



## TASA DE FERTILIDAD A LA INSEMINACIÓN ARTIFICIAL Y MÉRITO ECONÓMICO EN ALPACAS HUACAYA

### FERTILITY RATE TO ARTIFICIAL INSEMINATION AND ECONOMIC MERIT IN HUACAYA ALPACAS

Yanín Murillo C.<sup>1</sup> Bilo Calsin C<sup>2</sup>. Teodosio Huanca M.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Centro de Mejoramiento Genético de Alpacas Queracucho – Macusani

<sup>2</sup>Universidad Nacional del Altiplano, Escuela Profesional de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Puno; <sup>3</sup>Programa Nacional de Innovación Agraria en Camélidos  
[ninay32@hotmail.com](mailto:ninay32@hotmail.com); [bilocal@hotmail.com](mailto:bilocal@hotmail.com); [teodosio\\_huanca@yahoo.es](mailto:teodosio_huanca@yahoo.es)

#### RESUMÉN

El estudio de la tasa de fertilidad a la inseminación artificial y mérito económico en alpacas huacaya, se realizó en el centro de mejoramiento genético de alpacas Queracucho del distrito de Macusani, región Puno, entre enero a marzo del 2015; con el objetivo de determinar las características macroscópicas y microscópicas del semen fresco y refrigerado, tasa de fertilidad a la inseminación artificial y costo económico de inseminación artificial en alpacas. El semen fue colectado de 10 alpacas machos por el método de aspiración vaginal post fue evaluado y diluido con Triladyl y Andromed, luego se inseminaron 60 alpacas hembras que se indujeron a ovulación 28 horas antes de la inseminación artificial, 30 con semen fresco y 30 con semen refrigerado por seis horas, el diagnóstico de gestación fue por ecografía a los 21 días pos inseminación. Los resultados de evaluación de semen fueron: volumen  $3.73 \pm 2.06$  mL, pH  $7.79 \pm 0.42$ , color rojo claro 90% y blanco lechoso 10%, motilidad 57%, espermatozoides vivos 75%, anormalidades 7% y concentración espermática 20.38 millones/mL, la tasa de preñez fue de 53.33% (8/15), con semen fresco y utilizando Triladyl y Andromed ( $p > 0.05$ ) y con semen refrigerado fueron de 46.67% (7/15) utilizando Triladyl y 40% (6/15) utilizando Andromed ( $p > 0.05$ ). Se concluye que el estado de semen influye en la motilidad ( $p \leq 0.01$ ), se logra mejor tasa de fertilidad con semen fresco diluido y el costo de inseminación artificial fue de S/. 38.90.

**Palabras clave:** alpaca, costo, inseminación artificial, dilutor, semen

#### ABSTRACT

The study of the fertility rate to artificial insemination and economic merit in alpacas huacaya, was carried out in the center of genetic improvement of alpacas Queracucho Macusani district, Puno region, from January to March 2015; with the objective of determining the macroscopic and microscopic characteristics of fresh and refrigerated semen, fertility rate to artificial insemination and economic cost of artificial insemination in alpacas. Semen was collected from 10 male alpacas by the vaginal suction method after it was evaluated and diluted with Triladyl and Andromed, then 60 female alpacas that were induced to ovulate were inseminated 28 hours before artificial insemination, 30 with fresh semen and 30 with Semen refrigerated for six hours, the diagnosis of pregnancy was by ultrasound at 21 days post insemination. The results of evaluation of semen were: volume  $3.73 \pm 2.06$  mL, pH  $7.79 \pm 0.42$ , light red color 90% and milky white 10%, motility 57%, live sperm 75%, abnormalities 7% and sperm concentration 20.38 million / mL, the pregnancy rate was 53.33% (8/15), with fresh semen and using Triladyl and Andromed ( $p > 0.05$ ) and with refrigerated semen were 46.67% (7/15) using Triladyl and 40% (6/15) using Andromed ( $p > 0.05$ ). It is concluded that the state of semen influences motility ( $p \leq 0.01$ ), better fertility rate is achieved with diluted fresh semen and the cost of artificial insemination was S / . 38.90.

**Keywords:** alpaca, artificial insemination, cost, diluent, semen

\*Autor para Correspondencia: [ninay32@hotmail.com](mailto:ninay32@hotmail.com)





## INTRODUCCIÓN

La inseminación artificial se utiliza principalmente para aumentar la producción de crías de un macho claramente superior, También puede utilizarse en casos de incapacidad física del macho o la hembra. La aplicación de la inseminación artificial en alpacas en Perú, se realizó por primera vez en 1968. Posteriormente, se ha investigado en América del Norte como en América del Sur (Fowler y Bravo, 2010)

La inseminación artificial (IA) es una técnica reproductiva ampliamente utilizada en diversas especies domésticas, donde el semen previamente procesado es depositado en el aparato reproductor de la hembra en el momento oportuno. Los trabajos de IA en alpacas son escasos, debido a que la colección de semen es laboriosa por el tipo y duración de la cópula; no obstante, en los últimos años se han dado avances importantes en el proceso de congelación de semen (Apaza *et al.*, 2001; Bravo *et al.*, 2008).

La inseminación artificial en camélidos es una técnica que comprende en el macho: la recolección, procesamiento y conservación del semen y en la hembra: la inducción de ovulación y la inseminación propiamente dicha (Pérez, 1997). Además permite el uso del material genético de los machos cuyas características zootécnicas son superiores a la mayoría de los animales de su especie (Galina *et al.*, 1986). Los pasos para la inseminación propiamente dicha son: identificar a las hembras, inducción de la ovulación, determinar el tiempo óptimo para la inseminación y el procedimiento de inseminación (Bravo, 2003).

Se han realizado muchos trabajos con el objetivo de conservar el semen de los camélidos sudamericanos, como semen refrigerado (5° C) y congelado (- 196° C) para luego utilizarlo en la inseminación artificial, sin el éxito esperado como en otras especies. Fernández Baca y Novoa (1968), realizaron el primer ensayo de inseminación artificial entre especies utilizando semen de vicuñas y pacovicuñas en alpacas utilizando semen sin diluir de 2 vicuñas y 4 paco-vicuñas, obteniéndose una sola cría de 42 alpacas inseminadas. Igualmente se reporta una tasa de preñez del 73 % a la IA con semen fresco y depositado en los cuernos uterinos, así como un 67 % de preñez a la IA por laparoscopia (Bravo *et al.*, 1997a), similar al reporte de Pacheco (1996), además Bravo (1995) obtuvo 55 % de preñez en alpacas con semen diluido y Alarcon *et al.*, (2012) lograron una tasa de preñez de 55% (55/100) con semen colectado por aspiración vaginal y de 48% (24/50) con semen de la vagina artificial. Sin embargo, todas esas experiencias fueron realizadas en centros experimentales, a diferencia de una experiencia a nivel de criadores particulares, donde se reporta una tasa de preñez del 51 % de 207 alpacas inseminadas con semen fresco diluido con una solución de BSA + Glucosa e induciendo la ovulación con un análogo de GnRH o LH, entre 24 a 26 horas antes de la Inseminación (Apaza *et al.*, 2001) y en otro estudio (Apaza *et al.*, 1999), encontraron 28.6 % y 37.7 % con inducción de ovulación por macho vasectomizado y con hormonas respectivamente, utilizando doble pajilla por aplicación y 26 % de fertilidad con una sola pajilla por dosis.

Cárdenas (2002) reporta 12 % de gestaciones, inseminando entre 24 a 30 horas post inducción de ovulación con GnRH.

La inseminación artificial en alpacas es una técnica relativamente nueva, aunque su introducción se reportó hace más de 40 años. Actualmente, con el uso de una nueva técnica de colección de





semen, la inseminación puede aplicarse en el campo donde las alpacas se crían (Alarcon *et al.*, 2012). La IA con semen recién diluido y semen congelado-descongelado necesitan ser probados ampliamente en condiciones de campo. Las tasas de fertilidad varían de 3 a 67%. La preservación del semen y, lo más importante, la inseminación artificial parecen ser una realidad y podrían utilizarse para mejorar la calidad genética de las alpacas y las llamas (Bravo *et al.*, 2013).

La evaluación económica referida a costos en la aplicación de nuevas biotecnologías y dilutores debe constituir en la actualidad uno de los aspectos más esenciales dentro de la actividad gerencial de una crianza; por lo que es importante su determinación para poder recomendar a los criadores protocolos con menor costo y que logren mayor rentabilidad económica en términos de tasa de fertilidad y natalidad.

Los objetivos del trabajo fueron determinar las características macroscópicas y microscópicas del semen fresco y refrigerado, tasa de fertilidad a la inseminación artificial y costo económico de IA en alpacas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### *Ámbito de estudio y animales*

El estudio se realizó de enero a marzo de 2015 en el centro de mejoramiento genético de alpacas Queracucho de la comunidad de Queracucho del distrito de Macusani, provincia de Carabaya, Puno, en la zona agroecológica puna húmeda a una altitud de 4,660 m. Se utilizaron como donadores de semen a 10 alpacas reproductores machos entre 3 a 8 años de edad, 10 alpacas hembras receptivas al macho para colectar semen sin importar la calidad genética; después del empadre se realizó la aspiración seminal post cópula para inseminar 60 hembras de la raza Huacaya entre 2 a 8 años de edad con buena condición corporal, peso promedio de 49 kilogramos.

Se evaluaron el estado de semen (semen fresco y semen refrigerado) y dilutor (Triladyl y dilutor AndroMed), realizando 15 inseminaciones para cada interacción en total 60.

### *Metodología del estudio*

#### *Preparación de diluyente*

Se realizó la preparación de dilutor Triladyl cuya composición final fue de un 20% (tres partes de agua ultra pura, una parte de diluyente y una parte de yema de huevo) y del dilutor AndroMed fue de un 20% (cuatro partes de agua ultra pura y una parte de diluyente AndroMed) luego se homogenizó y se colocó los diluyente en baño maría a 37°C para permitir que se tempere.

#### *Colección de semen de alpaca*

Se realizó la higienización y desinfección del órgano copulatorio del macho y la vulva de la alpaca hembra, utilizando agua bidestilada para lavado, alcohol al 70% para desinfección y papel toalla para secado y posterior empadre controlado individual, supervisado durante el tiempo de cópula, inmediatamente terminado la cópula se hizo la sujeción de la alpaca hembra y se retiró al macho, evitando el estrés. La colección de semen se realizó por el método de aspiración vaginal post cópula, la muestra de semen fue obtenida en un tubo Falcón, introduciendo un proctoscopio por la vulva previamente desinfectada, recuperándose semen con fluido vaginal a través del





proctoscopio desde el fondo de la vagina e incluso podría fluir desde el útero y esto es recuperada después de la cópula en un tubo Falcón ya que solo una pequeña cantidad de semen es eyaculada al momento de llevar el pene de un cuerno al otro, la utilización de este tipo de semen para evaluar la fertilidad del macho es muy cuestionada (Bravo, *et al.*, 2002; Neely y Bravo, 1995). El semen colectado fue llevado de inmediato al laboratorio de semen para su respectiva evaluación.

#### *Evaluación macroscópica y microscópica del semen de alpaca*

El semen colectado se conservó a 37 °C en baño maría entre su colección y la evaluación. La evaluación del semen se llevó a cabo inmediatamente después de su colección. Se determinó las características macroscópicas del semen, el volumen del eyaculado se determinó comparando con la escala del tubo colector, pH fue determinado con medidor de pH digital, el color fue clasificado como blanco cristalino, blanco lechoso, rojizo claro y rojizo oscuro. Así también se realizó la evaluación de las características microscópicas del semen, la Motilidad espermática fue determinada tomando 10 µL de semen en una lámina portaobjetos precalentada, cubriéndola con una lámina cubreobjetos, el porcentaje de espermatozoides vivos y muertos se determinó en una muestra coloreada con tinción de Eosina – Nigrosina; usando un portaobjeto temperado a 37°C y lecturando a 40x, en diez campos por muestra, contando 100 células espermáticas entre vivos y muertos determinándose en porcentaje, para porcentaje de anormales se contaron los espermatozoides encontrados en los campos microscópicos del frotis; enumerando las formas anormales entre primarias y secundarias encontradas y la concentración espermática fue evaluada en la cámara de Neubauer con una dilución de 1:10. La concentración espermática se expresó en millones de espermatozoides por mililitro.

#### *Preparación y dilución de suspensión de espermatozoides para inseminación artificial.*

La preparación y dilución del semen recolectado en el tubo Falcón graduado, fue dividido el semen en dos partes completamente iguales para partir en las mismas condiciones, una parte se procesó con el diluyente Triladyl y a la otra parte con el diluyente AndroMed. La dilución del semen se realizó 1:1 (1 semen y 1dilutor) a 37°C, se utilizaron dos dilutores: Triladyl y AndroMed y luego se designó y se conservó para realizar la inseminación con semen fresco y semen refrigerado por 6 horas a 5°C.

#### *Selección de alpacas para inseminación artificial.*

Se seleccionó animales para el experimento, tomando en cuenta su historial reproductivo, raza Huacaya entre 2 a 8 años de edad con peso promedio de 49 kilogramos, condición corporal de 3.2 y libre de enfermedades infecciosas, un mes antes de la I A.

#### *Ecografía e inducción de ovulación para inseminación artificial.*

Se realizó la ecografía a las alpacas para determinar el tamaño folicular, para la visualización de folículo preovulatorio y posterior aplicación de 100 µg de GnRH, 28 horas antes de la inseminación, ese día fue considerado como el día 1. Para la inducción artificial de la ovulación se aplicó 100 µg de GnRH a las alpacas hembras que presentaban folículos pre ovulatorios  $\geq 7$  mm.

#### *Inseminación artificial de alpacas.*





Para la inseminación artificial se realizó la sujeción, higienización y desinfección la vulva de las alpacas hembras a inseminar, utilizando agua bidestilada para lavado, Alcohol al 70% para desinfección y papel toalla para secado. Para inseminar con semen fresco, se procedió a cargar en la pipeta de inseminación el semen de alpaca diluido, que estuvo a 37 °C en baño maria, para inseminar según el tratamiento. Para inseminar con semen refrigerado por 6 horas a 5 °C, se procedió a temperar hasta llegar a 37 °C en baño maria y luego se cargó en la pipeta de inseminación para inseminar según el tratamiento. Para la inseminación propiamente dicha se procedió a introducir la pipeta de inseminación con el semen cargado, transcervicalmente hasta llegar a la parte distal del cuerno uterino ipsilateral al folículo preovulatorio y fue depositado el semen, ese día fue considerado como el día 2. Las alpacas inseminadas fueron manejadas en un potrero exclusivo hasta su diagnóstico de preñez.

#### *Diagnóstico de preñez de las hembras.*

El diagnóstico de preñez se realizó a los 21 post inseminación mediante ecografía, donde se observó la presencia de la vesícula embrionaria dentro del útero.

#### *Determinación de los costos de inseminación artificial en alpacas.*

Para determinar los costos de la inseminación artificial se tomaron los conceptos de costos fijos y los costos variables que se ocasionaron durante el trabajo. Para determinar los costos se tomaron precios de mercado, a fin de que el costo refleje un costo económico, siendo la unidad monetaria el Nuevo Sol.

#### *Diseño experimental*

Para las características macroscópicas y microscópicas de semen de alpacas se determinaron estadísticos descriptivos como medidas de tendencia central (promedio) y de dispersión (desviación estándar, valores extremos: mínimo y máximo).

Los datos de motilidad espermática se analizaron en un diseño completamente al azar con arreglo factorial de 2 x 2 con efecto de interacción, para la comparación de medias se utilizó la prueba de Duncan con un nivel de significancia del 5%, los datos fueron procesados con el programa estadístico SAS versión 9.4.

La tasa de fertilidad se analizó mediante la prueba de independencia de Chi Cuadrado.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Se muestra los estadísticos descriptivos de la evaluación macroscópica y microscópica del semen de 10 alpacas machos. El promedio del volumen del semen por el método de colecta por aspiración vaginal post-cópula fue de  $3.73 \pm 2.06$  mL habiendo colectas mínimas de 1 mL y máximas hasta de 7.6 mL, con un pH de  $7.79 \pm 0.42$ , el color fue rojo claro en un 90 % y blanco lechoso en un 10 %. El porcentaje de motilidad fue 57 %, espermatozoides vivos 75 % y anormalidades 7 % y el promedio de la concentración espermática fue de 20.38 millones/mL. (Tabla 1).





**Tabla 1.** Características macroscópicas y microscópicas del semen de alpacas

Variable	n	Promedio ± DS	Valores extremos	
			Mínimo	Máximo
Volumen (mL)	10	3.73 ± 2.06	1.00	7.60
pH	10	7.79 ± 0.42	7.30	8.50
Color (%)	10	Rojo claro	Blanco lechoso	
		90	10	
Motilidad (%)	10	57.00	40.00	70.00
Espermatozoides vivos (%)	10	75.00	61.00	87.50
Anormalidades (%)	10	7.00	3.50	10.50
Concentración Espe x 10 <sup>6</sup> /mL	10	20.38	11.30	37.00

Los resultados obtenidos de volumen de semen:  $3.73 \pm 2.06$  mL, son similares a los reportados por Alarcon *et al.* (2012) (3.6 mL) por el método de aspiración vaginal. Sin embargo, el volumen de semen varía según el método de colección, con vagina artificial el volumen de semen varía de 0.5 a 4.5 mL reportado por Cárdenas *et al.* (1987) de 1.4 a 2.09 por Huanca y Gaulty (2001) y Alarcon *et al.* (2012) reportaron 1.5 mL. Así mismo, por el método de electroeyaculación el volumen de semen reportado por Cárdenas *et al.* (1987) fue de 0.5 a 2 mL.

Los resultados obtenidos de pH:  $7.79 \pm 0.42$ , son similares al reporte de Paricahua (2001) que fue de 7.88, estando dentro del rango 7.2 a 8.6 según Bravo *et al.*, (1997a).

Particularmente el color de semen colectado fue de color rojo claro en un 90 %, similar a los resultados de 80 % del mismo color, encontrados por Alarcon *et al.* (2012), esto podría ser debido a que en el momento de copular el macho causa lesiones a nivel de los cuernos uterinos, por tanto el semen que puede fluir desde el útero tendría un color rojo sanguinolento.

Los resultados obtenidos de motilidad: 57 %, son inferiores a lo reportado por Alarcon *et al.* (2012) que obtuvieron motilidad 73.4 y 69 %, por aspiración vaginal y con vagina artificial respectivamente. Así mismo, Chahuayo y Huaman (2013) en un estudio de espermatozoides epididimarios refrigerados de alpacas llegaron a 64 % de motilidad. Sin embargo, en estudios de congelación de semen, al pos descongelamiento obtuvieron un 10 % de motilidad (McEvoy *et al.*, 1992) y 20 % de motilidad (Santiani *et al.*, 2005).

Los resultados de espermatozoides vivos: 75 % son similares a lo reportado por Alarcon *et al.* (2012) que obtuvieron 75.3 % por aspiración vaginal y 70.8 % con vagina artificial. Además Quispe (1987) menciona que en una motilidad buena se tiene más de 60 % de espermatozoides vivos, motilidad regular cuando los espermatozoides vivos están entre 40 a 60 % y motilidad baja cuando el porcentaje de espermatozoides vivos es menor a 40 %.





El porcentaje de anomalías en el estudio realizado de 7 %, es bastante aceptable y diferente a los resultados encontrados en los primeros estudios de espermatozoides de alpaca hecho por Mogrovejo (1952) quien reportó un 41.23 % de formas anormales. Las anomalías morfológicas de los espermatozoides tienen mayor relación con la fertilidad en el ganado. (Hafez, 2000). Los resultados obtenidos de espermatozoides vivos y anomalías nos indican que no tendríamos problemas para fertilizar al realizar la inseminación artificial.

Los resultados obtenidos de concentración espermática: 20.38 millones/mL, son inferiores a lo reportado por Alarcon *et al.*, (2012) que obtuvieron una concentración espermática de 75.2 y 80.3 millones/mL, por aspiración vaginal y con vagina artificial respectivamente, en otro estudio, Chahuayo y Huaman (2013) reportaron 77.09 millones/mL de espermatozoides epididimarios de alpacas, esto podría deberse al método de obtención de espermatozoides y a la diferencia que existe entre animales.

Se observa el porcentaje de motilidad espermática según estado de semen y dilutor; siendo la motilidad promedio del semen fresco utilizando Triladyl de 59.5 % y con Andromed 59 %; en tanto que la motilidad del semen refrigerado utilizando el dilutor Triladyl fue de 45.5 % y con Andromed 47.5 %. Al análisis estadístico se observa diferencia significativa por efecto estado de semen ( $p \leq 0.01$ ) observándose la mayor motilidad en semen fresco; sin embargo el efecto dilutor no tuvo efecto significativo sobre la motilidad espermática ( $p > 0.05$ ). Además la interacción entre el estado de semen y el dilutor no fue significativo ( $p > 0.05$ ) (Tabla 2).

**Tabla 2.** Motilidad espermática, según estado de semen y dilutor en alpacas

Estadístico	Fresco <sup>a</sup>		Refrigerado <sup>b</sup>	
	Triladyl <sup>a</sup>	Andromed <sup>a</sup>	Triladyl <sup>a</sup>	Andromed <sup>a</sup>
Porcentaje (%)	59.50	59.00	45.50	47.50

<sup>a,b</sup> Letras diferentes en la misma fila indican diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ), Prueba de Duncan.

Estos resultados de motilidad espermática de semen fresco se aproximan a los reportados por Pérez (1997) y Quintano (2002) que fue en promedio 64 % y mas no al reportado por Alarcon *et al.*, (2012) que obtuvieron motilidad 73.4 % por aspiración vaginal y 69 % con vagina artificial, en ese estudio el semen fue diluido en Tris tamponado, las diferencias posiblemente sean por el tipo de dilutor y la diferencia que existe entre animales.

Los resultados de motilidad de semen refrigerado son inferiores a lo reportado por Chahuayo y Huaman (2013) que fue 64 % de motilidad en promedio; 71 % de motilidad con dilutor Andromed hasta 4 horas y a las 8 horas, reportan que es superior con dilutor Tris con 66 % de motilidad, ambos con espermatozoides epididimarios refrigerados de alpacas, por otra parte Santiani *et al.* (2005) reportaron 20 % de motilidad pos descongelamiento, las diferencias puede deberse a la exposición del semen a temperaturas inferiores, que afectaría disminuyendo la motilidad espermática, como también debido a otro método de obtención y la diferencia que existe entre animales.





Se muestra el porcentaje de fertilidad de las alpacas inseminadas con semen fresco y refrigerado utilizando dos dilutores comerciales, el diagnóstico de fertilidad se ha realizado a los 21 días post inseminación mediante ultrasonografía; los resultados muestran una similitud de fertilidad con semen fresco utilizando Triladyl y Andromed con 53.33 %, al análisis estadístico con la prueba de Chi-cuadrado, indica que no hay asociación estadística entre el porcentaje de fertilidad y el tipo de dilutor a utilizarse con semen fresco ( $p>0.05$ ). Los porcentajes de fertilidad utilizando Triladyl y Andromed en semen refrigerado fueron 46.67 % y 40 %, respectivamente (Tabla 3).

**Tabla 3.** Fertilidad a la inseminación artificial en dos estados de semen, utilizando dos dilutores comerciales en alpacas

Estadístico	Fresco		Refrigerado	
	Triladyl	Andromed	Triladyl	Andromed
Proporción	8/15	8/15	7/15	6/15
Porcentaje (%)	53.33 <sup>a</sup>	53.33 <sup>a</sup>	46.67 <sup>a</sup>	40.00 <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Letras similares en la misma fila dentro de cada estado del semen no indican diferencia estadística significativa ( $p>0.05$ ), prueba Chi-cuadrado para porcentaje.

Al análisis estadístico indica que no hay una asociación estadística entre la fertilidad y el tipo de dilutor ( $p>0.05$ ).

Los resultados obtenidos de fertilidad: 53.33 %, con semen fresco utilizando Triladyl y Andromed son similares, superando lo reportado por Apaza *et al.* (1999) que encontraron 37.7 % y los mismos investigadores Apaza *et al.* (2001) obtuvieron una tasa de preñez del 51 % con semen fresco diluido con una solución de BSA + Glucosa e induciendo la ovulación con un análogo de GnRH, entre 24 a 26 horas antes de la Inseminación. Sin embargo, según el reporte de Bravo (1995) logró una tasa de preñez de 55 % y asimismo Alarcon *et al.* (2012) reportaron una tasa de preñez de 55% con semen colectado por aspiración vaginal y de 48 % con semen de la vagina artificial, las cuales superan ligeramente a nuestros resultados.

Los resultados obtenidos de fertilidad: 46.67 % y 40 % con semen refrigerado, utilizando Triladyl y Andromed, respectivamente. Este porcentaje de menor fertilidad con semen refrigerado con ambos dilutores puede deberse al tiempo de refrigeración. Sin embargo, supera lo obtenido por Cárdenas (2002) que fue de 26 % de fertilidad, inseminando entre 24 a 30 horas post inducción de ovulación con GnRH y por otro lado Bravo *et al.* (1997a) por el método de laparoscopia reportan 67 % de preñez, similar al reporte de Pacheco (1996). Además, Bravo *et al.* (2013) indican que las tasas de fertilidad varían de 3 a 67 %, la inseminación artificial podría utilizarse para mejorar la calidad genética de las alpacas.

Los costos totales alcanzan a S/. 2334, esta es la suma del costo fijo más el costo variable, importante en la determinación de los ingresos netos en un periodo de producción determinado (Quispe 2000). Consecuentemente el costos marginal de servicio de inseminación artificial por





alpaca fue S/. 38.90, inseminando con semen fresco y refrigerado, utilizando dos dilutores comerciales. (Tabla 4).

**Tabla 4.** Costo económico para inseminación artificial en alpacas

Descripción	Costo s/.
Costo fijo	700
Costo variable	1634
Costo total	2334
Costo marginal de servicio de IA	38.90

La inseminación artificial con semen fresco y refrigerado, utilizando dos dilutores comerciales, podría ser accesible para el productor alpaquero que trabaja con mayor énfasis el mejoramiento genético. Los costos unitarios ayudan al empresario en el proceso de toma de decisiones tal como refieren Guerra (1992) y Quispe (2000); sin embargo, en otra especie reportaron un mayor costo de inseminación artificial (IA), por vaca de 23,41 \$/cab y por vaca preñada de 33,45 \$/cab. (Robson *et al.*, 2004).

Así mismo analizando el estudio realizado por Mamani y Cotacallapa (2012) del costo unitario de producción en estrato A con 58 alpacas determinaron, C.U. de S/. 75.04 y en el estrato B con 103 alpacas, C.U. de S/. 65.87, siendo así, los costos obtenidos de inseminación artificial serían incrementados sobre los costos de producción, por consiguiente resultaría tener un menor ingreso y una rentabilidad negativa. Pero haciendo simulaciones hasta 35 % de incremento de ingreso total, recién la rentabilidad es positivo (para A: 0.60 y B: 3.09 %), y se encuentra en punto de Equilibrio. Por tanto la inseminación artificial sería aplicable en rebaños que tienen buena calidad y cantidad de alpacas para generar utilidad.

## CONCLUSIONES

- A la evaluación macroscópica y microscópica del semen de alpacas se obtuvo un volumen de 3.73, con un PH de 7.79, de color rojo claro en un 90% y blanco lechoso en un 10%, motilidad 57 %, vitalidad 75 %, anormalidades 7% y concentración espermática 20.38 millones/mL. Se concluye también que a la evaluación de motilidad según estado de semen existe diferencia significativa ( $p \leq 0.01$ ) y según dilutor no existe diferencia significativa ( $p > 0.05$ ).
- El porcentaje de fertilidad de las alpacas inseminadas, muestran una similitud de fertilidad con semen fresco utilizando Triladyl y Andromed de 53.33% y los porcentajes de fertilidad utilizando Triladyl y Andromed en semen refrigerado fueron 46.67% y 40.00%, respectivamente. Se logra mejor tasa de fertilidad con semen fresco diluido.
- El costos marginal de servicio de inseminación artificial por alpaca fue S/. 38.90. El costo de inseminación artificial es accesible para el productor alpaquero que trabaja con mayor énfasis el mejoramiento genético.



## AGRADECIMIENTOS

A los integrantes del Centro de Mejoramiento Genético de Alpacas Queracucho - Macusani, Escuela Profesional de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional del Altiplano Puno y al Programa Nacional de Innovación Agraria en Camélidos.

## LITERATURA CITADA

- Alarcon, V.; García, W.; Bravo, W. (2012). Inseminación artificial de alpacas con semen colectado por aspiración vaginal y vagina artificial. *Rev. investig. vet. Perú*, 23(1).
- Apaza, N., Alarcón, V., Huanca, T., y Cárdenas, O. (1999). Avances sobre inseminación artificial con semen congelado en alpacas. *Resúmenes del II Congreso mundial sobre camélidos, Cusco Perú*, 73.
- Apaza, N., Sapana, R., Huanca, T., y Huanca, W. (2001). Inseminación artificial en alpacas con semen fresco en comunidades campesinas. *Rev Invest Vet, Perú*, 1, 435-438.
- Bravo, W. (1995). Physiology of Reproduction in the Female Alpaca. *Camelids N° 7; Ed PosGraduate Foundation in Veterinary Science, Sydney Australia*.
- Bravo, W., Flores, U., Garnica, J., y Ordoñez, C. (1997a). Collection of semen and artificial insemination of alpacas. *Theriogenology*, 47, 619-626.
- Bravo, W., Moscoso, R., Alarcon, V., y Ordoñez, C. (2002). Ejaculatory process and related semen characteristics of llamas and alpacas. *ArchAndrol*, 48, 65-72.
- Bravo, W. (2003). Inseminación Artificial de Camélidos Sudamericanos. *Libro de resúmenes del III Congreso Mundial Sobre Camélidos, Potosí- Bolivia*.
- Bravo, W., Alarcon, V., Baca, L., Cuba, Y., Ordoñez, C., y Salinas, J. (2013). Semen preservation and artificial insemination in domesticated South American Camelids. *Animal Reproduction Science*, 136(3), 157 -163.
- Cárdenas, H., Vivanco, W., y Bravo, W. (1987). Comparativo de dos métodos de colección de semen en alpacas. *Resumen de la X Reunión Científica Anual de la APPA. UNA – Puno. Perú*.
- Cárdenas, N. (2002). *Inseminación artificial con espermatozoides congelados colectados de los conductos deferentes en alpacas*. (Tesis para optar el título de médico veterinario y zootecnista). FMVZ. UNA – PUNO.
- Chahuayo, C., y Huamán, I. (2013). *Influencia de los dilutores tris, sp-talp y andromed sobre la viabilidad de espermatozoides epididimarios refrigerados de alpacas*. Recuperado de <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/741>
- Fernández Baca, S., y Novoa, C. (1968). Primer ensayo de inseminación artificial de alpacas (*Lama pacos*) con semen de vicuña. *Rev. Fac. Med. Vet. UNMSM - Lima*, 22, 9-18.
- Fowler, M., y Bravo, W. (2010). Medicine and Surgery of Camelids. *Third Edition on Chapters, 17 y 21*.
- Galina, C., Saltiel, A., y Valencia, J. (1986). *Reproducción de los Animales Domésticos*. México – México: Editorial Limusa.
- Guerra, G. (1992). Manual de administración de empresas agropecuarias. *IICA San José de Costa Rica*.
- Hafez, E. (2000). *Reproducción e inseminación artificial en animales*. México: 7ª ed. Editorial Interamericana Mc Graw-Hill.
- Huanca, W., y Gauly, M. (2001). Conservación de semen refrigerado de alpacas y llamas. *Rev. Inv. Vet. Perú*, 1, 460-461.
- Mamani, L., y Cotacallapa, F. (2012). *Estudio económico de la producción de alpacas en las comunidades de puna seca de los distritos de condoriri y Juli*. (Tesis de maestría). Escuela de Posgrado, UNA – PUNO.



- McEvoy, G., Kyle, CE., y Slater, D. (1992). Collection, evaluation and cryopreservation of llama semen. *J. Reprod. Fert.*, 9, 48.
- Mogrovejo, D. (1952). Estudios de semen de la alpaca. (Tesis para optar el título de médico veterinario). Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Mayor de San Marcos – Lima.
- Neely, D., y Bravo, W. (1995). Reproductive evaluation and infertility in the male llama and alpaca. *Theriogenology – Youngquist. AcademyPress.*
- Pacheco, C. (1996). *Efecto de la tripsina y colagenasa sobre el acrosoma del espermatozoide y su relación con la fertilidad del semen de alpaca.* (Tesis para optar el título de médico veterinario y zootecnista). Programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Católica de Santa María, Arequipa - Perú.
- Parichua, E. (2001). *Evaluación del semen sin la secreción de las glándulas anexas en alpacas (Lama pacos).* (Tesis para optar el título de médico veterinario y zootecnista). FMVZ. UNA – PUNO.
- Pérez, G. (1997). Avances en la Inseminación Artificial en Camélidos. *Seminario Internacional de Camélidos Sudamericanos Domésticos, Córdova Argentina*, 97 – 107.
- Quintano, J. (2002). Determinación de la sobrevivencia de los espermatozoides de alpacas (*Lama pacos*) colectados del conducto deferente con el uso de tres dilutores. (Tesis para optar el título de médico veterinario y zootecnista). FMVZ. UNA – PUNO.
- Quispe, F. (1987). Evaluación de las características físicas del semen de la Alpaca durante la época de empadre. (Tesis para optar el título de médico veterinario y zootecnista). FMVZ. UNA – PUNO.
- Quispe, J. (2000). *Economía agraria*. Puno-Perú: 2ª ed. Editorial universitaria.
- Robson, C., Aguilar, D., López, S., Calvi, M., Cerlser, R., Flores, F., y Gómez, M. (2004). Inseminación Artificial en Bovinos. *Proyecto Ganadero Corrientes – INTA Argentina.*
- Santiani, A., Huanca, W., Huanca, T., Sepulveda, N., y Sánchez, R. (2005). Effects on the quality of frozen-thawed alpaca (*lama pacos*) semen using two different cryoprotectants and extenders. *J. Androl.*, 7, 303-309.

