuado, ya que las hembras postparturientas acepta al macho en el sexto día posparto, con lo que no está preparado para la implantación del embrión. Lo otro es que los machos a esta exposición no muestran el efecto de cópula con la fertilidad positiva.

Los valores encontrados en el presente estudio, se asemeja a lo que reporta Pacheco, (2013), quién evalúa la fertilidad obtenida en alpacas mediante empadre controlado en la

Estación Experimental IVITA Marangani-la Raya a 4200 m.s.n.m., de 656 alpacas hembras evaluadas entre primerizas y multíparas, la fertilidad fue determinada por ecografía a los 20 días post copula. Las proporciones de fertilidad que encontraron en hembras primerizas, multíparas y general, fueron de 86.17, 90.35 y 87.96, respectivamente; habiendo diferencia estadística ($P \leq 0.05$) entre primerizas y multíparas; también se evaluó la fertilidad de acuerdo al número de servicios, encontrándose diferencia estadística ($P \leq 0.05$) entre el 1°, 2°, 3°, 4° y 5° servicio, obteniéndose el mayor proporción en el primer servicio, que posteriormente disminuyen siendo mínimo en el 5° servicio; asimismo el tiempo de copula y el número de servicios por concepción han sido óptimos para las alpacas.

Tabla 7. Tasa de fertilidad en alpacas del SAIS Sollocota, según número de cópula.

Tipo de empadre	N° de servicios En hembras	N° de empadradas	N° de fertilizadas	% de fertilidad
Dirigido	1ra cópula	99	71	71.71
	2da cópula	28	28	100.00

($P < 0.05$)

La tabla 7, se observa proporción de alpacas fertilizadas con el método de empadre dirigido; en donde, las alpacas a la primera cópula lograron alcanzar tasas de fertilidad de 71.71 %, mientras las alpacas con la segunda cópula alcanzaron el 100.0 %. Valores encontrados en el presente estudio son superiores al reporte de Huanca, T. (2019), quien registra al primer servicio 35.0 % de fertilidad en alpacas primerizas, vacías y adultas con cría; mientras al segundo servicio 100.0 % de fertilidad. Estas variaciones de fertilidad se expresan según el estado de fisiología reproductiva de las hembras como son los perfiles hormonales. También se evaluó la fertilidad de acuerdo al número de servicios, encontrándose diferencia estadística ($P \leq 0.05$) entre el 1°, 2°, 3°, 4° y 5° servicio, obteniéndose el mayor porcentaje en el primer servicio, después disminuye gradualmente



siendo mínimo en el 5° servicio; el tiempo de copula y el número de servicios/ concepción fueron óptimos para la especie, reporta (Pacheco, 2013).

Huanca, T. (2019), registra proporción de preñez de 62.40 % en alpacas hembras con crías y según el número de cópulas con el primer apareamiento reporta 38 y 35 % de preñez en las alpacas sin crías y primerizas con respectivamente. Estas proporciones incrementaron con las veces del número de apareamientos, destacándose las alpacas madres con cría, quienes alcanzaron una fertilidad acumulada de 93.9 % de preñez, seguida de las primerizas que entraron por primera vez al empadre muestran el 87.5 % y finalmente las alpacas madres sin cría alcanzaron preñar el 85 %.

Apaza *et al.* (1998) reporta 90.35 % de tasa de fertilidad en alpacas multíparas; mientras (Sapana *et al.*, 2012) registran 74.18 % ambos en puna seca; similar porcentaje encuentra Ali (2009) con un valor de 77.10% al primer empadre, la proporción de fertilidad reportada fue de 65%, y que posteriormente va disminuyendo gradualmente hasta el quinto empadre (0.53 %) así como reportan otros autores (Olarte *et al.*, 2009; Apaza *et al.*, 1998; Sapana *et al.*, 2012), siendo otro factor influyente el tiempo (Sumar y Adams, 2007).

Los valores de la tasa de fertilidad en alpacas inseminadas bajo 4 tratamientos en el CIP La Raya; donde los grupos de reproductores machos y hembras suplementadas y los reproductores machos y hembras alimentadas en pastos naturales mostraron semejanza con 35.71 % de fertilidad; mientras el grupo de machos en pasto natural y hembras suplementadas reflejaron 36.0 %, y los machos suplementadas y hembras en pastos naturales mostraron 40.74 % ($P > 0.05$).

Los valores obtenidos en el presente estudio son similares a reporte De La Vega *et al.* (1996), quién en un trabajo de investigación evaluó la inseminación artificial con semen



diluido (PBS + Suero fetal de alpaca) a tres diferentes concentraciones (4, 8 y 12 millones de espermatozoides), para lo cual utilizaron 133 alpacas hembras donde previamente se determinaron la presencia del folículo pre-ovulatorio por palpación rectal y se indujo la ovulación con macho vasectomizado y la inseminación artificial se realizó a las 18, 24 y 30 horas después de la inducción de ovulación determinándose el diagnóstico de gestación por ecografía y palpación rectal; el total de hembras gestantes al finalizar el trabajo fue 54 alpacas que representa el 40.60%. Asimismo Pérez et al. (2008) encontró 36.36 % de gestación en 11 alpacas inseminadas con capacidad fecundante de los espermatozoides colectados de los conductos deferentes con espermatozoides frescos diluidos y el diagnóstico de gestación a los 30 días post inseminación.

Mientras (Caparó, 2009), en un estudio de inseminación artificial en alpacas del CIP La Raya, para lo cual indujeron la ovulación a 51 alpacas con macho vasectomizado, y fueron inseminados con espermatozoides diluidos en el dilutor tris yema, del cual se reportó el 47.05% de preñez acumulada de tres repeticiones diagnosticados por ecografía a los 30 días post inseminación. Y (Quina, 2008) realizó inseminación artificial por un periodo de tres años con semen fresco obtenido por vagina artificial y diluido con una solución de PBS más glucosa, inseminó a 399 alpacas hembras de raza Huacaya, en comunidades campesinas de Lampa, del cual reporta tasas de preñez a los 20 días post inseminación mediante ecografía del 36%, 58.65% y 58.36%, con un porcentaje de natalidad de 32.00%, 46.15% y 46.15% para los años 2005, 2006 y 2007, respectivamente ($p>0.05$).

4.2. PREÑEZ DE ALPACAS

En la prueba de chi cuadrada (Anexo 2), se observa que existe diferencias significativas en la proporción de la tasa de preñez en alpacas ($p<0.05$), por el efecto tipo de empadre, donde los resultados se presentan en la tabla 8.

Tabla 8. Tasa de preñez en alpacas con dos tipos empadre en la SAIS Sollocota.

Alpacas hembras	N° de empadradas	N° de fertilizadas	N° de preñadas	% de preñez
Dirigido	100	99	84	84.00
Estacional	80	44	36	45.00

(P<0.05)

En la tabla anterior, se observa tasa de alpacas preñadas con dos métodos de empadre; en la cual, los animales con empadre dirigido mostraron tasa de preñez de 84.0 %, a comparación del grupo de alpacas Huacaya con empadre estacional lograron mostrar tasa de preñez de 45.0 % (P<0.05). Esta diferencia amplia probablemente, se deba al tipo de apareamiento como las del método dirigido se emplea hembras con aceptación al macho y con 25 días de puerperio, comparados a los de majada general no tiene controlado el manejo de hembras post parturientas, lo que este último influye en mejorar la tasa de preñez en los rebaños alpaqueros. Posteriormente, en el periodo de preñez existen otros factores medio ambientales como son traslados con arreos de casi todo el día, afectan en la ocurrencia de abortos, asimismo la variación de temperatura ambientales extremas en la época de estiaje, y alimentación a base de pastos secos desde el mes de julio hasta octubre que influyen en mantener hormonalmente la preñez y por ende la tasa de natalidad.

Los valores encontrados en el presente estudio se asemejan al de (Sapana, *et. al.* (2012) quienes registraron 45.9, 51.9 y 53.3 % de preñez en alpacas nulíparas, primerizas y multíparas al primer servicio, respectivamente; en el segundo servicio 19.4, 20.2 y 17.0 % de preñez; en el tercer servicio 2.6, 2.3 y 2.6 % de preñez y en el cuarto servicio 3.1, 0.8 y 1.3 % de preñez en alpacas nulíparas, primerizas y multíparas, respectivamente. En conclusión, tasa de preñez acumulada al primero, segundo, tercero y cuarto servicio fueron



50.7, 18.4, 2.5 y 1.7 %, respectivamente; y en alpacas nulíparas, primerizas y múltíparas la tasa de preñez fueron 70.9, 75.2 y 74.2 %, respectivamente.

Los trabajos de inseminación artificial realizada en alpacas por (Cárdenas, 2002); indica que las hembras han sido inducidas para la ovulación con GnRH en dosis de 0.006mg de buseralina, del cual, registra tasa de preñez de 20% (5/25). En otro estudio realizado por (Bravo y Alarcón, 2015), quienes suplementan a un grupo de alpacas machos con aditivos nutritivos (preñatec) logra el 90 % de preñez; y en el grupo machos suplementados con catosal obtiene tasa de preñez de 50% y hembras control empadradas con machos sin aditivos logran obtener 76.0 % de tasa de preñez; pero las alpacas estuvieron alimentadas en pastura natural y que la suplementación nutritiva fue sistémica vía intramuscular 4 ml cada semana por 6 semana, antes del empadre.

Aller *et. al.* (2003) Encuentra porcentajes de preñez inferior al presente estudio como 21.70 % en 38 llamas hembras tratadas con análogo de GnRH para inducir la ovulación, e inseminadas artificialmente a las 24 horas con semen fresco diluido en yema de huevo citrato glucosa glicerol DMSO con una dosis de semen por pajilla de 25 millones de espermatozoides aproximadamente, luego del diagnóstico de gestación mediante por palpación transrectal a los 60 días post inseminación artificial.



V. CONCLUSIONES

La tasa de fertilidad en alpacas Huacaya apareadas con empadre dirigido fue muy superior al de las alpacas con apareamiento estacional.

La tasa de preñez en alpacas Huacaya apareadas con empadre dirigido fue superior, en casi al doble comparado al de las alpacas con empadre estacional.



VI. RECOMENDACIONES

En el manejo reproductivo de alpacas, durante la campaña de empadre, en las zonas de puna húmeda y seca se debe promocionarse e implementarse el sistema de apareamiento dirigido o controlado para obtener altos porcentajes de fertilidad y preñez.

Implementar empadre dirigido para generar el registro genealógico, que favorece la selección de reproductores para la mejora genética de caracteres de importancia económica.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aba, M.A. (2014). Anatomy and Physiology of Reproduction in the Female Llama and Alpaca Llama and alpaca care. Part: 3 Reproductions. Edition1. Copyright©2014 by Saunders, an imprint of Elsevier Inc. Philadelphia, PA, USA.140-146.
- Alarcón, V., A. Plasencia, J. Sumar. (1989). Diagnóstico de Gestación por ultrasonido en la Alpaca. (*Lama pacos*) y la Llama (*Lama glama*). Resúmenes de Investigación 1980-1989. Dirección de Investigación. FMVZ-UNA Puno Perú.
- Ali, D. C. 2009. Determinación de la fertilidad en alpacas (*Vicugna pacos*) de la raza Huacaya, servidas con el Sistema de Empadre controlado en el distrito de Ocongate, provincia Quispicanchi, Región Cusco. Tesis para optar el Título de Médico Veterinario y Zootecnista. Universidad Católica Santa María. Arequipa, Perú.
- Aller, J., A. Cancino, G. Rebuffi, y R. Alberio. (2003). Influencia de la criopreservación sobre la motilidad, vitalidad y fertilidad de espermatozoides de llama (lama glama). Revista de Argentina de producción animal.
- Ampuero, E.; V. Alarcon, Y J. Alpaca. (1989). Evaluación de diferentes métodos de diagnóstico de gestación en alpacas. Bol. Div. N°02 cer-UNSAAC. Cusco-Perú.
- Apaza, N; Olarte, U. y Málaga, J. (1998). Empadre controlado de alpacas en la Sub Estación experimental Quimsachata INIA Puno. Tesis para optar el Título de Médico Veterinario y Zootecnista. FMVZ. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.
- Bravo, P.W., Fowler, M.E., Stabenfeldt, G.H., Lasley, B.L. (1990). Ovarian follicular dynamics in the llama. Biol Reprod. 43:579-585.
- Bravo, P.W. (1995). Actividad folicular de los ovarios de llamas jóvenes. Allpak'a. 5:47-49.



- Bravo, P.W. (1992). La fase folicular del ciclo ovárico y respuesta de la glándula pituitaria a la cópula repetida en la alpaca. *Allpak'a* 2; 1-11
- Bravo, P., Fowler, M. and Lasley, B. (1994). The postpartum llama: fertility after parturition. *Biol. Reprod.* 51: 1084-108
- Bravo P.W. (2002). The reproductive process of south american camelids. Salt Lake City, ut: seagull printing.
- Bravo, W., Stabenfeld, H., Fowler, E., Lasley, B. (1990). Ovarian follicular dynamics in the llama. *Biology of reproduction*, 43:579-585.
- Bravo, W. M, y J. Sumar. (1989). Laparoscopic examination of the ovarian activity in alpacas. *Animal reproduction science*.
- Brown, B. (2000). A review on reproduction in south american camelids. *Animal reproduction science*, 58:169-195.
- Bustinza, V. (2001). La alpaca. Conocimiento del gran potencial andino. Libro 1. Instituto de investigación y promoción de camélidos sudamericanos. Fmvz, u.n.a. puno – peru.
- Butler, W. R. (2005). Inhibition of ovulation in the postpartum cow and the lactating sow. *Livest. Prod. Sci.* 98:5-12.
- Caparó, Y. (2009). Inseminación artificial en alpacas con semen diluido. Tesis FMVZ – UNA – Puno.
- Cárdenas, N. (2002). Inseminación artificial con espermatozoides colectados de los conductos deferentes de alpacas. Tesis FMVZ – UNA – Puno.
- Cárdenas, O., Ratto, M., Cordero, A., Huanca, W., (2003). Evaluación de pérdida fetal temprana en llamas mediante ultrasonografía. Libro de resúmenes del III Congreso Mundial sobre Camélidos. Potosí Bolivia.



- Celik O., S. Aydinb, N. Celikc. M. Yilmaz. (2015). Peptides: basic determinants of reproductive functions. *Peptides* (2015).
[Http://dx.doi.org/10.1016/j.peptides.2015.05.016](http://dx.doi.org/10.1016/j.peptides.2015.05.016)
- De La Vega, D., G. Pérez. (1996). Efecto de la concentración espermática y la hora de inseminación artificial con semen fresco sobre el porcentaje de gestación en alpacas. I Simposium Congreso Mundial de Camélidos sudamericanos, 6 al 10 de octubre, Cajamarca – Perú.
- Fernández, Baca, S. (1970). “estudio sobre la reproducción de la alpaca (*Lama pacos*)”. Editorial min agricultura; ivita unmsm, 4to boletín extraordinario, Lima - Perú.
- Fernández, Baca, S. (1971). “La alpaca reproducción y crianza”. Volumen N° 7, IVITA UNMSM, Lima - Perú.
- Fernández, Baca, S. (1972). “comportamiento sexual de las alpacas machos frente a la renovación de las hembras”. Rev. Inv. Pecuario. Ivita, UNMSM, Lima – Perú
- Fernández Baca, S. (1993). Manipulation of reproductive functions in male and female new world camelids. *Animal reproduction science*. 33:307-323.
- Fernández, R. Copa, S. Y Guzman, J. (2003). Efecto y periodicidad de coleccion sobre las características macro y microscopicas del semen en llama (*Lama Glama*), III Congreso Mundial sobre Camelidos Sudamericanos, Potosi-BOLIVIA.
- Franco, E; Pezo, D. y García, W. (1998). Gestión de Centros de Producción de reproductores de alpacas y llamas. Pub. Tec. FMV N° 37. Noviembre 1998. Maranganí, Perú.
- Galina C, Saltiel A, Valencia J, Becerril J, Bustamante G, Calderón A, Duchateau A, Fermin S, Oler A, Acina R y Zarco L. (1995). Reproducción de los animales domésticos. Editorial luminosa. México.



- Gigle, I., A. Russo Y. A. (2006). Consideraciones sobre la dinámica ovárica en equino, bovino y camélidos sudamericanos. Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Buenos Aires. Chorroarin 280. 1427. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.
- Hafez E. (1989). Reproducción e inseminación artificial en animales. 5ta edición editora Interamericana mc graw hill. México.
- Hafez, E. S. (2000). Reproducción e inseminación artificial en animales. 7^a edición. Nueva editorial Interamericana, s.a. de c.v. de mc graw-hill companies atlamp. México d.f
- Hafez, E. (2002). Reproducción e inseminación artificial en animales. 7^o edic. Editorial Interamericana. México.
- Hanco, E. (2014). Ondas foliculares en alpacas por ultrasonografía en relación a la secreción de estrógenos. Tesis FMVZ-UNA, Puno-Perú.
- Huanca, T. (2019). Manual del alpaquero. Proyecto PI. 074 comportamiento de la eficiencia reproductiva de alpacas machos utilizados para mejorar la calidad de fibra bajo condiciones actuales de cambio climático. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Programa Nacional de investigación en camélidos. Puno Perú.
- Huanca, T. (1992). 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.
- INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática) 2012. Censo Agrario, población de alpacas. WWW.inei.gob.pe/estadistica/censos/.



- Llaca, J., (2012). Efecto de la suplementación energética sobre eficiencia reproductiva en alpacas Huacayas (*Vicugna pacos*) con empadre controlado. Tesis Maestría Scientiea. Escuela de post grado. UNA. Puno, Perú.
- Machaca, M., J. Asencio, C. Mamani, T. Huanca, G. Arroyo, O. Cárdenas y W. Huanca. (2015). Efecto de una suplementación alimenticia sobre la actividad ovárica y tasa de concepción en alpacas (*vicugna pacos*). VII Congreso Mundial en Camélidos Sudamericanos, Puno, Perú, Vol. 7, pág. 48.
- Miragaya M., M. A. Aba, E.F. Capdevielle, M. S. Ferrer, M.G. Chaves, B. Rutter y A. Agüero. (2004). Actividad folicular y el perfil de secreción hormonal de la vicuña (*Vicugna vicugna*). *Theriogenology*.61(2004)663-67.
- Novoa, C. (1991). Fisiología de la reproducción de la hembra. En: Avances y perspectivas del conocimiento de los Camélidos Sudamericanos. Fernández-Baca (Ed). FAO, Santiago, Chile, pp 91-109.
- Novoa, C. y Flórez, A. (1991) Producción de rumiantes menores – alpacas. Resumen. Lima Perú.
- Novoa, C. (1998). Evaluación reproductiva de camélidos sudamericanos. En: Ruiz, m.; Rivera, b.; Ruiz, a. (eds.), reproducción animal: métodos de estudio en sistemas. Red de investigación en sistemas sostenibles pecuarias de américa latina – rispál, San José, Costa Rica.
- Olarte, U; Rojas, R; Luque, N. y Condori, L. 2009. Eficiencia reproductiva en alpacas de la raza suri. Resúmenes del V Congreso Mundial sobre Camélidos. Riobamba. Ecuador.
- Pacheco, J; Zea, O. A; Pezo, S. D; Franco, F. y Vélez, V. (2013). Fertilidad mediante empadre controlado en Alpacas de la Estación Experimental IVITA Maranganí.



- Facultad de Medicina Veterinaria. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
Lima Perú.
- Pérez, G. (1997). Avances de las Inseminación Artificial en Camélidos. La técnica completa. I Seminario Internacional de Camélidos Sudamericanos Domésticos. Córdova Argentina.
- Pérez, G., T. Quispe, L. Olivera, U. Perez. (2008). Gestación en alpacas inseminadas artificialmente con espermatozoides frescos o congelados-descongelados procedentes del conducto deferente. Symposium internacional en camélidos sudamericanos, Cusco – Perú.
- Quina, E. (2008). Experiencia de inseminación artificial en alpacas en un contexto de crianza campesina. Symposium internacional de estrategias de mejoramiento genético en camélidos sudamericanos domésticos. Arequipa-Perú.
- Ratto, M., W. Huanca, J. Singh, y G. Adams. (2005). Comparison of the effect natural mating, lh, and gnRH on interval to ovulation and luteal function in llamas. *Animal reproduction science*. 91.
- Salisbury G, Van Dernark L. y Lodge J. (1982). Fisiología de la reproducción e inseminación artificial de los bóvidos. 2da. Edición. Editorial acribia, Zaragoza – España.
- Sapana, R; Huanca, T.; Cárdenas, O; Mamani, R.H; Gonzales, M.L. y Apaza, N. (2012). Empadre controlado de alpacas Huacaya del CIP Quimsachata del INIA-Puno-Perú. Resúmenes del VI Congreso Mundial sobre Camélidos. Arica. Chile.
- Sorensen J. (1982). Reproducción animal principios y prácticas. Editorial interamericana mc graw hill. México.



- Sumar. J. (1983). Studies on reproductive pathology in alpacas. Msc thesis, department of obstetric and gynecology, veterinary medicine faculty, swedish university of agrarian sciences, uppsala, sweden. 90p.
- Sumar, J. (1985). “fisiología reproductiva de la alpaca”. Boletín científico de La Raya nº 1 IVITA-UNMSM, Lima Perú.
- Sumar J. (2007). demographics and herd management practices in south america. In: youngquist r, threlfallw, editors. Current therapy in large animal theriogenology. 2nd ed., st. Louis, mo: saunders/ elsevier; 2007. P. 845–51.
- Sumar, J. (2000). Reproductive anatomy and life cycle of the male and female llama and alpaca. In: Large Animal Theriogenology. Second Edition. SaundersElsevier. USA.
- Vaughan, J., (2011). Ovarian function in South American camelids (alpacas, llamas, vicunas, guanacos). Anim. Reprod. Sci. 124(3-4):237-243.
- Vaughan, J., M. Mihm, and T. Wittek. (2013). Factors influencing embryo transfer success in alpacas: a retrospective study. Anim. Reprod. Sci. 136(3):194-204.
- Vaughan J. L., KL. Macmillan and MJ. D’ochhio. (2004). Ovarian Follicular Wave characteristics in alpacas. Anim. Reprod Sci. 80(3-4):353-361.
- Verastegui, J. (2001). Estimación de la concentración espermática mediante el color de semen en la alpaca. Tesis de la FMVZ-UNA, Puno- Perú.
- You, R., L. Lv, Z. Cheng, J.He, G. W. Smith, and C. Dong. (2013). Application of ultrasonography for early pregnancy diagnosis in alpacas (Lama pacos). Journal of Animal and VeterinaryAdvances. 12(4): 539-543



ANEXOS

Anexo 1. Prueba de Ji-cuadrada para de tasa de fertilidad de alpaca.

	Dirigido		Continúo		
	S/crías	Esper	C/ crías	Esperado	TOTAL
Ferti	99	79	44	64	143
No Ferti	1	21	36	16	37
Total	100	100	80	80	180

Ji-cuadrada = 0.884 (P<0.05)

Ji-tabular = 3.84

Anexo 2. Prueba de Ji-cuadrada para de tasa de preñez en alpaca

	Alpacas plantel				
	S/crías	Esper	C/ crías	Esperado	TOTAL
Ferti	84	66	36	54	82
No Ferti	15	33	44	26	18
Total	99	99	80	80	183

Ji-cuadrada = 33.23 (P<0.05)

Ji-tabular = 3.84

Anexo 3. Materiales para empadre dirigido en alpacas



Fotografía 1. Aretador y aretes de diferentes colores para identificar a las hembras apareadas



Fotografía 2. Cuadros, carton y cartulina de diferentes colores para identificar los box de empadre



Fotografía 3. Reforzamiento con vitaminas a los machos reproductores para el trabajo de empadre dirigido y estacional



Fotografía 4. Marcas de pintura a las hembras en todo proceso del empadre dirigido



Fotografía 5. Materiales para identificar y tomar registro en el empadre dirigido



Fotografía 6. Movilidad para nuestro trabajo de Sollocota a Viluyo

Fotografía 7. Selección de hembras para empadre dirigido



Fotografía 8. Selección de machos y evaluación para el trabajo de empadre dirigido



TRABAJO DE EMPADRE DIRIGIDO

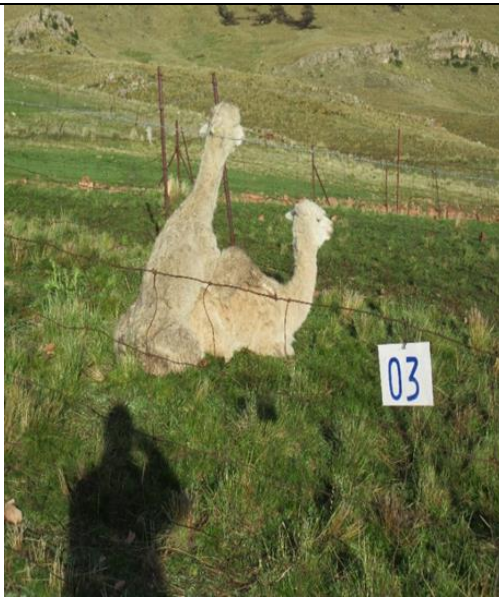
Fotografía 9. Trabajo de empadre dirigido en las mañanas con las hembras seleccionadas



Fotografía 10. Hembras aptas para el apareamiento en el empadre dirigido



Fotografía 11. Empadre dirigido en cada Box enumerados 1,2,3 y 4



Fotografía 12. Hembras apareadas identificadas con marca de pintura y arete



Fotografía 13. Diagnóstico de fertilidad del empadre dirigido a los 14 días pos cópula y no acepta al macho



Fotografía 14. Empadre estacional: Diagnostico de preñez por baloteo



Fotografía 15. Diagnóstico de preñez por baloteo en la manga

