

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



**“EFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN ENERGÉTICA SOBRE EL
RENDIMIENTO REPRODUCTIVO EN ALPACAS HEMBRAS AL
PASTOREO”**

TESIS

PRESENTADO POR EL BACHILLER

DORIS ALEXANDRA ROJAS SALAMANCA

PARA OPTAR EL TÍTULO DE:

MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA

PUNO - PERÚ

2015

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

**"EFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN ENERGÉTICA SOBRE EL RENDIMIENTO
REPRODUCTIVO EN ALPACAS HEMBRAS AL PASTOREO"**

Presentado a la coordinación de investigación de la Facultad de Medicina Veterinaria
y Zootecnia de UNA – PUNO, para optar el título de:

MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA

APROBADO POR LOS MIEMBROS DEL JURADO

NACIONAL DEL

PRESIDENTE

.....
Dr. MANUEL GUÍDO PÉREZ DURAND

PRIMER MIEMBRO

.....
Ph.D. JOSÉ LUIS BAUTISTA PAMPA

SEGUNDO MIEMBRO

.....
MVZ JUAN GUIDO MEDINA SUCA

DIRECTOR DE TESIS

.....
Ph. D. BERNARDO ROQUE HUANCA

ASESOR DE TESIS

.....
Mg.Sc. URI HAROLD PEREZ GUERRA

PUNO – PERÚ

2015

ÁREA : Nutrición animal

TEMA : Alimentos, forrajes convencionales

DEDICATORIA

A mi mamá grande Teodocia Paredes Catacora †, que desde su partida me ha hecho falta, extrañado su forma de simplificar las cosas y de esa forma sentir más sencilla la vida, que aunque no esté más a mi lado, he sentido de alguna manera su compañía durante toda la ejecución del presente trabajo.



AGRADECIMIENTOS

A la facultad, mi alma mater, por acogerme durante estos años. A mis docentes por sus enseñanzas, por mi formación; a los miembros del jurado por ayudarme a mejorar mis conocimientos. Y amí director el Dr. Bernardo Roque Huanca por ayudarme a realizar tan hermoso trabajo de investigación.

A mis padres Carlos Adolfo Rojas Mendoza y Eugenia Salamanca Paredes, mis primeros maestros, por ser mi acelerador y mi freno, por enseñarme que en la vida uno siempre tiene que continuar a pesar de los obstáculos.

A mis hermanos Carla K. y Jean Carlos Rojas Salamanca por darme su compañía.

A todas mis amistades, en especial a mis amigas Mariela, Olinda y Deysi por estar ahí, cuando he querido rendirme y no permitirlo, por ayudarme a ver el lado bueno de las cosas, por escuchar mis quejas, por hacerme reír cuando no he podido, por darme ánimos, por buscar soluciones y sobre todo por haber compartido conmigo esta etapa de formación.

ÍNDICE

| | Pág. |
|---|------|
| ÍNDICE | iv |
| RESUMEN | vi |
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| II. MARCO TEÓRICO | 3 |
| 2.1. Fisiología Reproductiva de la Alpaca | 3 |
| 2.2. Fertilidad..... | 4 |
| 2.3. Etapa Reproductiva..... | 4 |
| 2.4. Folículo y ovocito..... | 7 |
| 2.5. Determinación de la Preñez y Fertilidad..... | 12 |
| 2.6. condición Corporal..... | 17 |
| 2.7. Producción de Leche..... | 17 |
| 2.8. Requerimiento Energético..... | 19 |
| 2.9. Preñez en Alpacas..... | 21 |
| 2.10. Natalidad en Alpacas..... | 22 |
| 2.11. Peso Vivo al Nacimiento Crías de Alpacas..... | 22 |
| III. MATERIALES Y MÉTODOS..... | 23 |
| 3.1. MEDIO EXPERIMENTAL..... | 23 |
| 3.2. MATERIAL EXPERIMENTAL..... | 24 |
| 3.3. METODÓLOGIA | 27 |
| 3.4. TASA DE FERTILIDAD | 31 |
| 3.5. TASA DE NATALIDAD..... | 31 |
| 3.6. PESO DE CRÍAS AL NACIMIENTO | 32 |
| 3.7. CONDICIÓN CORPORAL DE LAS MADRES..... | 32 |
| 3.8. ANÁLISIS ESTADÍSTICO | 33 |
| IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES..... | 34 |
| 4.1. TASA DE FERTILIDAD | 34 |
| 4.2. TASA DE NATALIDAD..... | 36 |
| 4.3. PESO AL NACIMIENTO DE LAS CRÍAS..... | 38 |
| 4.4. CONDICIÓN CORPORAL DE LAS MADRES..... | 40 |
| V. CONCLUSIONES..... | 42 |

| | |
|------------------------------------|----|
| VI. RECOMENDACIONES..... | 43 |
| VII. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA..... | 44 |
| ANEXO | 58 |



RESUMEN

El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto de la suplementación energética sobre el rendimiento reproductivo de alpacas hembras en una crianza tradicional, a 4090m.de altitud, con el fin de incrementar la tasa de fertilidad y natalidad, el peso al nacimiento de las crías y condición corporal de las madres; para lo cual, se utilizó una muestra de 60 hembras hasta al tercer parto, con similares pesos corporales (37.82 ± 1.2 Kg) y condición corporal (2.31 ± 0.42). Los animales fueron distribuidos en dos grupos de tratamientos (con y sin suplementación energética). El suplemento estuvo conformado con heno de avena y alfalfa molido, a 12 mm.de tamaño de partícula, con inclusión de fuentes de energía, proteína, minerales y vitaminas.El concentrado fue suministrado a partir de 15 días antes del inicio del empadre, en una cantidad de 200g por animal, sosteniéndose durante toda la gestación, hasta la parición. La tasa de fertilidad se determinó mediante la conducta sexual de las hembras; la tasa de natalidad, el peso de las crías y de las madres, mediante registros; la condición corporal, a través de la inspección y palpación de las reservas de grasa. Los resultados obtenidos con la suplementación: tasa de fertilidad (83.3vs. 66.7%),tasa de natalidad (83.3vs. 50.0%),peso de las crías al nacimiento (5.15 vs. 3.26Kg), y condición corporal promedio de las madres (3.97 vs. 2.77).A partir de los resultados se concluye que la suplementación energética tiene un efecto positivo sobre el rendimiento reproductivo de las alpacas hembras en crianza tradicional.

Palabras claves: Condición corporal, Fertilidad, Peso al nacimiento de crías, Natalidad, Rendimiento reproductivo, Suplementación energética.

I. INTRODUCCIÓN

En el Perú se cuenta con 4.898.766,000 Alpacas teniendo el mayor porcentaje de alpacas en la región Puno que es de 2.711.726,00 (INEI, 2012). A pesar de esto, los camélidos son considerados como especies de baja tasa de fertilidad con relación a otros mamíferos domésticos, debido a que solo el 50% de los servicios entre machos y hembras fértiles termina en gestación en nuestro país (Fernández-Baca et al., 1970a), las causas de esa baja fertilidad son diversas, tales como la alta tasa de mortalidad embrionaria. También la debilidad de los tejidos fetales maternos. El estado reproductivo de las hembras, manifestándose con un bajo rendimiento reproductivo (Olivera et al., 2003; Bravo et al., 2010)

La fisiología reproductiva de los camélidos 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), esta especie debe sostener una secuencia de altas demandas de energía (glucosa) casi en simultáneo para el mantenimiento, crecimiento, gestación, producción de leche y el reinicio del nuevo ciclo ovárico posparto (Van Saun, 2006). Los mismos que constituyen un conjunto de factores que desencadenan un permanente estrés metabólico y altas demandas de energía, casi en simultáneo (NRC, 2007).

Los camélidos sudamericanos (CSA), como la alpaca son de gran importancia en el altiplano peruano por que contribuyen en la seguridad alimentaria, nutricional y económica de un amplio sector de dicha población, destacando su eficiencia en el uso de la tierra, de las frágiles praderas andinas (Huanca, 2012).

Al ser esta la base de la alimentación de los camélidos sudamericanos se tienen limitaciones que se incrementan en la época de estiaje. Actualmente la crianza de estos camélidos sudamericanos se desarrolla en condiciones de comunidades

campesinas el 95%, por lo tanto, se requiere seguir trabajando en el campo de la investigación y validación para contribuir a mejorar los niveles de producción y productividad, si se tiene en cuenta que el 70% de los productores desarrollan una crianza tradicional (Huanca et al., 2014).

La subnutrición de las hembras puede impedir la ovulación o la fertilización, incluso aumentar la incidencia de mortalidad embrionaria (Bondi, 1988). Se ha observado en ovinos que durante el periodo de cubrición, se compensa el estado de engorde mediante un flushing, donde esta sobrealimentación energética durante el periodo de reproducción permite mejorar sobre todo la prolificidad y en menor medida, la fertilidad media del rebaño (Hassoun y Bocquier, 2007).

Las evidencias sobre el rol de la nutrición en la reproducción sugieren la posibilidad de lograr mejoras, si se aplica alguna estrategia nutricional en los sistemas de crianza tradicional. Donde las condiciones ambientales adversas y la poca disponibilidad de alimentos magnifican los requerimientos energéticos, por lo cual en el presente trabajo de investigación se determinó el efecto de la suplementación energética sobre el rendimiento reproductivo en alpacas hembras a base de un concentrado fibroso, a fin de lograr algún incremento en el rendimiento reproductivo en condiciones reales de crianza, por tal razón se trazó los siguientes objetivos:

Determinación del efecto de la suplementación energética sobre la tasa de fertilidad, la tasa de natalidad, peso de nacimiento de las crías y la condición corporal.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Fisiología Reproductiva de la Alpaca.

Se sabe que la fisiología reproductiva de la alpaca se le asigna al cuerpo lúteo como la mayor fuente de progesterona y el mantenimiento de la gestación (Sumar, 1988); en forma similar, los servicios sin folículo preovulatorio dominante no inducen a la ovulación ni producen concepción. Los servicios en presencia de un folículo en crecimiento o maduro (6 mm de diámetro) resultan en ovulación (Bravo et al., 1991; Sumar et al., 1993).

A las alpacas se les conoce como ovuladoras inducidas porque las hembras necesitan el estímulo coital para la liberación del ovocito del folículo dominante en el ovario. Se cree que los estímulos neurales del proceso de apareamiento y un factor de inducción de la ovulación presente en el semen se transmiten al cerebro (hipotálamo) de la hembra induciendo a la liberación de la hormona liberadora de gonadotropina (GnRH). La GnRH liberada estimula la glándula pituitaria anterior para secretar la hormona luteinizante (LH), que se transporta en la sangre a los ovarios donde estimula la ovulación de un folículo preovulatorio dominante (Fernández - Baca et al., 1970 b, Bravo et al., 1991). El cierre de la pierna del macho y sus sonidos pueden contribuir a la liberación de la GnRH (Bravo et al., 1994).

Las llamas y las alpacas ovulan solo después de la cópula o después de la administración de hormonas con actividad de la hormona luteinizante (LH). Se pensaba que el estímulo mecánico de la cópula (intromisión del pene, la pisada y juntada de las piernas del macho en la parte posterior y laterales de la hembra, y los sonidos del zumbido gutural emitidos por el macho) era el responsable de la inducción de la ovulación. Los estudios recientes han documentado que una proteína en el plasma seminal, conocido como factor

inductor de la ovulación (OIF), es la responsable de provocar la ovulación (Adams et al., 2005).

Así mismo, se ha encontrado una nueva hormona, GnRH II, un neuropéptido que actúa como regulador permisivo del comportamiento reproductivo de la hembra basada en el estado energético, así como un modificador de la ingesta alimentaria a corto plazo (Kauffman, 2004), la cual juega un papel crítico en organizar la coordinación de la reproducción con la disponibilidad de nutrientes (Schneider y Rissman, 2008).

2.2. Fertilidad.

La mortalidad embrionaria durante la pre implantación es el factor clave en la baja fertilidad del ganado vacuno, con un 40% de las pérdidas totales de embriones que ocurre entre los días 8 y 17 de gestación (Thatcher et al., 2001).

Esta etapa de pérdida embrionaria coincide con los efectos inhibitorios del interferón- τ producido por las células del trofo-ectodermo de los embriones, sobre la liberación de la prostaglandina del útero (Flint, 1995). Esto sugiere que una proporción de embriones son incapaces de inhibir la liberación de la prostaglandina-F2a, conduciendo a la regresión del cuerpo lúteo, la reducción en la producción de progesterona y la finalización de la gestación (Flint, 1995; Thatcher et al., 2001).

2.3. Etapa Reproductiva.

No se conoce los cambios fisiológicos, metabólicos y hormonales en la etapa reproductiva de la alpaca antes y después del parto, sin embargo, pueden asumirse similares a los de otros rumiantes, con un menor consumo de alimentos y una mayor demanda de energía, para lo cual movilizan sus reservas corporales, lo cual produce cambios metabólicos y endocrinos que pueden afectar la fertilidad (Veerkamp et al., 2003).

El manejo reproductivo de la etapa de transición de la alpaca implica un conjunto de factores estresantes, dado que la fertilidad posparto en los camélidos es un aspecto importante debido a su largo período de gestación (Bravo et al., 1994). Los estudios en vacas lecheras indican que el período de transición se caracteriza por una deficiencia de glucosa y movilización de la grasa corporal en forma de ácidos grasos no esterificados (NEFA) y cuerpos cetónicos que conducen al balance energético negativo (BEN), siendo el ovocito la estructura que más sufre los cambios por esa deficiencia (Butler et al., 2006). La deficiencia de glucosa pone en peligro la competencia de desarrollo del ovocito, reduce la escisión y el desarrollo del embrión a blastocisto (Leroy et al., 2006), poniendo en peligro la salud y el rendimiento de las crías (Leroy et al., 2011).

El incremento de las concentraciones de NEFA ocasiona cambios en el microambiente del folículo ovárico, con efectos negativos y perjudiciales sobre el ovocito, la granulosa y las células inmunológicas (Bisinotto et al., 2012). Además, la exposición de los ovocitos a elevadas concentraciones de NEFA durante la maduración afecta la expresión genética y el fenotipo de los subsecuentes embriones (Van Hoeck et al., 2013). Los estudios en vacas lecheras han demostrado que la actividad ovárica depende del balance de energía. El balance energético negativo (BEN) influye en la ovulación del folículo dominante, suprime la secreción pulsátil de LH, disminuye la respuesta ovárica al estímulo LH, disminuye la secreción de estradiol por el folículo dominante, incrementa las concentraciones plasmáticas de NEFA y BHBA y que ambos están asociados con la baja fertilidad (Garnsworthy et al., 2008b).

También se ha observado que en vacas lecheras de alta producción han identificado que la transición (periparto) es el periodo de inflexión del ciclo reproductivo que comprende el tránsito entre el final de la gestación y el inicio

de la lactación (21 días antes y 21 días después del parto), la etapa más importante y difícil del ciclo de lactación debido a que en esta etapa ocurren cambios fisiológicos, metabólicos y nutricionales que definen la futura vida productiva y reproductiva de la vaca (Bell, 1995; Grummer, 1995; Drackley, 1999). Antes del parto las demandas nutricionales del útero el feto aumentan exponencialmente, mientras que el consumo de alimento disminuye por los cambios endocrinos que inducen el parto, el parto mismo y otros factores que influyen en el consumo (Ingvarsten y Andersen, 2000). Después del parto, el aumento de las necesidades de nutrientes para la síntesis de la leche superan a los aumentos en el consumo mientras que la hipertrofia de los tejidos viscerales aumenta las demandas de nutrientes (Bell, 1995).

Entonces ofreciendo a los animales fuentes de carbohidratos no fibrosos para promover la fermentación propiónica y la gluconeogénesis, a fin de abastecer las demandas de glucosa y minimizar la movilización de NEFA durante el período de transición, en aplicación del manejo nutricional de uso en la alimentación de vacas lecheras en transición (Studeret al., 1993; Overton y Waldron, 2004).

a) Balance energético negativo (BEN)

Después del parto, ocurre un rápido incremento de los requerimientos energéticos para atender las funciones productivas, resultando en balance energético negativo (BEN), el cual está asociado con la longitud del período anovulatorio posparto a través de la atenuación de la frecuencia de pulso LH y los bajos niveles de glucosa sanguínea, insulina y IGF-I que colectivamente limitan la producción de estrógenos por el folículo dominante (Butler, 2003).

b) Implicancias del BEN en la reproducción

El BEN es una condición que afecta el rendimiento reproductivo a través de ciertos mecanismos biológicos, tales como las modificaciones de las hormonas metabólicas reguladas por el eje hipotálamo-hipofisario (LH, FSH, GH, insulina, leptina, IGF-1, estrógeno y progesterona), la interacción entre los metabolitos y la actividad ovárica (glucosa, NEFA, BHB), la relación entre la funcionalidad uterina y la respuesta inmune durante el período de la gestación y transición, siendo el ovocito la estructura que más sufre debido a los cambios en los requerimientos energéticos del cuerpo (Butler et al., 2006).

Varios estudios han demostrado que el alto valor genético negativo balance energético, la movilización de la grasa corporal y baja plasma insulina están asociados con retraso a la primera post ovulación parto y una reducción de las tasas de embarazo (Garnsworthy y Webb, 1999; Butler, 2003; Pryce et al., 2004; Butler, 2005; Garnsworthy, 2007). Butler (2005) llegó a la conclusión de varios estudios que la concepción tasa disminuye en un 10 % por cada 0,5 unidades pérdida BCS. Está claro, por lo tanto, que la reducción de la extensión y duración de negativo balance de energía y la pérdida de BCS deben ser beneficiosas para la fertilidad.

2.4. Folículo y ovocito.

El ovocito no utiliza directamente la glucosa como fuente de energía; sin embargo, esta tiene que estar disponible para las células del cúmulo a fin de que puedan proporcionar el piruvato y lactato, los substratos preferidos del ovocito para la producción de ATP (Ceticaet al., 2002). Mientras el ovocito en crecimiento metaboliza preferentemente piruvato mientras que el compartimento somático del folículo ovárico metaboliza glucosa. El abastecimiento del piruvato está a cargo de las células del cúmulo, por

consiguiente, la glucosa es esencial para el metabolismo energético del ovocito en crecimiento y el folículo en desarrollo (Collado-Fernandez et al., 2012).

Debido a que el folículo en crecimiento contiene un ovocito en maduración rodeado por un ambiente dual conformado por el cúmulo oóforo y el líquido folicular. El cúmulo oóforo es un grupo celular del folículo que rodea al ovocito, coordina el desarrollo folicular y la maduración del ovocito, a través de la estimulación del transporte de aminoácidos y la biosíntesis de esterol y la regulación de la transcripción de genes del ovocito, proporciona substratos energéticos para la reanudación meiótica del ovocito y promueve la glicolisis y protege al ovocito del daño oxidativo que ejerce las especies reactivas del oxígeno (ROS) (Matos et al., 2009). El líquido folicular por su parte contiene una mezcla compleja de hormonas esteroideas y varios péptidos (Angelucci et al., 2006) y se piensa que alguno de estos, o su ausencia, provee las señales necesarias para el desarrollo y fertilización apropiada del ovocito.

El líquido folicular es derivado de la sangre que se origina de los capilares en las células de la teca mediante presión osmótica (Rodgers y Irving, 2010). La producción de hialuronan y proteoglicano por las células de la granulosa crea un gradiente osmótico, que rodea el líquido desde la vasculaturatecal a través del intersticiotecal, la lámina basal folicular y las células de la granulosa mural (Rodgers y Irving, 2010). Conforme el líquido se acumula en el antro, este baña las células del cúmulo y el ovocito. Los cambios en la provisión de nutrientes que conduce a hipo o hiperglucemia puede influenciar el metabolismo lípido y alterar la composición del líquido folicular, el cual puede conducir a efectos negativos de largo plazo sobre los ovocitos por alteración de la maduración nuclear (Jungheim y Moley, 2010; Sutton-McDowall et al., 2010).

La falla de la ovulación ocurre en el 5 a 10 % de las hembras con folículos maduros y la incidencia de la ovulación espontánea es 4 a 8% (Adams et al.,

1990). Un ovocito debe tener la suficiente capacidad para superar las etapas de cigoto, embrión, pre implantación y la implantación. La capacidad del ovocito para superar esas etapas se denomina competencia para el desarrollo y constituye una medida intrínseca de la calidad del mismo. La secreción de los factores paracrinicos contribuye de sobremanera en la capacidad del ovocito para el desarrollo (Hussein et al., 2006). Por eso la calidad del ovocito es un factor limitante clave en la fertilidad de la hembra. El microambiente folicular y las señales maternas, mediadas principalmente mediante las células de la granulosa (GCs) y las células del cúmulo (CCs), son responsables para el crecimiento del ovocito, desarrollo y la adquisición gradual de la competencia del desarrollo del ovocito. Sin embargo, la comunicación de GC/CC y el ovocito es bidireccional con el ovocito que secreta poderosos factores de crecimiento que actúan localmente para dirigir la diferenciación y función de CCs. Dos importantes factores secretados por el ovocito (OSFs) son el factor 9 de crecimiento y diferenciación y la proteína ósea morfogénica 15, los cuales activan las rutas de señalización en CCs para regular los genes claves y procesos celulares claves requeridos para la diferenciación de CC y para CCs mantiene su fenotipo distinto CC, entonces los ovocitos parecen controlar estrictamente sus células somáticas vecinas, dirigiéndolos a desempeñar las funciones requeridas para el adecuado desarrollo de los ovocitos. Este bucle regulatorio ovocito-CC y la capacidad de los ovocitos para regular su propio microambiente por OSF pueden constituir elementos importantes de la calidad de los ovocitos. Esta nueva perspectiva sobre las interacciones entre el ovocito y CC es mejorar nuestro conocimiento de los procesos que regulan la calidad del ovocito (Gilchrist et al., 2008).

Entonces las elevadas concentraciones de ácidos grasos no esterificados (NEFA) están asociadas con el balance energético negativo. El incremento de

las concentraciones de NEFA ocasiona cambios en el microambiente del folículo ovárico, lo cual puede comprometer la competencia del ovocito. La exposición de los ovocitos a elevadas concentraciones de NEFA durante la maduración afecta la expresión genética y el fenotipo de los subsecuentes embriones, comprometiendo seriamente, provocando particularmente una alteración del metabolismo oxidativo. Se piensa que esos cambios en el embrión son la consecuencia de la modificación del metabolismo energético en el ovocito. Se ha encontrado que la expresión de los genes relacionados al mantenimiento de REDOX fue modificada en los ovocitos expuestos a NEFA, las células del cúmulo y los blastocistos resultantes. Además, la expresión de los genes relacionados a la síntesis de ácidos grasos en los embriones que desarrollaron a partir de los ovocitos expuestos a NEFA fue regulada. A partir de una perspectiva funcional, la inhibición de la β -oxidación de los ácidos grasos en la maduración de los ovocitos expuestos a elevadas concentraciones de NEFA restauró el desarrollo de la competencia, muestran que el grado de β -oxidación mitocondrial de los ácidos grasos tiene un impacto decisivo en el desarrollo de los ovocitos expuestos a NEFA. Por otra parte, los datos de la expresión genética sugieren que los embriones resultantes se adaptan mediante la alteración de las estrategias metabólicas, lo que podría explicar el metabolismo energético aberrante observado previamente en estos embriones procedentes de ovocitos en maduración expuestos a NEFA (Van Hoeck et al., 2013).

a) Energía y respuesta ovárica

La nutrición es el factor ambiental clave en el inicio de la actividad ovárica en las hembras jóvenes. Como regla empírica, las hembras deben alcanzar el 65% de su peso adulto para garantizar una alta probabilidad de concepción, evitando al mismo tiempo el retraso del crecimiento y las dificultades del parto

(Smith et al., 1994; Johnson 1989). En el Perú, las alpacas que pesan al menos 35 kg a los 12 meses de edad se consideran aptos para la reproducción (Bustinza, 2001). En Australia, se alcanza 40 kg fácilmente a los 12 meses. Una buena nutrición después del destete, junto con el seguimiento del peso vivo y la condición corporal son esenciales para el éxito continuo de la reproducción, y que las receptoras en pobre condición corporal tienen menores tasas de éxito (Vaughan et al., 2013).

El estado energético del animal en el período seco se manifiesta poderosamente en la actividad ovárica posparto. Las vacas en balance energético positivo durante el período seco se hacen ovulatorias en el posparto mientras que las vacas en balance energético negativo se hacen anovulatorias (Castro et al., 2012). La glucosa es crítica para la adecuada maduración del ovocito, afecta la expansión del cúmulo, la maduración nuclear, la escisión y el subsecuente desarrollo del blastocisto. De hecho, las concentraciones de glucosa compatibles con los observados en las vacas que sufren de cetosis clínica (1,4 mM) reducen la escisión y la proporción de embriones en desarrollo a blastocistos (Leroy et al., 2006).

Al ser bien equilibrado y un metabolismo oportuno de los ovocitos y la expresión de genes son fundamentales para salvaguardar un desarrollo óptimo de los ovocitos. En esa perspectiva, los parámetros metabólicos y transcriptómicos del ovocito pueden servir para predecir las tasas de éxito reproductivo. Por último, existe una creciente evidencia de que las condiciones adversas para el crecimiento y la maduración de los ovocitos también pueden poner en peligro la salud y el rendimiento de las crías (Leroy et al., 2011).

b) Energía y desarrollo folicular

En el plano alto de la nutrición se manifestó con una mejor respuesta ovárica, siendo mayor la fase de crecimiento del folículo dominante, el diámetro del

fóliculo dominante y el intervalo de las interondas foliculares, mientras que el plano bajo de nutrición suprime el crecimiento del fólculo dominante, con un intervalo más corto de las interondas del fólculo dominante (Cervantes et al., 2009). Al respecto, un estudio de investigó el efecto de la nutrición sobre la dinámica folicular en llamas y alpacas alimentadas con pastos naturales. Los animales en nivel nutricional alto mostraron una mayor fase de crecimiento y diámetro del fólculo dominante y un mayor intervalo de las interondas foliculares, mientras que los animales con nivel nutricional bajo mostraron supresión del crecimiento del fólculo dominante y menor intervalo de las interondas del fólculo dominante (Cervantes et al., 2009). Otro estudio investigó el efecto de la suplementación energética a base de maíz molido en alpacas hembras en etapa reproductiva bajo empadre controlado. Al examen ultrasonográfico, las alpacas con suplementación energética mostraron 90% de fertilidad al primer servicio, evidenciando el efecto positivo de la nutrición sobre la reproducción en los camélidos (Llacsá, 2012). Lo cual evidencia de que esta estrategia nutricional podría ser útil para el incremento del rendimiento reproductivo en los camélidos sudamericanos sobre todo en las alpacas.

2.5. Determinación de la Preñez y Fertilidad.

La gestación en llamas y alpacas se puede diagnosticar por una variedad de métodos, desde la clásica prueba de la conducta sexual, palpación rectal, prueba de la progesterona, hasta el examen ecográfico del útero y su contenido. Estas mismas pruebas nos permiten determinar la fertilidad en los camélidos sudamericanos domésticos. Algunos de estos métodos son menos exactos que otros, por lo que se requiere una combinación de los métodos para determinar con mayor precisión.

a) Conducta sexual:

El rechazo al macho es el método más útil y una de las maneras más rápidas y fáciles de determinar la preñez en condiciones prácticas de campo. Se basa en la observación de la conducta de la hembra frente a la presencia del macho (Bustinza, 2001), después del servicio, la prueba se puede hacer a los 7 días después del servicio para establecer si la ovulación se produjo tras el apareamiento, con una repetición a los quince días de la prueba (el CL debe haber regresionado si no se produjo la concepción), 21 o 30 días. Una hembra con cuerpo lúteo rechaza al macho, huye, ataca, cocea o escupe. A pesar de que no todas las hembras que rechazan al macho están necesariamente preñadas, sin embargo, la prueba es bastante útil, especialmente en alpacas con experiencia donde la preñez se puede conocer a los 4 días del servicio. Las primerizas ofrecen mayor dificultad debido a que no han tenido experiencia antes y pueden echarse, incluso si están preñadas (Solís, 2006).

Si el servicio es exitoso, el embrión alcanza el útero el día 6 después de la ovulación y el reconocimiento materno ocurre a los 10 días después de la ovulación (Picha et al., 2013), y la implantación a los 20 días después de la cópula (Olivera et al., 2003). El periodo de la gestación es de 345 días (Novoa, 1970). A pesar de que la mayoría de las pérdidas embrionarias ocurre en los primeros 60 días de gestación, existe aún una posibilidad del 5% de pérdida fetal después de esta etapa.

b) Ecografía (ultrasonografía)

La ecografía es el más fiable de los métodos de diagnóstico de la preñez. El diagnóstico precoz y exacto de la gestación es importante para un manejo efectivo de 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 pos servicio (Bustinza, 2001). El ultrasonido transabdominal permite el diagnóstico de preñez a partir del día 35.

Un ultrasonido visual puede devolver un falso negativo (You, et al. 2013), evaluaron la utilidad de la ultrasonografía transrectal para el diagnóstico precoz de la gestación de alpacas en tiempo real en varias etapas de preñez. Los signos de preñez (pequeñas vesículas llenas de líquido) se detectaron a los 7 días después del servicio en una pequeña proporción de animales, mientras que el diagnóstico exacto (preñada o vacía) del 100% de gestación se logró a los 17-20 días post servicio. La precisión a los 7-10, 12-15, 17-20, 30-40 y 50-60 días post servicio fue de 72, 80, 100, 100, 100 y 100%, respectivamente. Los resultados indican que la ultrasonografía transrectal es una técnica confiable para el diagnóstico precoz de gestación a los 17-20 post servicio y puede constituir una herramienta útil para el incremento de la eficiencia del rendimiento reproductivo en alpacas.

Algunos sugieren la ecografía transvaginal como un método no invasivo, bien tolerado y repetible, que ofrece alta calidad de imagen, precocidad y confiabilidad del diagnóstico de la preñez (Catone et al., 2004).

c) Palpación rectal

La palpación rectal se puede hacer desde 35 hasta 40 días pero es más confiable en unos 45 días. Después de 90 días el útero se extenderá más allá del borde de la pelvis, haciendomás difícil la evaluación de la preñez por palpación. La palpación rectal es la más precisa después de los 45 días después del apareamiento, aunque algunas gestaciones se pueden percibir a los 30 días (Bourke, 1998). Esto sólo debe ser realizado por los veterinarios

capacitados que puedan palpar los cambios en el tamaño, forma y turgencia del útero (Gauna et al., 2000). Las manos que se ajustan en los guantes de cirugía de tamaño 7 o menos son adecuadas para la palpación rectal (Bravo et al., 1996).

d) Balotaje

El diagnóstico de preñez se puede hacer por palpación externa (balotaje) a los 8 meses de gestación (Sumar, 1996). Se presiona sobre la parte ventral de la cavidad abdominal recorriendo las manos como buscando feto (Bustinza, 2001). Sin embargo, es de poco uso para las decisiones de reproducción, por el estado tardío de detección.

e) Prueba sanguínea

La prueba se utiliza para determinar la presencia de progesterona (P_4), elevadas concentraciones indican la presencia de un cuerpo lúteo activo (Bustinza, 2001), siendo uno de los tipos más precisos de las pruebas de gestación. La prueba utiliza el suero sanguíneo, es más costosa, invasiva y requiere mucho tiempo con relación a los otros métodos. Una prueba positiva de progesterona indica la presencia de un cuerpo lúteo (CL), lo cual puede sugerir gestación, pero puede ser también un caso de CL persistente (Riveros et al., 2009). La prueba debe ser interpretada con cuidado.

Si la progesterona está por encima de 2 ng/ml, indicará que el CL está funcionando y probablemente el animal esté gestando (Bourke, 1998). Las concentraciones de progesterona se pueden detectar a los 4 días después del servicio y se mantienen por encima de 2 ng/ml durante la gestación (Aba et al., 1995). En la mitad de la gestación algunas hembras tienen menos de 1 ng/ml de progesterona (Bravo et al., 1996). Los niveles más altos de progesterona en

el plasma de alpacas ocurren a los 7 a 8 días después de la inducción de la ovulación (Ratto et al., 2006; Trasorras et al., 2010).

Como se puede notar, ninguna prueba diagnóstica de preñez es 100% confiable. Una prueba positiva solo evidencia que la alpaca está preñada en el momento de la prueba; sin embargo, no garantiza el nacimiento de la cría, dado que ocurre muerte embrionaria temprana por diferentes causas (Fernandez-Baca et al., 1970a; Bravo et al., 2010), en alpacas más que en otras especies domésticas donde al parecer la fertilización está entre 90 y 100% (Diskin y Morris, 2008).

Por consiguiente, el uso del macho y la conducta sexual de la hembra (Sumar, 1996), puede ser el método de elección para la detección de hembras gestantes y no gestantes, puesto que los estudios han evidenciado resultados similares con la ultrasonografía en el diagnóstico precoz de gestación en llamas y alpacas (Alarcón et al., 1990).

En un trabajo de investigación se comparó la exactitud de tres métodos de diagnóstico de preñez: ecografía, palpación rectal y comportamiento estral, utilizando machos. Los mismos animales se utilizaron para probar los tres métodos. Usando machos con alpacas 84 y 88% diagnósticos precisos fueron obtenidos en el día 70 y 125 días de preñez, respectivamente. Con llamas, 85 y 95% de precisión se obtuvo a 75 y 125 días de preñez, respectivamente. Utilizando el método de ultrasonidos, la precisión del diagnóstico de embarazo fue 92 y 100% en 80 y 75 días de gestación en alpacas y llamas, respectivamente.

Esta tasa de exactitud cayó a 60% como la etapa del embarazo avanzado en ambas especies. Cuando se realizó la palpación por el recto, el 100% de los embarazos fueron diagnosticados con precisión. En alpacas, palpación fue estadísticamente más precisa ($P < 0,05$) que los métodos de ultrasonido y el

comportamiento estral, que no pudieron ser diferentes estadísticamente. En llamas, no se encontraron diferencias entre los tres métodos. No se encontraron diferencias estadísticas ($P > 0.05$) entre las especies animales en cualquiera de los métodos ensayados (Alarcón et al., 1990).

2.6. condición Corporal.

Se define como condición corporal un tipo de medida para estimar la cantidad de tejido graso subcutáneo de ciertos puntos anatómicos, o como la pérdida de masa muscular, siendo un indicador del estado nutricional de la vaca, otros autores define la condición corporal como un método subjetivo para evaluar las reservas energéticas (Edmonson et al., 1989). El estado nutricional en camélidos se realiza por palpación debido a la presencia de fibra, se palpa la región pre-esternal, región lumbar, región costal, región de la tuberosidad coxal e isquiática (Pérez, 2003).

a) Conformación corporal y respuesta ovárica

Pero se sabe que existe una fuerte asociación entre la nutrición y la reproducción. La asociación se da principalmente a través del balance de energía. La nutrición tiene un impacto significativo sobre las tantas funciones reproductivas, las mismas que incluyen la producción de hormonas, el desarrollo folicular, la fertilización y el desarrollo inicial del embrión (Boland et al., 2001). Los factores metabólicos y ambientales regulan la función reproductiva, lo cual asegura que la reproducción proceda solo cuando las condiciones metabólicas y ambientales sean favorables (Oakley et al., 2009).

2.7. Producción de Leche.

Se sabe que el inicio de la lactación posparto se asocia con un período prolongado de balance energético negativo (BEN) durante el cual la ingesta de

energía va a la zaga de los requerimientos de energía del rápido incremento de la producción de leche (Butler, 2012).

Las principales adaptaciones homeoréticas del metabolismo en el inicio de la lactación es la concurrencia del incremento de la gluconeogénesis hepática (Reynolds et al., 2003) y la disminución de la oxidación de la glucosa por los tejidos periféricos (Bennink et al., 1972) a fin de direccionar la glucosa hacia la glándula mamaria para la síntesis de lactosa, y la movilización de las reservas de grasa corporal para reunir los requerimientos energéticos de la vaca durante el período de balance energético negativo.

Por tal motivo se consideran tres estrategias básicas que permiten reducir en la medida y la duración de balance energético negativo y la pérdida de BCS al inicio de la lactancia. La primera estrategia es reducir BCS al parto por lo que el consumo de energía no está limitada por la retroalimentación negativa efecto de BCS, un estudio reciente mostraron que las vacas de alto valor genético mantener una condición corporal de los 2,5 largo de la lactancia (Yan et al , 2006).

La segunda estrategia consiste en alimentar con dietas bajas en proteínas que reducen movilización de la grasa del cuerpo (Garnsworthy y Jones, 1987; Westwood et al., 2001; Schei et al., 2005). La tercera y la más común es aumentar la concentración de energía en la dieta mediante el aumento de los componentes del almidón o la grasa de la dieta a expensas de los componentes del forraje. Tales cambios en carbohidratos tiene implicancias para la función del rumen, la leche composición, la partición de nutrientes y hormonas metabólicas, particularmente la insulina (Sutton, 1989; Sutton et al., 2003; Reynolds, 2006).

2.8. Requerimiento Energético.

El pastoreo implica un mayor gasto energético para los animales, por consiguiente, requiere de suplementación con alguna fuente de energía para lograr su potencial genético para la producción de leche y reducir la movilización de las reservas corporales al inicio de la lactación (Fulkerson et al., 2008).

La nutrición se vincula con la reproducción, principalmente a través del balance de energía (Boland et al., 2001). Aparte del efecto de los nutrientes específicos que actúan independientemente del tal balance de energía (Lucy, 2003).

Por lo tanto el requerimiento energético de la alpaca, debe atender el crecimiento fetal, la producción de leche y las altas demandas de la actividad ovárica, dado que el tránsito de la gestación, parto y reproducción ocurre en un período relativamente corto, lo cual dependerá del estado nutricional y la lactancia (Skidmore, 2011).

Después del parto, ocurre un rápido incremento de los requerimientos energéticos para atender las funciones productivas, resultado un balance energético negativo, el cual está asociado con la longitud del periodo anovulatorio posparto a través de la atenuación de la frecuencia del pulso LH y los bajos niveles de glucosa sanguínea, insulina y IGF-I que colectivamente limitan la producción de estrógenos por el folículo dominante (Butler, 2003). La concentración intrafolicular de glucosa disminuye alrededor del parto (Leroy et al., 2004).

Los estudios han mostrado que el alto mérito genético, el balance energético negativo, la movilización de la grasa corporal y el bajo nivel de insulina plasmática están asociados con la pérdida de la primera ovulación posparto y las reducidas tasas de gestación (Garnsworthy et al., 2008a).

Asumiendo la subalimentación como equivalente al ayuno o restricción de alimento, un estudio comparativo investigó los cambios bioquímicos durante el ayuno o la restricción de alimento en el camello, llama, ovino y vacuno. A pesar del ayuno, los camélidos mantuvieron bajos niveles de β -hidroxibutirato (BHB) y altos niveles de glucosa, aun un aumento de ácidos grasos no esterificados (NEFA). (Leroy et al., 2006). En cambio, el ovino y el vacuno mostraron menos glucosa, un aumento de BHB y aumento mucho más alto de NEFA que los camélidos. La llama mostró ligero aumento de BHB pero NEFA fue menor que las otras tres especies. Los resultados indican que los camélidos tienen una capacidad única para controlar la actividad lipolítica y gluconeogénica para prevenir o posponer el estado de cetosis (Wensvoort et al., 2001). Los camélidos tienen mayores niveles de glucosa sanguínea con relación al ovino o vacuno, debido a una ligera resistencia a la insulina o una incapacidad de cambiar su metabolismo de las grasas a los carbohidratos (Cebra et al., 2001), con variaciones de 136 mg/dL en la época seca y 183 mg/dL en la época de lluvias (Siguas et al., 2007).

Como se puede apreciar, la nutrición y el metabolismo juegan roles importante en la reproducción, donde el balance energético negativo compromete las funciones inmunológicas y reproductivas. Las bajas concentraciones de glucosa e insulina circulante se asocian con las altas concentraciones de ácidos grasos no esterificados y cuerpos cetónicos, con efectos negativos y perjudiciales sobre el ovocito, la granulosa y las células inmunológicas. El balance energético negativo está asociado con los cambios en el patrón de crecimiento del folículo ovárico lo cual puede afectar indirectamente la calidad del ovocito (Bisinotto et al., 2012).

El balance de energía se mide normalmente como el ingreso de energía en el alimento consumido, menos el gasto de energía en el mantenimiento, la

producción de leche, la actividad, el crecimiento y la gestación (Thorup et al., 2012). Para mantener constante las reservas de energía corporal, en los mamíferos, ocurre una serie de eventos homeostáticos que conducen a mantener el balance de energía son activos cuando ocurre un estado de carencia o abundancia de energía.

Esta íntima asociación se debe a que los procesos reproductivos son energéticamente costosos y el cerebro debe moderar la fertilidad de los individuos para que coincida con la disponibilidad nutricional (Scaramuzzi et al., 2006). La función reproductiva en los mamíferos se inhibe cuando la disponibilidad de energía es baja o la demanda de energía es alta, de manera que no se da cobertura a la demanda (Schneider, 2004), sobre todo en las hembras cuya gestación y lactación se vinculan a considerables gastos energéticos, necesarios para el sostenimiento del embrión y la cría. El desbalance nutricional puede alterar seriamente la reproducción, amenazando inclusive la vida de la madre y la cría.

Podemos solucionar estos déficit ofreciendo a los animales fuentes de carbohidratos no fibrosos para promover la fermentación propiónica y la gluconeogénesis, a fin de abastecer las demandas de glucosa y minimizar la movilización de NEFA durante el período de transición, en aplicación del manejo nutricional de uso en la alimentación de vacas lecheras en transición (Studer et al., 1993; Overton y Waldron, 2004).

2.9. Preñez en Alpacas.

Los resultados muestran que el número de alpacas preñadas producto de la transferencia de embriones al utilizar la hormona eCG y FSH en forma general fue: 15(27.8%) y 16(40%) respectivamente $P > 0.05$, al evaluar la fertilidad a los 21 días post transferencia de embriones se obtuvo 37.5% para las alpacas

receptoras que han sido transferido 01 embrión; sin embargo cuando se transfiere 02 embriones este porcentaje alcanza el 60%. (Huanca et al, 2014).

Las experiencias sobre IA (inseminación artificial) reportan una tasa de preñez del 73 % a la IA con semen fresco depositado en los cuernos uterinos, así como un 67 % de preñez a la IA por laparoscopia (Bravo et al., 1997), bajo condiciones experimentales. A nivel de criadores 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 (Apaza et al., 2001) y recientemente tasas de preñez entre 43% al 52 % en alpacas inseminadas a nivel de comunidades en Puno (Huanca, 2012).

2.10. Natalidad en Alpacas.

En un nivel tecnológico medio, la crianza de alpacas, los porcentajes de natalidad oscilan de un 50 a 60%, en un nivel tecnológico alto, de un 70 a 80% (Solís, 2006).

2.11. Peso Vivo al Nacimiento Crías de Alpacas.

La cría alpaca nace en un estado avanzado de madurez y puede pesar de 4 a 10 kg. Este peso al nacer está influenciado por factores genéticos, edad y tamaño de la madre, grado de madurez de la cría, y el estado nutricional de la madre. Las crías más pesadas (9 kg) nacen de madres de 8 a 9 años de edad. Madres de 3 a 7 años de edad tienen crías de 7 a 8 kg. (Bravo, 2014), pero menor al rango de pesos de Chile 6.6-7.7Kg (Raggi et al., 1997).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. MEDIO EXPERIMENTAL.

3.1.1. Ubicación.

El trabajo de investigación se realizó en el fundo Quiorpatilla, ubicado entre 3980 m.s.n.m. a 4200m.s.n.m (determinado con GPS modelo map76CS), cuenta con una extensión de 569 hectáreas, en los distritos de Ácora y Pichacani, de la provincia y región de Puno, limitando por el norte con Imata; por el sur con Coymini; por el este, Ccayrumas– Acora y por el oeste con K'renk're.

En el cuadro 1 se muestran los parámetros mensuales de temperaturas y humedad que fluctuaron en la zona de ejecución durante el año de experimentación.

Cuadro 1: Promedios mensuales de temperatura (°C) y humedad (%).

| Meses | Promedio mensual | | |
|-----------|--------------------------|--------------------------|-----------------------|
| | Temperatura máxima en C° | Temperatura mínima en C° | Humedad relativa en % |
| Enero | 15.7 | 3.3 | 81 |
| Febrero | 16.6 | 2.7 | 78 |
| Marzo | 17.3 | 0.5 | 79 |
| Abril | 17.3 | -2.0 | 77 |
| Mayo | 17.2 | -5.9 | 66 |
| Junio | 17.7 | -8.6 | 65 |
| Julio | 16.1 | -8.5 | 56 |
| Agosto | 16.3 | -5.2 | 54 |
| Setiembre | 16.1 | -0.1 | 60 |
| Octubre | 16.8 | -0.1 | 59 |
| Noviembre | 19.0 | 0.7 | 47 |
| Diciembre | 18.7 | 2.3 | 59 |

SENAMHI, Estación CO 116033 del 2014.

El fundo se encuentra en Puna Seca, siendo el tipo de vegetación de praderas andinas, que presentan una gran variedad de pastos naturales tales como

Festucadolichophylla(chilligua), *Calamagrostisspp.* *Festucaortophylla (iruichu)*, etc. se cultivan algunos forrajes como la cebada y avena para el tiempo de estiaje, pero esto no está destinado para la crianza de alpacas sino para los bovinos y ovinos. La calidad de tierras aptas para el pastoreo con el que cuenta en su mayoría es de segunda y tercera categoría, contando con un bajo porcentaje de primera categoría.

3.1.2. Instalaciones.

Para la elaboración del concentrado se utilizó la planta transformadora de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia ubicada dentro de la ciudad universitaria. Del fundo Quiorpatilla, se hizo uso de todas las instalaciones destinados para la crianza de las alpacas, tienen por cada cabaña, el almacén para guardar el concentrado y las canchas de pastoreo.

3.2. MATERIAL EXPERIMENTAL.

3.2.1. Alimentos y alimentación.

El concentrado estuvo conformado en una mezcla donde se utilizó alimentos como forrajes conservados: heno de avena, heno de alfalfa, sub productos: torta de soya, afrecho de cebada, algunos suplementos comerciales: mezcla mineral®, sal común y melaza, este concentrado fibroso para la suplementación energética estuvo sujeta y diseñada según los requerimientos diarios de energía y proteína cruda de las alpacas gestantes, lactantes y al pastoreo (Van Saun, 2006; NRC, 2007), para su mantenimiento, durante todo el año de estudio, (cuadro 2).

Cuadro 2: Requerimientos energéticos de alpacas en etapa reproductiva.

| Requerimiento | Modelo de Predicción del requerimiento | Valor calculado |
|------------------------|--|---------------------------------|
| Mantenimiento* | EM, Kcal/d = $1.00 \times 75.2 \text{ Kcal/W}_{\text{Kg}}^{0.75}$ | EM = 1519 Kcal/d |
| Ajuste por AF** | EM, Kcal/d = $0.25 \times 75.2 \text{ Kcal/W}_{\text{Kg}}^{0.75}$ PC, g/d = $3.5 \text{ g PC/W}_{\text{Kg}}^{0.75}$ | EM = 380 Kcal/d PC = 71 g/d |
| Gestación*** | EM, Kcal/d = $0.30 \times 75.2 \text{ Kcal/W}_{\text{Kg}}^{0.75}$ PC, g/d = $0.30 \times 3.5 \text{ g PC/W}_{\text{Kg}}^{0.75}$ | EM = 456 Kcal/d PC = 21 g/d |
| Totales | Energía Metabolizable Proteína Cruda | EM = 2355 kcal/d PC = 92 g/d |

*Mantenimiento en condición termoneutral (Roque y Echevarría, 2008).

** Ajuste por actividad física (AF): 25% del mantenimiento (Van Saun, 2006).

*** Requerimiento de gestación: 30% adicional al mantenimiento (NRC, 1989).

En el cuadro 3 se muestra los porcentajes de la cantidad de cada alimento que se usó y el valor nutricional de la mezcla que conforman el concentrado fibroso para la suplementación energética.

Cuadro 3: Concentrado fibroso para la suplementación energética de alpacas hembras.

| Alimentos | Mezcla % | Valor nutricional de la mezcla (en 100 % de materia seca) | |
|--------------------------|---------------|--|-------|
| Heno de avena | 69.00 | Energía Metabol, kcal/g. | 2.18 |
| Heno de alfalfa | 20.00 | Proteína Cruda, % mín. | 12.00 |
| Torta de soya | 5.00 | Calcio, % mín. | 0.70 |
| Afrecho de cebada | 5.00 | Fósforo, % mín. | 0.30 |
| Mezcla mineral comercial | 0.25 | Sodio, % mín. | 0.15 |
| Sal común | 0.25 | FDN, % mín. | 39.00 |
| Melaza de caña | 0.50 | | |
| Total | 100.00 | | |

Mezcla ajustada con el Mixit-2.

La relación de energía y proteína fue suministrada de manera constante, en consideración a que el requerimiento de proteína está en relación directa al requerimiento de energía, a fin de mantener la estabilidad de los metabolitos sanguíneos, tales como los ácidos grasos no esterificados (NEFA), α -

hidroxibutirato, nitrógeno ureico sanguíneo (BUN) y glucosa (Robinson et al., 2005; Pittroff et al., 2006).

3.2.2. Animales

El fundo tiene una crianza tradicional, crianza mixta o de comunidad, lo que incrementa la competitividad por el alimento, teniendo en ese entonces 26 bovinos, 30 ovinos y 204 camélidos sudamericanos (alpacas y llamas). El rebaño de alpacas, estuvo conformado por un total de 200 alpacas: 5 machos reproductores, 130 hembras en edad reproductiva (75 gestantes, 34 vacías durante un año, 21 viejas mayores de 10 años), 39 alpacas hembras mayores de 1 año de edad (ankutas) y 26 machos mayores de 1 año de edad (marachos).

De las doscientas alpacas, para la ejecución del proyecto, se utilizó un total de 60 alpacas en último tercio de gestación que tenían 1er, 2do y 3er a más partos, con similares pesos (37.82 ± 1.2 Kg) y condición corporal (2.31 ± 0.42). Los animales fueron distribuidos en dos grupos de tratamientos (con y sin suplementación), tal como se muestra en el cuadro 4.

Cuadro 4: Animales en experimentación según número de partos.

| Número de partos | Tratamientos Alpacas | | Total |
|-----------------------|----------------------|----------------|-----------|
| | con suplemento | sin suplemento | |
| 1 ^{ER} | 10 | 10 | 20 |
| 2 ^{DO} | 10 | 10 | 20 |
| 3 ^{ER} a mas | 10 | 10 | 20 |
| TOTAL | 30 | 30 | 60 |

T= (n=30) alpacas al pastoreo con suplementación energética a través de concentrado energético. T= (n=30) alpacas al pastoreo grupo testigo sin suplementación.

Para una mejor identificación y diferenciación se realizó un aretamiento a las alpacas de los dos tratamientos, los bloques se diferenciaron por el código en cada arete, con aretes de color anaranjado al grupo con suplementación energética y código C1, C2 y C3 seguido de un número del 1 al 10. De la

misma forma las alpacas sin suplementación fueron aretadas de color celeste con código T1, T2 y T3 y un número del 1 al 10, el aretamiento de cada grupo de animales se realizaba después del empadre, debido a la presencia de personal.

3.3. METODÓLOGIA

3.3.1. Elaboración del concentrado

Para la obtención del concentrado fibroso se realizó las siguientes fases:

- Adquisición de los alimentos: se compró forrajes en pacas aproximadamente pesaban entre de 18 a 22 kg., de heno de avena se compró 72 pacas y de heno de alfalfa 20 pacas. Los sub productos: torta de soya, afrecho de cebada, fueron sacos de 50 kg. Se compró dos sacos y medio de cada alimento. Los suplementos comerciales: mezcla mineral® se hizo la compra de 6 baldes de 1 kg, sal común a granel según la cantidad que se fuera a preparar de concentrado, se usó para todo el proyecto un aproximado de 6 kg. y melaza se utilizó un promedio de 12 litros durante toda la ejecución del proyecto.
- Elaboración de concentrado fibroso: se realizó en la planta transformadora-FMVZ. Los forrajes fueron picados en el Molino picador forrajero, a 12 mm. de tamaño de partícula, la mezcla se realizó en la maquina mezcladora con capacidad para 500 kg, el tiempo de mezcla fue de diez minutos. cabe mencionar que la preparación del total de concentrado que se utilizó durante la ejecución del proyecto fue por partes, para la elaboración se utilizó las proporciones que se mencionan en el cuadro 2. La melaza fue agregado solo al momento de suministrar el concentrado a los animales, esta fue disuelta con agua, para esto se respetó su proporción indicado en el cuadro 2.

- Traslado del concentrado: se usó dos tipos de medios de transporte, automóviles y animales de carga, el sitio de experimentación se encontraba a 3 horas con 15 minutos de viaje.

3.3.2. Instalaciones y equipos

Se realizó la construcción de un corral de aparto para alpacas (Kachi), para la etapa de acostumbramiento y suministro del alimento, la preparación e instalación de los comederos fue dentro del corral de aparto.

3.3.3. Selección de animales

La investigación se inició en época de parición y empadre, en donde las alpacas en último tercio de gestación, estaban ya separadas del resto del rebaño, la selección de las alpacas se realizó entre alpacas con 1, 2 y de 3 a más partos, se hizo el control del peso vivo y condición corporal antes del inicio del experimento, dichas actividades se realizaron en horas de la mañana, a partir de las 5:30 a.m. hasta las 7:00 a.m. aproximadamente (en ayunas), para este procedimiento se utilizó una balanza con capacidad de 100 kg. Luego se las dividió en 2 grupos, con y sin suplementación.

3.3.4. Acostumbramiento

En la primera fase de experimentación las alpacas que fueron seleccionadas para recibir el concentrado como suplemento energético, fueron sometidas a un periodo de acostumbramiento el cual tuvo una duración de 10 días. En los primeros 7 días, se les suministro heno de avena que tenían un tamaño de 10 a 15 cm, que fue cortado de forma manual, luego los 3 días restantes se les administro heno de avena de 2 a 3 cm de tamaño más el concentrado, duro 3 días, el acostumbramiento se realizó todas las mañanas, solo permanecían aproximadamente 2 horas en el corral de aparto (5 a 7 a.m.), esto con el

objetivo de no producir mucho estrés en las alpacas que todavía estaban preñadas.

3.3.5. Suministración del concentrado.

El suministro de concentrado fue a los 11 días del periodo experimental del inicio de la experimentación, unavez logrado la aceptación del concentrado por el grupo con suplementación energética, durante este proceso los animales solo estuvieron encerrados en el corral de aparto en un promedio de dos a dos horas y media durante todas las mañanas aproximada mente desde las 5:00 hasta 8:00a.m, las actividades y el tiempo se especifican en el cuadro 5.

Cuadro 5:Tiempo de suministración del suplemento energético

| DURACIÓN PROMEDIO | HORA APROXIMADA | ACTIVIDADES |
|-------------------|-----------------|--|
| 10 MIN. | 5:00 a 5:20 am. | Limpieza de los comederos. |
| 15 MIN | 5:25 a 5:45 am. | Selección y separación de los animales |
| 7 MIN | 5:45 a 5:55 am. | Preparación y medición del alimento |
| 5 MIN | 6:00 a 6:10 am | Distribución del concentrado |
| 90 MIN | 6:10 a 8:00 am. | Ingesta del concentrado. |

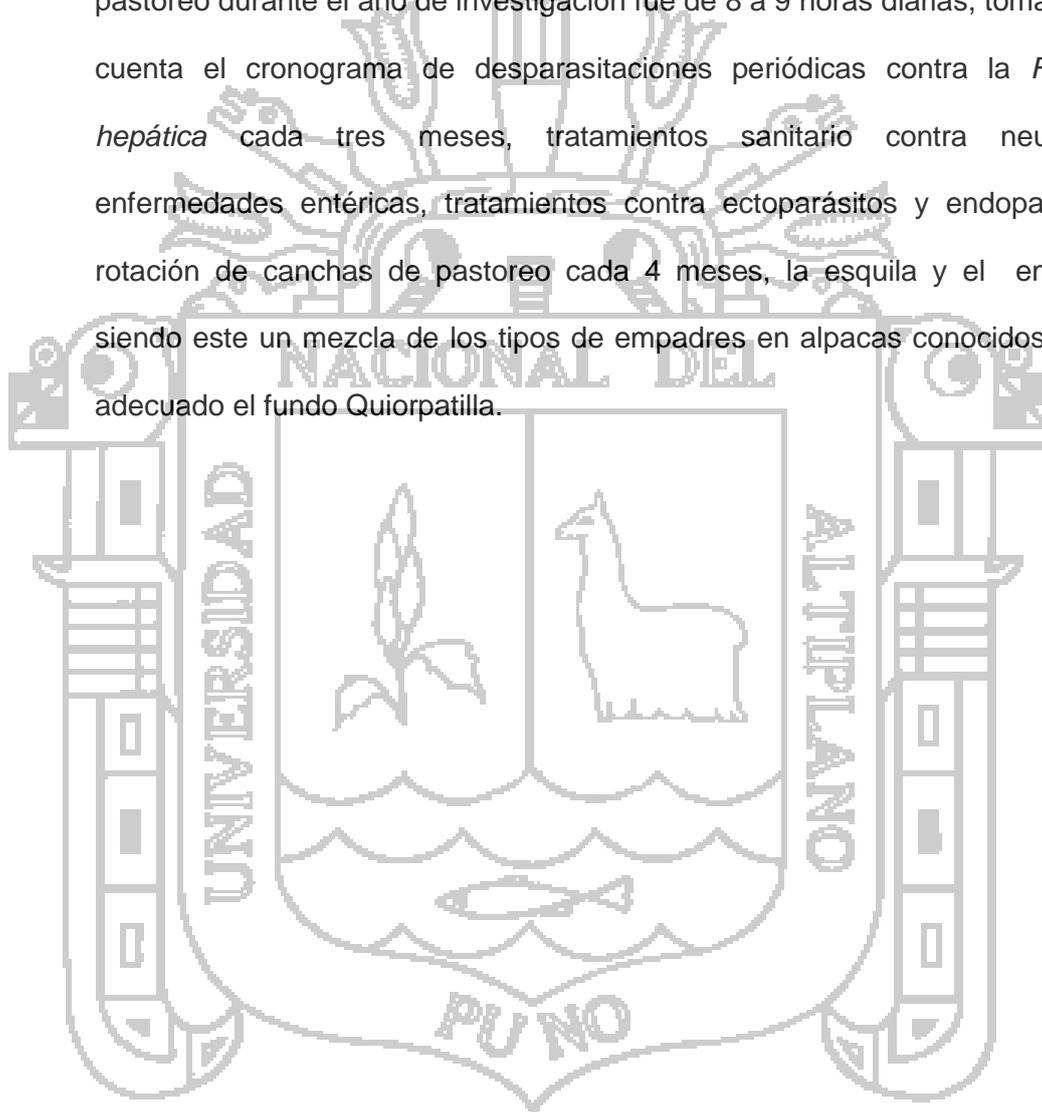
El consumo del concentrado fue de forma libre, por comedero se les ofrecía 500 gramos del concentrado, calculado para dos alpacas, cada alpaca consumía un promedio de 200 gr y 100 gr. perdidas (sobras y/o botado al suelo) del concentrado como suplemento diario.

3.3.6. Manejo

El manejo para los animales en observación era el mismo solo difirió en el consumo del concentrado, debe indicarse que 15 días antes del inicio del empadre, las alpacas del grupo con suplementación energético consumían de forma continua el concentrado fibroso al 100%, dos días antes del empadre se les suspendió el concentrado, y se les volvió a suministrar dos días después del empadre, esto se realizó debido a los reportes que ofrece la técnica del

flushing en ovinos (Hassoun y Bocquier, 2007), incrementa la tasa de ovulación como en cerdas pero en vacas disminuye la tasa de fertilidad.

Las alpacas con el tratamiento sin suplemento, tuvieron el manejo técnico propio del fundo, que consiste en un manejo tradicional, en donde la alimentación a pastoreo en *Mufa*, *Fedo*, *Iruichu*, *Clamagrostisspp.*, etc. El pastoreo durante el año de investigación fue de 8 a 9 horas diarias, tomando en cuenta el cronograma de desparasitaciones periódicas contra la *Fasciola hepática* cada tres meses, tratamientos sanitario contra neumonía, enfermedades entéricas, tratamientos contra ectoparásitos y endoparásitos, rotación de canchas de pastoreo cada 4 meses, la esquila y el empadre, siendo este un mezcla de los tipos de empadres en alpacas conocidos, que a adecuado el fundo Quiorpatilla.



3.4. TASA DE FERTILIDAD

Por motivos geográficos y socioeconómicos, durante la investigación, el diagnóstico de la fertilidad se determinó a través de la conducta sexual y la prueba de rechazo al macho por parte de la hembra como indicador probable de gestación (Raggi et al., 1996), considerando su utilidad práctica a los siete días post servicio.

La fertilidad se evaluó en los animales de experimentación con y sin suplementación energética, servida dentro de los 15 a 20 días post parto (Solís, 2006). La prueba consistió en el ingreso de hembras y machos al corral de empadre, después de 7 días de servicio (Picha et al., 2013). Las hembras que rechazaban a los machos, eran retiradas del corral de empadre, considerándolas fertilizadas o en inicio de gestación, las hembras que no mostraban resistencia o ningún tipo de rechazo hacia los machos, fueron consideradas en el grupo de no fértiles. Luego se determinó la tasa de fertilidad con la siguiente fórmula:

$$TF = \frac{\text{N}^{\circ} \text{ de alpacas fértiles}}{\text{N}^{\circ} \text{ de alpacas servidas}} \times 100\%$$

3.5. TASA DE NATALIDAD

Se determinó según las crías vivas obtenidas después del parto, en las alpacas con y sin suplementación. Durante el periodo de gestación se observó a ambos grupos para ver el mantenimiento de la gestación o la interrupción, donde se observó abortos en la época de frío y escasas de alimento, durante junio a julio del 2014, en alpacas sin suplementación energética. Se determinó la tasa de natalidad con la siguiente fórmula.

$$TN = \frac{\text{N}^{\circ} \text{ de crías nacidas}}{\text{N}^{\circ} \text{ de alpacas servidas}} \times 100\%$$

3.6. PESO DE CRÍAS AL NACIMIENTO

La época de parición de las alpacas en experimentación y observación se dio dentro de los meses de enero a febrero del 2015, el peso al nacimiento de las crías se obtuvo pesándolas después de diez a treinta minutos de nacidas, para disminuir la variabilidad. El parto puede ocurrir dentro de las horas de la mañana, durante las 6:00 de la mañana hasta a las 15:00 horas (99%), siendo la frecuencia más alta de partos entre las 8:00 y las 12:00 del día (90%) (Bustinza, 2001). El nacimiento de las crías fue mayormente durante el pastoreo, teniendo la facilidad del manejo de las crías recién nacidas para pesarlas.

3.7. CONDICIÓN CORPORAL DE LAS MADRES

Se determinó mediante la palpación antes de empezar con la etapa de acostumbramiento, en ambos grupos, después se determinó, cada treinta días hasta la parición o término de gestación, cada dato observado fue registrado, obteniendo un promedio de cada alpaca por año, basándonos en el cuadro 6.

Cuadro 6: Determinación de la condición corporal.

| Cualitativo | Característica a la palpación | Calificativo o grado |
|-------------|--|----------------------|
| Muy malo | estado (caquéctico), pérdida muscular, percepción de los huesos, fibra desordenada, apófisis transversas claramente palpables, fosas isquiáticas profundas | 1 |
| Malo | Fibra desordenada, huesos fácilmente palpables, fosas isquiáticas moderadamente profundas, no se palpa grasa. | 2 |
| Regular | apófisis lumbares espinosas redondeadas, fosas isquiáticas planas: | 3 |
| Bueno | apófisis lumbares palpables bajo presión, superficies dorsales cubiertas por grasa, la cubierta de fibra es más uniforme | 4 |
| Muy Bueno | a palpación todas las formas corporales son redondeadas | 5 |

Pérez, 2003
Vaughan, 2007

3.8. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se utilizó el análisis de ji cuadrada para las variables de tasa de Fertilidad y Tasa de Natalidad

$$X^2 = \sum_{N=1}^H \frac{(fo - fe)^2}{fe}$$

Donde:

X^2 = valor estadístico de ji cuadrada.

$\sum^H N$ = Señala la necesidad de sumar todas las categorías.

fo = frecuencia observada.

fe = frecuencia esperada.

Para las variables de peso al nacimiento de crías y condición corporal se utilizó el Diseño por Bloques Completamente al Azar (DBCA) con dos tratamientos para las variables con y sin suplementación energética, tres bloques (con 1, 2 y 3 a más partos) y cada bloque con 10 repeticiones, cuyo modelo lineal es:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

i = número de tratamiento

j = número de bloques

Dónde:

Y_{ij} = Observación en la unidad experimental

μ = Parámetro, efecto medio

τ_i = Parámetro, efecto del tratamiento i

β_j = Parámetro, efecto del bloque j

ε_{ij} = Valor aleatorio, error experimental de la μ, ε, i, j

Para determinar el valor de P se usó la prueba de t de student de las medias.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. TASA DE FERTILIDAD

Las alpacas con suplementación alimentaria, mostraron una mayor tasa de fertilidad 83.3 ± 5.8 vs. 66.7 ± 5.8 que suplementadas, ($p < 0.05$), encontrándose diferencia entre los tratamientos, pero entre 1er, 2do y 3 a más partos no se encontró diferencia estadística significativa.

Tabla 1: Efecto de la suplementación energética sobre la tasa de fertilidad (%), de 7 días post servicio.

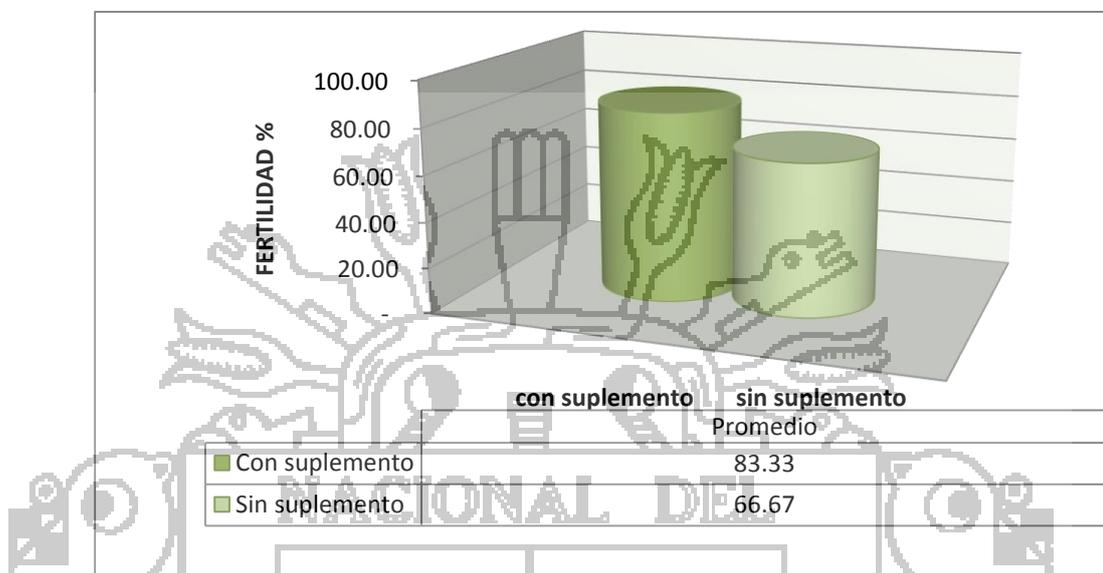
| Nº de Partos | Con suplemento | Sin suplemento |
|---------------|------------------|------------------|
| | $\bar{x} \pm DS$ | $\bar{x} \pm DS$ |
| Primer | 80 ± 0.071 | 70 ± 0.071 |
| Segundo | 80 ± 0.071 | 70 ± 0.071 |
| Tercero a mas | 90 ± 0.212 | 60 ± 0.212 |
| Total | 83.33 ± 5.8 | 66.67 ± 5.8 |

En un trabajo similar, alpacas con suplementación alimenticia mostraron una tasa de fertilidad de 80,70 y 90 % frete a 50, 50, 60% de no suplementadas (Llacsá, 2012). muy parecidos a los resultados obtenidos en el presente trabajo como se muestra en el cuadro 7, sin embargo un estudio realizado por Machaca, (2015) muestra resultados de concepción del 51.9% con suplemento y del 70% sin suplemento, esta diferencia fundamentalmente se debe a los tipos de alimentación y animales utilizados en los diferentes trabajos, ya que Macha utiliza concentrado de vaca y animales sin crías, mientras Llacsá y mi persona utilizamos un concentrado basándonos en los requerimientos de la alpaca y son animales con crías.

El grupo con suplemento energético presenta una tasa de fertilidad promedio de $83.33 \pm 5.8\%$, superior a la fertilidad en alpacas jóvenes en pastoreo que

es de 66% (Bravo, 2002). Reporte muy parecido a la tasa de fertilidad de las que no contaban con el suplemento energético que fue del 66.67%.

Gráfico 1: Tasa de Fertilidad (%).



Este incremento de la fertilidad puede atribuirse según Butler et al (2006), “a que la estructura del ovocito sufre cambios de requerimientos energéticos”, gracias al comportamiento somático del folículo en desarrollo que metaboliza la glucosa para las células del cumulo, estas a su vez metabolizan piruvato y lactato para el ovocito en maduración y este pueda generar ATP (Cetica et al., 2002; Collado-Fernández et al., 2012; Leroy et al., 2011) , de esta forma el ovocito desarrolla una buena capacidad, para superar las etapas de cigoto, embrión, pre implantación y implantación (Hussein et al., 2006), sabiendo que la mayor probabilidad de mortalidad embrionaria se da en la pre implantación (Thatcher et al., 2001), entonces las alpacas con suplementación energética desarrollaron ovocitos más capacitados que superaron la etapa de pre implantación disminuyendo la mortalidad embrionaria y presentando mayor tasa de fertilidad.

4.2. TASA DE NATALIDAD

Los resultados se obtuvieron contabilizando el número de crías nacidas vivas, (cuadro 8). Con suplementación fue de 83.3 ± 5.8 vs. $50.0 \pm 10.0\%$, con respecto de las alpacas sin suplementación, ($p < 0.05$), observándose una diferencia entre los tratamientos, mas entre partos no se notó una diferencia estadística significativa.

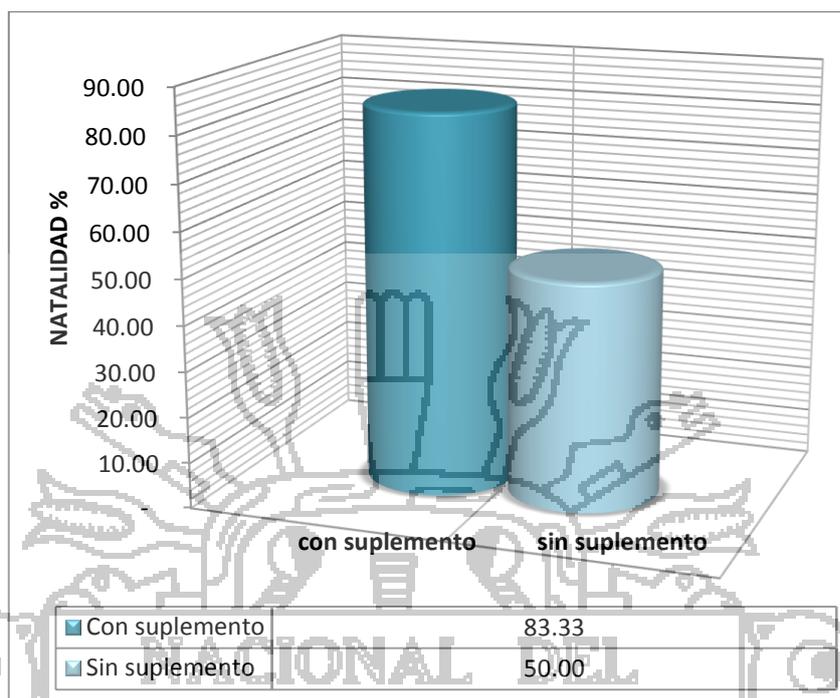
Tabla 2: Suplementación energética sobre la tasa de natalidad (%) del fundo Quiorpatilla

| Nº de Partos | Con suplemento | Sin suplemento |
|---------------|------------------|------------------|
| | $\bar{x} \pm DS$ | $\bar{x} \pm DS$ |
| Primer | 80 ± 0.071 | 40 ± 0.30 |
| Segundo | 80 ± 0.071 | 60 ± 0.09 |
| Tercero a mas | 90 ± 0.212 | 50 ± 0.12 |
| | 83.33 ± 5.8 | 50 ± 10.0 |

Los resultados obtenidos con la suplementación energética muestran una tasa de natalidad del 83.33%, siendo superior a lo reportado en el centro de investigación de Chuquibambilla de 67.04% en alpacas de raza suri al pastoreo (Olarte et al., 2009), 71.8% (Huanca et al., 2005). También Copa y Medina (2003) indican que en la zona húmeda, por la mejor disponibilidad de pastos la natalidad es de 68.70%. Por tal motivo son superiores al de los animales que no contaban con suplemento energético.

La tasa de natalidad superior obtenida con la suplementación energética se debe a que no hubo mortalidad fetal durante el periodo de gestación, frente a 16.7% de mortalidad fetal del grupo control, en el que las pérdidas fetales (abortos) fueron evidentes, principalmente en la época seca junio, julio y agosto, caracterizada por temperaturas mínimas -8.2, -8.5 y -5.2 respectivamente y escasos de alimentos.

Gráfico 2: Tasa de Natalidad (%)



Soto y Reinoso (2008) explican que la penuria alimenticia ocasiona la cetosis, la cual es exacerbada por las altas demandas energéticas del feto, que en situación de crisis alimenticia temporal, estado fisiológico del animal, reservas corporales, son nefastos para la supervivencia del animal.

Lo cual explica porque los animales que contaban con la suplementación no presentaron abortos, ya que se cubrieron los requerimientos energéticos tanto de la madre y del feto, lo que ayuda al mantenimiento de la preñez y permite llegar al parto, mientras las no suplementadas presentaron abortos por no poder cubrir los requerimientos energéticos propios y del feto, disminuyendo la tasa de natalidad.

4.3. PESO AL NACIMIENTO DE LAS CRÍAS

Como se observa en el cuadro 9, los promedios de peso de las crías recién nacidas, cuyas madres recibieron suplementación fue de 5.148 ± 0.5 vs. 3.261 ± 0.1 kg., de las madres sin suplemento respectivamente, siendo significativo en $p < 0,05$, mas no así entre número de partos.

Tabla 3: Peso vivo de crías al nacimiento (kg)

| Nº de Partos | Con suplemento | Sin suplemento |
|---------------|------------------|------------------|
| | $\bar{x} \pm DS$ | $\bar{x} \pm DS$ |
| Primer | 5.138 ± 0.74 | 3.300 ± 0.1 |
| Segundo | 5.463 ± 0.38 | 3.150 ± 0.1 |
| Tercero a mas | 6.122 ± 0.60 | 3.680 ± 0.1 |
| | 5.148 ± 0.5 | 3.261 ± 0.1 |

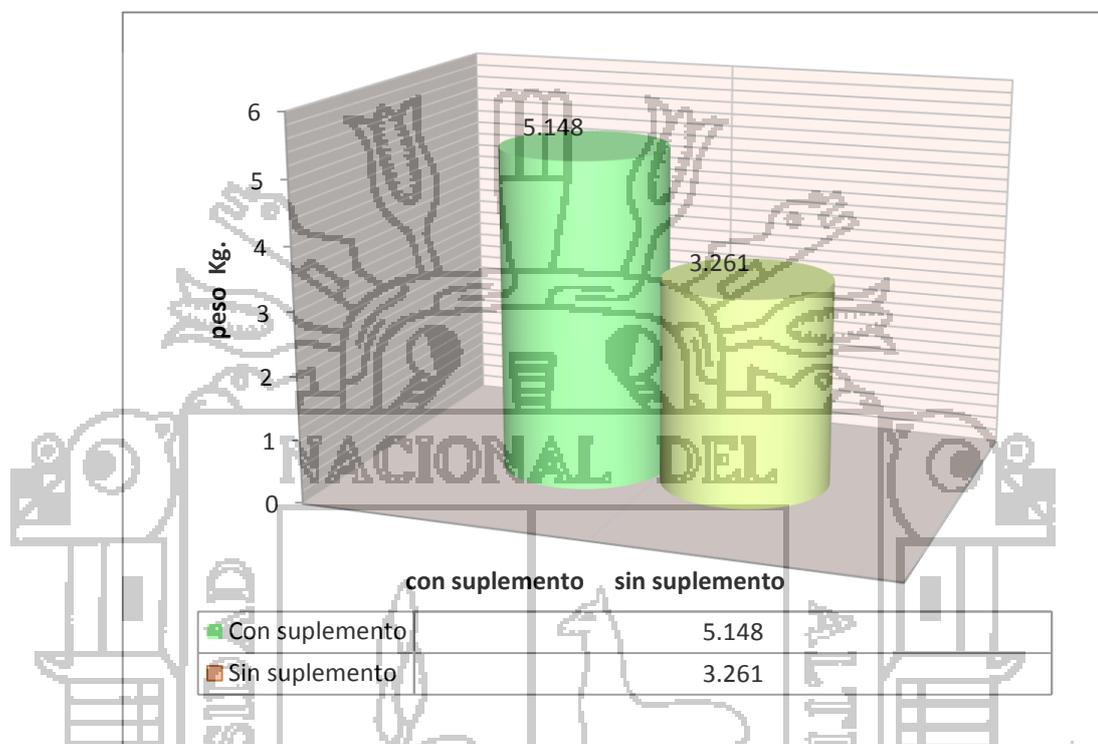
El peso promedio al nacimiento de las crías con suplementación (5.148 ± 0.5 Kg) están en el rango de pesos reportados para Perú, 4-10Kg (Bravo, 2014), pero menor al rango de pesos reportados en Chile 6.6-7.7Kg (Raggi et al., 1997). Mientras las crías de las madres sin suplementación tuvieron pesos de 2.200 kg., hasta 4.500 kg, teniendo un promedio de 3.261 kg estando por debajo de los rangos observados en otros trabajos.

Esto puede deberse según San Martín (1996), que el desarrollo fetal en la alpaca muestra un crecimiento exponencial a partir de 7º mes de gestación lográndose durante este período un incremento de peso fetal del 70% del peso al nacimiento, en los meses de setiembre, octubre, noviembre y diciembre.

Estas altas demandas nutricionales, por el crecimiento fetal, coincide con un período crítico de alimento sobre todo de energía. Por lo tanto las alpacas que se encontraron con suplementación aportaron mayor energía a sus fetos durante esos meses, logrando crías más pesadas al nacimiento, mientras las

de control no pudieron dar una buena cantidad de energía durante de estos meses y como resultado obtuvieron crías con pesos más bajos.

Gráfico 3: Peso de crías recién nacidas (kg)



En el gráfico 3 se muestra la diferencia que hay entre los pesos promedios de ambos donde el tratamiento con suplementación obtuvieron crías con mayores peso que la crías de madres no suplementadas, una suplementación energética ayuda a conseguir mejores crías.

4.4. CONDICIÓN CORPORAL DE LAS MADRES

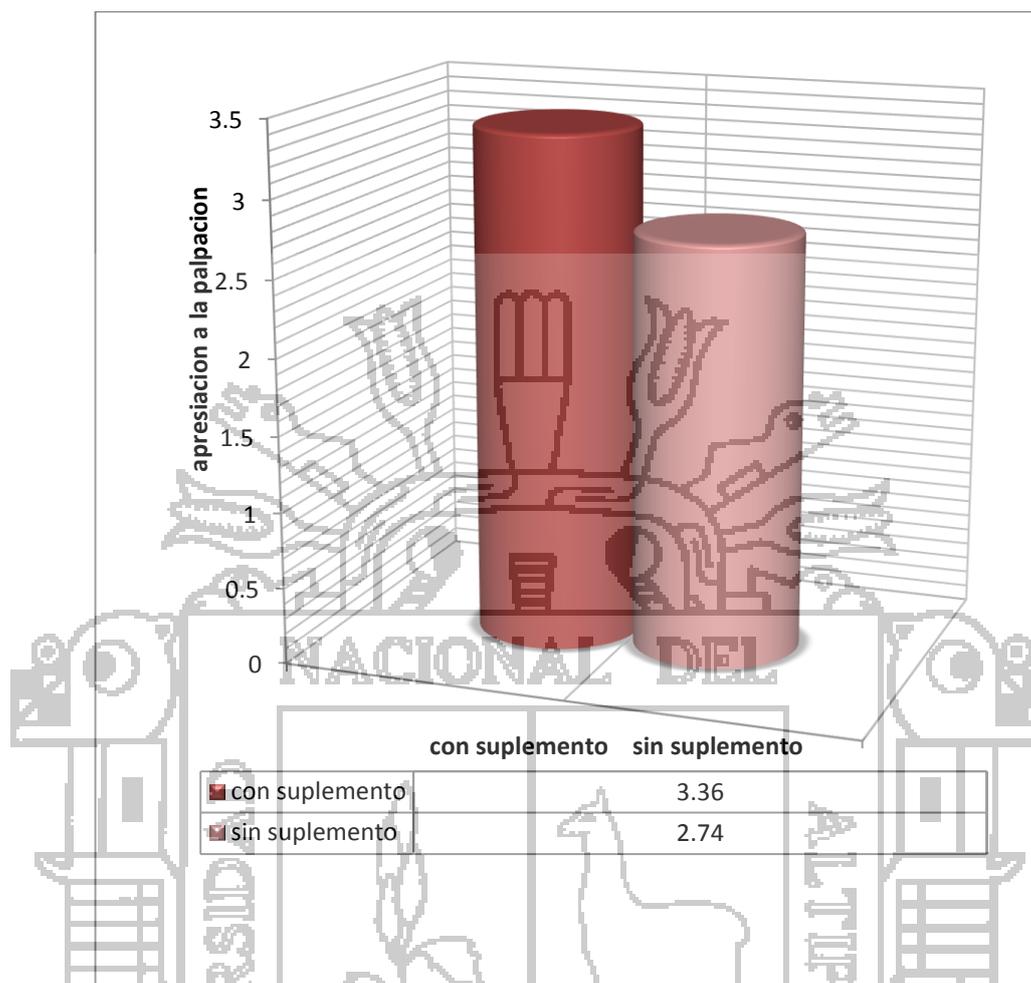
Los resultados que se observan en el cuadro 10, muestran el promedio anual de la condición corporal por número de partos que se obtuvieron durante todo el tiempo de investigación de cada tratamiento.

Tabla 4: Condición corporal de las alpacas hembras

| Nº de Partos | Con suplemento | Sin suplemento |
|----------------|------------------|------------------|
| | $\bar{x} \pm DS$ | $\bar{x} \pm DS$ |
| Primer | 3.2 \pm 0.452 | 2.6 \pm 0.452 |
| Segundo | 3.4 \pm 0.445 | 2.8 \pm 0.445 |
| Tercero a mas | 3.4 \pm 0.378 | 2.9 \pm 0.378 |
| Promedio total | 3.36 \pm 0.118 | 2.74 \pm 0.175 |

Las alpacas en observación de ambos tratamientos iniciaron con similares pesos vivos y condición corporal, 37.78 \pm 1.0; 37.88 \pm 1.1 y 2.40 \pm 0.1; 2.38 \pm 0.1 pero finalizaron con diferentes pesos y condición corporal posparto des pues de un año de investigación. Obteniendo 44.635 \pm 0.8 vs. 39.250 \pm 1.0Kg; 3.36 \pm 0.118vs. 2.74 \pm 0,175, peso vivo y condición corporal, con y sin suplemento, respectivamente, $p < 0.05$, siendo altamente significativo entre tratamientos, más no entre número de partos.

Estos resultados se deben a que el estrés tanto para la fertilidad, gestación, parto, lactancia y pastoreo produce la movilización de las reservas de la grasa corporal para reunir los requerimientos energéticos (Bennink et al., 1972), entonces al contar con la suplementación energética se cubren estos requerimientos evitando o disminuyendo la movilización de las reservas de la grasa corporal que recubren al animal.

Gráfico 4: Conformación Corporal de las Alpacas Madres

Por lo tanto el grupo con suplemento energético presenta una condición corporal pos parto de 3.36 ± 0.118 , superando a los valores de 2.89 ± 0.47 , en alpacas hembras de Huancavelica (Carhuapoma et al., 2009), siendo este valor similar al grupo sin suplemento que llegaron a obtener una condición corporal de 2.74 ± 0.175 . Entonces entendemos que la condición corporal es esencial para el éxito continuo de la reproducción, y que las receptoras en pobre condición corporal tienen menores tasas de éxito (Vaughan et al., 2013).

V. CONCLUSIONES

Al obtener los datos de ambos tratamientos se demuestra que la suplementación energética tiene un efecto positivo sobre el rendimiento reproductivo de las alpacas hembras, porque hay un incremento en la tasa fertilidad y natalidad, mayor peso al nacimiento de crías y aumento de la condición corporal de la madre.

- La suministración del suplemento energético ayuda a obtener una alta tasa de fertilidad, que es del 83.33 %, a diferencia 66.67% en una crianza tradicional, con un pastoreo de 8 horas diarias, pastos pobres en nutrientes, competencia por los alimentos con otros animales, falta de instalaciones adecuadas y estrés del medio ambiente.
- La tasa de natalidad fue de 83.33% del total de alpacas servidas, con la adición del suplemento energético, obteniéndose mayor cantidad de crías nacidas vivas que las alpacas sin suplementación que alcanzaron un 50% en la tasa de natalidad.
- Se observó que crías de madres suplementadas lograron un peso al nacimiento promedio de 5.148 ± 0.5 kg, con una suplementación energética, interviniendo de manera positiva en el desarrollo fetal a diferencia de las no suplementadas que sus crías obtuvieron un peso promedio de 3.261 ± 0.1 kg.
- La condición corporal de los animales en observación, con el suplemento energético, mejoraron y/o mantuvieron una buena condición corporal durante todo el año de investigación, siendo el promedio anual de 3.36 ± 0.118 , mientras sin suplemento de 2.74 ± 0.175 .

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda la utilización de este suplemento energético, con el fin de incrementar el rendimiento reproductivo en alpacas hembras.
- Continuar con la investigación para desarrollar un programa de suplementación energética y determinar la cantidad exacta de consumo para las alpacas.
- Realizar la suplementación energética en crías menores de un año para evaluar los efectos en el crecimiento.



VII. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Aba, M. A., M. Forsberg, H. Kindahl, J. Sumar, and L. E. Edqvist. 1995. Endocrine changes after mating in pregnant and non-pregnant llamas and alpacas. *Acta Vet Scand.* 36(4):489-498.
- Adams, G. P., J. Sumar, and O. J. Ginther. 1990. Effects of lactational and reproductive status on ovarian follicular waves in llamas (*Lama glama*). *J. Reprod. Fertil.* 90:535-545.
- Adams, G. P., M. H. Ratto, W. Huanca, and J. Singh. 2005. Ovulation-inducing factor in the seminal plasma of alpacas and llamas. *Biol. Reprod.* 73:452-457.
- Alarcón, V., J. Sumar, G. S. Riera, and W. C. Foote. 1990. Comparison of three methods of pregnancy diagnosis in alpacas and llamas. *Theriogenology.* 34(6):1119-1127
- Angelucci S., D. Ciavardelli, F. Di Giuseppe, E. Eleuterio, M. Sulpizio, and G. M. Tiboni. 2006. Proteome analysis of human follicular fluid. *Biochim Biophys Acta*;1764:1775-1785.
- Apaza N, Sapana R, Huanca T y Huanca W. 2001. Inseminación artificial en alpacas con semen fresco en comunidades campesinas. *Rev Invest Vet, Perú Supl 1*: 435-438.
- Bell, A. W. 1995. Regulation of organic nutrient metabolism during transition from late pregnancy to early lactation. *J. Anim. Sci.* 73:2804-2819.
- Bennink, M. R., R. W. Mellenberger, R. A. Frobish, and D. E. Bauman. 1972. Glucose oxidation and entry rate as affected by the initiation of lactation. *J. Dairy Sci.* 55:712. (Abstr.)

- Bisinotto, R. S., L. F. Greco, E. S. Ribeiro, N. Martinez, F. S. Lima, C. R. Staples, W. W. Thatcher, and J. E. P. Santos. 2012. Influences of nutrition and metabolism on fertility of dairy cows. *AnimReprod.* 9(3):260-272.
- Boland, M. P., P. Lonergan, and D. O'Callaghan. 2001. Effect of nutrition on endocrine parameters, ovarian physiology, and oocyte and embryo development," *Theriogenology*, 55(6):1323-1340.
- Bondi, A. A. 1988. *Nutrición animal*. Editorial ACRIBA, S.A. Zaragoza – España. 420.
- Bourke, D.A. 1998. An introduction to the unique reproductive physiology and breeding activity of the SACs. *International Alpaca Industry Conference Proceedings*, Fremantle, WA. 1998. pp.7-10.
- Bravo P. W., 2014. El neonato alpaca, su cuidado y consideraciones inmunológicas XXXVII Reunión Científica Anual de la Asociación Peruana de Producción animal Abancay – Perú.
- Bravo W, U. Flores, J. Garnica, and C. Ordoñez. 1997. Collection of semen and artificial insemination of alpacas. *Theriogenology* 47: 619-626.
- Bravo, P. W. 1991. Reproductive endocrinology of female southAmericancamelids. *Proc. of the Annual Meeting of Society for Theriogenology*: 303.
- Bravo, P. W., D. Díaz, V. Alarcón, and C. Ordoñez. 2010. Effect of the reproductive state of female alpacas on embryonic mortality rate. *Am. J. Vet. Res.* 71: 1096-1099
- Bravo, P. W., D. R. Stewart, B. L. Lasley, and M. E. Fowler. 1996. Hormonal indicators of pregnancy in llamas and alpacas. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, 208(12):2027-2030.
- Bravo, P. W., D. R. Stewart, B. L. Lasley, and M. E. Fowler. 1996. Hormonal indicators of pregnancy in llamas and alpacas. *J. Amer. Vet. Med. Assoc.*, 208(12):2027-2030.

- Bravo, P. W., G. H. Stabenfeldt, B. L. Lasley, and M. E. Fowler. 1991. The effect of ovarian follicular size on pituitary and ovarian responses to copulation in domesticated South American camelids. *Biol.Reprod.* 45:553-559.
- Bravo, P. W., M. E. Fowler, and B. L. Lasley. 1994. The Postpartum Llama: Fertility after Parturition. *Biology of Reproduction.* 51:1084-1087.
- Bravo, W. 2002. The reproductive process of South American Camelidos. Library of Congree Cataloging – Publication Data UTHA – USA.
- Brown, B. W., 2000. A review on reproduction in South American camelids. *Anim.Reprod. Sci.*, 58:169-195.
- Bustanza, C.V. 2001. La alpaca: Crianza, manejo y mejoramiento. Universidad Nacional del Altiplano. Oficina de recursos, Puno-Perú.
- Butler, S. T., S. H. Pelton and W. R. Butler. 2006. Energy balance, metabolic status, and the first postpartum ovarian follicle wave in cows administered propylene glycol. *J. Dairy Sci.* 89:2938-2951.
- Butler, W. R. 2003. Energy balance relationships with follicular development, ovulation and fertility in postpartum dairy cows. *Livestock Production Science.* 83:211-218.
- Butler, W. R. 2005. Inhibition of ovulation in the postpartum cow and the lactating sow. *Livest. Prod. Sci.* 98:5-12.
- Butler, W. R. 2012. The Role of Energy Balance and Metabolism on Reproduction of Dairy Cows. Department of Animal Science. Cornell University, Ithaca, NY, pp 85-96.
- Carhuapoma P., A. Sáenz y E.C. Quispe. 2009. Efecto de la condición corporal sobre el peso de vellón y finura de fibra en alpacas Huacaya (vicugna pacos) color blanco en Huancavelica Perú. Programa de Mejora de Camélidos

- Sudamericanos-PROCASUD. Proyecto ALFA IIIALAS. Universidad Nacional de Huancavelica. Ciudad Universitaria Paturpampa s/n. Huancavelica Perú.
- Castro, N., C. Kawashima, H.A. van Dorland, I. Morel, A. Miyamoto, and R.M. Bruckmaier. 2012. Metabolic and energy status during the dry period is crucial for the resumption of ovarian activity postpartum in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 95:5804-5812.
- Catone, G., M. Basile, O. Barbato, and C. Ayala. 2004. Transvaginalembryobiometry in alpaca (*Lama pacos*): Preliminary report. In: Proceedings of the 4th European Symposium on South American Camelids and DECAMA European Seminar, Göttingen, 7-9 October 2004, Volumen 1. Gerken, M., and C. Renieri (ed.).
- Cebra, C. K., S. J. Tornquist, R. J. Van Saun, and B. B. Smit. 2001. Glucose tolerance testing in llamas and alpacas. *Am. J. Vet. Res.* 62(5):682-686.
- Cervantes, M. P., T. Orbanand G. P. Adams. 2009. Ovarian follicular dynamics in southAmerican camelids: Effect of plane of nutrition and species. *Reproduction, Fertility and Development.* 22(1):262-262.
- Cetica, P., L. Pintos, G. Dalvit, and M. Beconi. 2002. Activity of key enzymes involved in glucose and triglyceride catabolism during bovine oocyte maturation in vitro. *Reproduction.* 124:675-681.
- Collado-Fernandez, E., H. M. Picton, and R. Dumollard. 2012. Metabolism throughout follicle and oocyte development in mammals. *Int. J. Dev. Biol.* 56:799-808.
- Copa, S. e -Y. Medina. 2003. Realidad en la crianza de alpacas y llamas en el altiplano de Bolivia y Perú. En memoria del III Congreso Mundial Sobre Camelidos. Potosi – Bolivia.
- Diskin, M. G., and D. G. Morris. 2008. Embryonic and Early Foetal Losses in Cattle and Other Ruminants. *Reprod. Domestic Anim.*, 43(s2):260-267.

- Drackley, J. K. 1999. Biology of dairy cows during the transition period: the final frontier? J. Dairy Sci. 82:2259-2273.
- Edmonson, A. J., I. J. Lean, L. D. Weaver, T. Farver, and G. Webster. 1989. A body condition scoring chart of Holstein dairy cows. J. Dairy Sci., 72: 68-78.
- Fernández-Baca, S., D. H. L. Madden, and C. Novoa. 1970b. Effect of different mating stimuli on induction of ovulation in the alpaca. J. Reprod. Fert., 22: 261-267.
- Fernández-Baca, S., W. Hansel, and C. Novoa. 1970a. Embryonic mortality in the alpaca. BiolReprod., 3: 243-251.
- Flint, A.F.P. 1995. Reproduction, fertility and development 7:313.
- Fulkerson, W. J., T. M. Davison, S. C. Garcia, G. Hough, M. E. Goddard, R. Dobos, and M. Blockey 2008. Holstein-Friesian dairy cows under a predominantly grazing system: Interaction between genotype and environment. J. Dairy Sci. 91:826–839.
- Garnsworthy P.C., and G. P. Jones 1987. Influence of body condition at calving and dietary protein supply on voluntary food intake and performance in cows. Anim Prod; 44:347-353.
- Garnsworthy, P. C., A. Lock, G. E. Mann, K. D. Sinclair, and R. Webb. 2008b. Nutrition, Metabolism, and Fertility in Dairy Cows: 1. Dietary Energy Source and Ovarian Function.
- Garnsworthy, P. C., and R. Webb. 1999. The influence of nutrition on fertility in dairy cows. Pages 39–58 in Recent Advances in Animal Nutrition. P. C. Garnsworthy and J. Wiseman, ed. Nottingham University Press, Nottingham, U.K.
- Garnsworthy, P. C., K. D. Sinclair, and R. Webb. 2008a. Integration of physiological mechanisms that influence fertility in dairy cows. Animal 2:1144–1152.

- Garnsworthy, P.C. 2007. Body condition score in dairy cows: targets for production and fertility. In *Recent advances in animal nutrition – 2006* (ed. PC Garnsworthy and J Wiseman), pp. 61–86. Nottingham University Press, Nottingham, UK
- Gauna, C., L. Morini, G. Yaful, G. Fiorucci, F. Canela, E. Frank, y D. Lacolla. 2000. Diagnóstico de gestación por tacto rectal y ecografía en llama (*Lama glama*). Anuario 2000. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Nacional de La Pampa, Argentina.
- Gilchrist, R. B.; M. Lane, and J. G. Thompson. 2008. Oocyte-secreted factors: regulators of cumulus cell function and oocyte quality. *Hum. Reprod.* 14(2):159-177.
- Grummer, R. R. 1995. Impact of changes in organic nutrient metabolism on feeding the transition dairy cow. *J. Anim. Sci.* 73:2820-2833.
- Hassoun, P., y F. Bocquier. 2007. Alimentación de bovinos, ovinos y caprinos: Alimentación del ganado ovino. INRA, Ed Acribia.
- Huanca, T., M. González, O. Cárdenas, R.H. Mamani-Cato, M. Naveros, y W. Huanca. 2014. INIA: Avances en transferencia de embriones en camélidos domésticos. XXXVII Reunión Científica Anual De La Asociación Peruana De Producción Animal. Pag. 31- 33.
- Huanca, W. 2012. Biotecnologías reproductivas en camélidos sudamericanos domésticos como alternativas para la mejora genética. XVI Congreso Venezolano de Producción E industria Animal. Asociación Venezolana de Producción Animal.
- Huanca, W., M. Ratto, A. Cordero, A. Santiani, T. Huanca, y G. Adams. 2005. Evaluación de un tratamiento de superovulación en la respuesta ovárica y tasa de preñez en llamas. En: Res. XIX Reunión ALPA. Tampico, México: Asociación Latinoamericana de Producción Animal.

- Hussein, T., J. Thompson and R. Gilchrist. 2006. Oocyte-secreted factors enhance oocyte developmental competence. *Develop Biol.* 296: 514-521.
- INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática) 2012. Censo Agrario, población de alpacas. WWW.inei.gov.pe/estadistica/censos/
- Ingvarsten, K. L. and J. B. Andersen, 2000. Integration of metabolism and intake regulation: a review focusing on periparturient animals. *J. Dairy Sci.*
- Jungheim, E. S., and K. H. Moley, 2010. Current Knowledge of obesity's effects in the pre- and periconceptual periods and avenues for future research. *Am J Obstet Gynecol* 203:525-530.
- Kauffman, A. S. 2004. Emerging functions of gonadotropin-releasing hormone II in mammalian physiology and behaviour. *Journal of Neuroendocrinology*. Pag. 16(9):794-806.
- Leroy, J. L. M. R., T. Vanholder, G. Opsomer, A. Van Soom, and A. de Kruif, 2006. The in vitro development of bovine oocytes after maturation in glucose and β -hydroxybutyrate concentrations associated with negative energy balance in dairy cows. *Reprod Dom Anim*, 41:119-123.
- Leroy, J. L. M. R., T. Vanholder, J. R. Delanghe, G. Opsomer, A. Van Soom, P. E. J. Bols, J. Dewulf, and A. de Kruif. 2004. Metabolic changes in follicular fluid of the dominant follicle in high-yielding dairy cows early post partum. *Theriogenology*. 62:1131-1143
- Leroy, J. L., D. Rizos, R. Sturmey, P. Bossaert, A. Gutierrez-Adan, S. Valckx, and P. E. Bols. 2011. Intrafollicular conditions as a major link between maternal metabolism and oocyte quality: a focus on dairy cow fertility. *Reprod. Fertil. Dev.* 24(1):1-12.

- Llacsá, 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.
- Lucy, M. C. 2003. Mechanisms linking nutrition and reproduction in postpartum cows. *Reproduction* 61:415-427.
- 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.
- Matos, L., D. Stevenson, F. Gomes, J. L. Silva-Carvalho, and H. Almeida. 2009. Superoxide dismutase expression in human cumulus oophorus cells. *Mol. Hum. Reprod.* 15(7):411-419.
- Novoa, C. 1970. Reproduction in camelids. A review. *Journal Reproduction Fertility*. 22: 3-20.
- NRC (National Research Council) 1989. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle* (6a Ed.). National Academy Press, Washington, D.C.
- NRC (National Research Council) 2007. *Nutrient requirements of small ruminants. Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids*. National Academy Press. Washington, D.C.
- Oakley, A. E., D. K. Clifton, and R. A. Steiner. 2009. Kisspeptin Signaling in the Brain. *Endocrine Reviews*. 30(6):713-743.
- Olarte, U., R. Rojas, N. Luque y L. Condori. 2009. Eficiencia reproductiva en alpacas de la raza Suri, en el CIP Chuquibambilla. V Congreso Mundial sobre Camelidos. Riobamba – Ecuador.

- Olivera, L. V. M., D. A. Zago, J. P. Jones, and E. Bevilacqua. 2003. Developmental changes at the materno-embryonic interface in early pregnancy of the alpaca, *Lama pacos*. *Anat. Embryo.*, 207: 317-331.
- Overton, T. R., and M. R. Waldron. 2004. Nutritional Management of Transition Dairy Cows: Strategies to Optimize Metabolic Health. *J. Dairy Sci.* 87:(E. Suppl.):E105–E119.
- Pérez, D. G. 2003. Diagnostico Físico en Camélidos, Universidad Nacional del Altiplano, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Puno (pág. 36-37)
- Picha, Y., A. Tibary, M. Memon, R. Kasimanickam, and J. Sumar. 2013. Chronology of early embryonic development and embryo uterine migration in alpacas. *Theriogenology*, 79(4):702-708.
- Pittroff, W., D.H. Keisler, and H. D. Blackburn. 2006. Effects of a high-protein, low-energy diet in finishing lambs: 1. Feed intake, estimated nutrient uptake, and levels of plasma metabolites and metabolic hormones. *Livestock Science*.101:262-277.
- Pryce J.E., M. D.Royal, P. C.Garnsworthy, and T. L.Mao. 2004.Fertility in the high producing dairy cow. *Livestock Production Science* 86, 125–135.
- Raggi, L, T. Ullrich, G. Castellaro, M. Zolezzi, R. Rojas, G. Ferrando, y H. Parraguez. 1996. Utilización de diferentes métodos de diagnóstico de gestación, en un rebaño experimental de alpacas (*Lama pacos*) y llamas (*Lama glama*) en el altiplano de la I región de Chile. *Avances en Ciencias Veterinarias*. Vol. 11, N°1. Enero - Junio 1996.
- Raggi, L. A., V. MacNiven, R. Rojas, G. Castellaro, M. Zolezzi, E. Latorre, V.H. Parraguez, y G. Ferrando. 1997. Caracterización de la ganancia de peso corporal de alpacas (*lamapacos*) desde el nacimiento y hasta los seis meses de

- edad en cuatro regiones de Chile. Revista electrónica UACH Universidad de Chile.
- Ratto, M., W. Huanca, J. Singh, and G. P. Adams. 2006. Comparison of the effect of natural mating, LH, and GnRH on interval to ovulation and luteal function in llamas. *Anim. Reprod. Sci.*, 91:299-306.
- Reynolds, C. K., P. C. Aikman, B. Lupoli, D. J. Humphries, and D. E. Beever. 2003. Splanchnic metabolism of dairy cows during the transition from late gestation through early lactation. *J. Dairy Sci.* 86:1201-1217.
- Reynolds, C.K., 2006 Splanchnic metabolism of amino acids. In 'Ruminant physiology. Digestion, metabolism and impact of nutrition on gene expression, immunology and stress'. (Eds K Sejrsen, T Hvelplund, MO Nielsen) pp. 225–248
- Riveros, J. L., B. Urquieta, C. Bonacic, B. Hoffmann, F. Bas, and G. Schuler. 2009. Endocrine changes during pregnancy, parturition and post-partum in guanacos (*Lama guanicoe*). *Anim. Repr. Sci.*, 116: 318-325.
- Robinson, T. F., B. L. Roeder, G. B. Schaalje, J. D. Hammer, S. Burton, and M. Christensen. 2005. Nitrogen balance and blood metabolites of alpaca (*Lama pacos*) fed three forages of different protein content. *Small Ruminant Research*.58:123-133.
- Roche, J. R., N. C. Friggens, J. K. Kay, M. W. Fisher, K. J. Stafford, and D. P. Berry. 2009. Invited review: Body condition score and its association with dairy cow productivity, health, and welfare. *J. DairySci.*, 92: 5769-5801.
- Rodgers, R. J., and H.F. Irving. 2010. Formation of the ovarian follicular antrum and follicular fluid. *Biol. Reprod.* 82:1021-1029.
- Roque, B. y M. Echevarría, 2008. Requerimientos energéticos de mantenimiento de alpacas machos en crecimiento. *Revista Cajamarca*. 15:88-95.

- San Martín H. F. 1996. Nutrición De Camélidos Sudamericanos y su Relación con La reproducción. Rev. Argentina de Producción Animal, 16(4):305-312.
www.produccion-animal.com.ar
- Scaramuzzi, R.J, B.K Campbell, A. J. Downing, N.R Kendall, M. Khalid, M. Munoz-Gutierrez, and A. Somchit, 2006. A review of the effects of supplementary nutrition in the ewe on the concentrations of reproductive and metabolic hormones and the mechanisms that regulate folliculogenesis and ovulation rate. *Reproduction, Nutrition, Development* 46: 339–354.
- Schei, I. H. Volden, and L. Baevre, 2005. Effects of energy balance and metabolizable protein level on tissue mobilization and milk performance of dairy cows in early lactation. *Livestock Production Science* 95, 35–47.
- Schneider, J.E. 2004. "Energy balance and reproduction" *Physiology and Behaviour* vol. 81, pp. 289-317.
- Schneider, J.S., and E. F. Rissman. 2008. Gonadotropin-releasing hormone II: a multi-purpose neuropeptide. *Integrative and Comparative Biology* 48(5):588-595.
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), 2015, datos Estación CO 116033 del 2014.
- Siguas, O., R. Paucar, J. Olazabal, F. San Martín, y V. Vélez. 2007. Valores bioquímicos sanguíneos en alpacas en dos épocas del año en condiciones de Huancavelica: Aportes al perfil metabólico de la especie. APPA - ALPA - Cusco.
- Skidmore, J. A. 2011. Reproductive physiology in female Old World Camelids. *Anim.Reprod.Sci.* 124(3-4):148-154.
- Smith C.L., A. T. Meter, and D. G. Pugh. 1994. Reproduction in llamas and alpacas: A review. *Theriogenology*.41, 573-592.

- Solís, H. R. 2006. Producción de Camélidos Sudamericanos. 2 ed. Impreso en INTERPRETARIOS SAC. Cerro de pasco – Perú.
- Soto, S. C., y V. O. Reynoso 2008. Suplementación del ganado de carne en situaciones de sequía, Revista de la Sociedad de Criadores de Braford y Cebú del Uruguay, 15:18-26. Artigas, Uruguay.
- Studer, V. A., R. R. Grummer, S. J. Bertics, and C. K. Reynolds. 1993. Effect of prepartum propylene glycol administration on periparturient fatty liver in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 76:2931-2939.
- Sumar, J. 1988. Removal of the ovarios or ablation of the corpus luteum and its effect on the maintenance of gestation in the alpaca and llama. *Acta Vet. Scand.* 83, 133-141.
- Sumar, J. B. 1996. Reproduction in llamas and alpacas. *Anim. Reprod. Sci.*, 42: 405-415.
- Sumar, J., P. W. Bravo, and W. C. Foote. 1993. Sexual receptivity and time of ovulation in alpacas. *Small Ruminant Research.* 11,143-150.
- Sutton, J. D., R. H. Phipps, D. E. Beever, D. J. Humphries, G.F. Hartnell, J.L. Vicini, and D.L. Hard, 2003. Effect of method of application of a fibrolytic enzyme product on digestive processes and milk production in Holstein-Friesian cows. *J. Dairy Sci.* 86:546
- Sutton, J.D. 1989. Altering Milk Composition by Feeding. *Journal of Dairy Science*, 72: 2801- 2814.
- Sutton-McDowall, M. L., R. B. Gilchrist, and J. G. Thompson. 2010. The pivotal role of glucose metabolism in determining oocyte developmental competence. *Reproduction*, 139, 685-695.
- Thatcher, W. W., A. Guzeloglu, R. Mattos, M. Binelli, T. R. Hansen, and K. K. Pru. 2001. Uterine-conceptus interactions and reproductive failure in cattle. *Theriogenology.* 56:1435-1450.

- Thorup, V. M., D. Edwards, and N. C. Friggens. 2012. On-farm estimation of energy balance in dairy cows using only frequent body weight measurements and body condition score. *J. Dairy Sci.* 95:1784-1793.
- Trasorras, V., M. G. Chaves, D. Neild, M. Gambarotta, M. Aba, and A. Agüero. 2010. Embryo transfer technique: factors affecting the viability of the corpus luteum in llamas. *Anim. Reprod.Sci.*, 121:279-285.
- Van Hoeck, V., J. L. Leroy, M. Arias Alvarez, D. Rizos, A. Gutierrez-Adan, K. Schnorbusch, P. E. Bols, H. J. Leese, and R. G. Sturmey. 2013. Oocyte developmental failure in response to elevated nonesterified fatty acid concentrations: mechanistic insights. *Reproduction.* 145(1):33-44.
- Van Saun, R. J. 2006. Nutrient requirements of South American Camelids: A factorial approach. *Small Rumin. Res.* 61: 165-186.
- Vaughan, J. 2006. Ovarian synchronization and induction of ovulation in llamas and alpacas. In: Youngquist RS, Threlfall WR, eds. *Current Therapy in Large Animal Theriogenology*, 2nd Edition. St Louis, MO: Saunders Elsevier; 884-889..
- 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.
- Veerkamp, R. F., B. Beerda, and T. van der Lende. 2003. Effects of genetic selection for milk yield on energy balance, levels of hormones, and metabolites in lactating cattle, and possible links to reduced fertility. *Livest.Prod. Sci.* 83:257–275.
- Vieira, A., S. Brandão, A. Monteiro, I. Ajuda, and G. Stilwell. 2015. Development and validation of a visual bodyconditionscoringsystemfordairygoatswithpicture-based training. *J. DairySci.*, 98: 6597-6608.

- Wensvoort, J., D.J. Kyle, E. R. Orskov, and D. A. Bourke. 2001. Biochemical adaptation of camelids during periods where feed is withheld. *Rangifer*. 21(1):45-48..
- Yan T., C.S. Mayne, T.W.J. Keady, and R.E. Agnew. 2006. Effects of dairy cow genotype with two planes of nutrition on energy partitioning between milk and body tissue. *Journal of Dairy Science* 89, 1031–1042.
- 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 Veterinary Advances*. 12(4): 539-543.





Materiales durante la ejecución del proyecto

Instalaciones

- Corral de aparto para alpacas (Kachi) y dormideros o corrales.
- Almacén del fundo.
- Planta transformadora de la UNA –FMVZ.

Equipos.

- Mezcladora industrial Ross
- Molino picador forrajero modelo TRAP- TRF700

Materiales:

- 8 Baldes de 20 L. partidos por la mitad usados como comederos.
- 1 balde para medir el alimento.
- Jarra y guantes de jebe.
- Pabilo, soguillas, sogas y sacos.
- Aretes (Color anaranjado y celeste) y aretador para animales mayores.
- Alcohol yodado y algodón.
- Balanza.
- Gasolina 90G para el molino picador.

Otros

- Lapicero, libreta de campo, registros y cámara fotográfica.
- Lector GPS map76CS.
- Plumón indeleble para aretes
- Automóvil y animales de carga para el traslado de los alimentos.

Tabla 5. Datos Registrados durante la investigación.

| Grupos | Código de arete | Fertilidad | Natalidad vivas | Peso de cría Kg. |
|--------------------------------------|-----------------|------------|-----------------|------------------|
| Con suplementación energética | C1-001 | Si | Si | 4,500 |
| | C1-002 | Si | Si | 4,100 |
| | C1-003 | Si | Si | 5,100 |
| | C1-004 | Si | Si | 6,100 |
| | C1-005 | No | No | - |
| | C1-006 | Si | Si | 6,000 |
| | C1-007 | Si | Si | 4,100 |
| | C1-008 | Si | Si | 4,200 |
| | C1-009 | No | No | - |
| | C1-010 | Si | Si | 3,200 |
| | C2-001 | No | No | - |
| | C2-002 | Si | Si | 6,900 |
| | C2-003 | Si | Si | 6,100 |
| | C2-004 | Si | Si | 6,100 |
| | C2-005 | Si | Si | 3,900 |
| | C2-006 | Si | Si | 3,800 |
| | C2-007 | No | No | - |
| | C2-008 | Si | Si | 5,100 |
| | C2-009 | Si | Si | 5,100 |
| | C2-010 | Si | Si | 4,100 |
| | C3-001 | Si | Si | 7,100 |
| | C3-002 | Si | Si | 4,600 |
| | C3-003 | Si | Si | 6,100 |
| | C3-004 | No | No | - |
| | C3-005 | Si | Si | 4,100 |
| | C3-006 | Si | Si | 3,700 |
| | C3-007 | Si | Si | 6,100 |
| | C3-008 | Si | Si | 4,000 |
| | C3-009 | Si | Si | 6,100 |
| | C3-010 | Si | Si | 9,000 |
| Sin suplementación energética | T1-001 | Si | Si | 2,700 |
| | T1-002 | No | No | - |
| | T1-003 | Si | Si | 4,000 |
| | T1-004 | Si | Aborto | - |
| | T1-005 | No | No | - |
| | T1-006 | Si | Aborto | - |
| | T1-007 | Si | Si | 3,100 |
| | T1-008 | No | No | - |
| | T1-009 | Si | Aborto | - |
| | T1-010 | Si | Si | 3,600 |
| | T2-001 | No | No | - |
| | T2-002 | Si | Si | 3,700 |
| | T2-003 | No | No | - |
| | T2-004 | Si | Si | 4,000 |
| | T2-005 | Si | Si | 3,000 |
| | T2-006 | Si | Si | 3,500 |
| | T2-007 | Si | Si | 2,700 |
| | T2-008 | No | No | - |
| | T2-009 | Si | Aborto | - |
| | T2-010 | Si | Si | 2,500 |
| | T3-001 | Si | Si | 2,900 |
| | T3-002 | No | Aborto | - |
| | T3-003 | Si | Si | 3,500 |
| | T3-004 | No | No | - |
| | T3-005 | Si | Aborto | - |
| | T3-006 | Si | Si | 3,600 |
| | T3-007 | No | No | - |
| | T3-008 | Si | Si | 2,500 |
| | T3-009 | No | No | - |
| | T3-010 | Si | Si | 3,500 |

Tabla 6. Condición corporal y peso vivo de las alpacas en observación

| Grupos | Código de arete | Peso vivo inicial Kg. | Peso vivo final Kg. | Condición corporal inicial | Condición corporal final | Condición corporal año promedio | |
|--------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|---------------------|----------------------------|--------------------------|---------------------------------|-----|
| Con suplementación energética | C1-001 | 37.000 | 42,440 | 2,0 | 3,0 | 3,3 | |
| | C1-002 | 37.120 | 42,760 | 2,5 | 3,0 | 3,1 | |
| | C1-003 | 36.400 | 41,899 | 2,0 | 3,0 | 3,3 | |
| | C1-004 | 36.130 | 39,744 | 3,0 | 2,0 | 3,0 | |
| | C1-005 | 36.260 | 49,580 | 2,5 | 3,0 | 3,1 | |
| | C1-006 | 36.590 | 39,466 | 2,0 | 2,0 | 3,1 | |
| | C1-007 | 36.850 | 43,327 | 2,0 | 3,0 | 3,3 | |
| | C1-008 | 37.105 | 42,983 | 3,0 | 3,0 | 3,3 | |
| | C1-009 | 36.980 | 50,350 | 2,5 | 5,0 | 3,4 | |
| | C1-010 | 36.945 | 45,544 | 2,0 | 3,0 | 3,3 | |
| | C2-001 | 38.000 | 52,356 | 2,0 | 5,0 | 3,5 | |
| | C2-002 | 36.990 | 40,680 | 2,0 | 2,0 | 3,2 | |
| | C2-003 | 38.120 | 42,427 | 2,5 | 3,0 | 3,5 | |
| | C2-004 | 37.110 | 42,323 | 2,0 | 3,0 | 3,3 | |
| | C2-005 | 37.500 | 45,147 | 3,0 | 3,0 | 3,4 | |
| | C2-006 | 39.200 | 47,290 | 2,0 | 3,0 | 3,5 | |
| | C2-007 | 39.100 | 53,000 | 2,5 | 5,0 | 3,7 | |
| | C2-008 | 36.800 | 42,782 | 2,0 | 3,0 | 3,3 | |
| | C2-009 | 38.200 | 44,094 | 3,0 | 3,0 | 3,5 | |
| | C2-010 | 36.900 | 43,244 | 2,0 | 3,0 | 3,3 | |
| | C3-001 | 37.960 | 40,570 | 2,5 | 2,0 | 3,2 | |
| | C3-002 | 38.780 | 46,270 | 2,0 | 3,5 | 3,5 | |
| | C3-003 | 39.990 | 44,595 | 3,0 | 3,0 | 3,5 | |
| | C3-004 | 36.510 | 50,005 | 2,0 | 5,0 | 3,5 | |
| | C3-005 | 38.760 | 45,186 | 2,5 | 3,0 | 3,5 | |
| | C3-006 | 37.970 | 45,796 | 2,0 | 3,0 | 3,3 | |
| | C3-007 | 38.850 | 43,545 | 3,0 | 3,0 | 3,5 | |
| | C3-008 | 39.160 | 45,796 | 2,0 | 3,0 | 3,4 | |
| | C3-009 | 39.720 | 43,330 | 2,5 | 3,0 | 3,5 | |
| | C3-010 | 40.420 | 42,534 | 3,0 | 3,0 | 3,4 | |
| | Sin suplementación energética | T1-001 | 36,100 | 39,315 | 2,0 | 2,0 | 2,9 |
| | | T1-002 | 36,050 | 45,225 | 2,5 | 3,0 | 2,7 |
| | | T1-003 | 36,540 | 39,167 | 2,0 | 3,0 | 3,0 |
| T1-004 | | 36,500 | 35,780 | 2,0 | 2,0 | 1,9 | |
| T1-005 | | 37,920 | 47,880 | 2,5 | 4,0 | 2,8 | |
| T1-006 | | 37,010 | 36,984 | 2,5 | 2,0 | 2,0 | |
| T1-007 | | 37,800 | 42,864 | 2,0 | 2,5 | 2,9 | |
| T1-008 | | 36,500 | 46,988 | 3,0 | 4,0 | 2,8 | |
| T1-009 | | 36,950 | 35,245 | 2,5 | 2,0 | 1,9 | |
| T1-010 | | 36,780 | 39,126 | 2,0 | 2,0 | 2,7 | |
| T2-001 | | 38,000 | 40,491 | 2,0 | 2,0 | 3,0 | |
| T2-002 | | 37,990 | 39,066 | 2,5 | 2,0 | 2,8 | |
| T2-003 | | 38,120 | 47,990 | 2,0 | 4,0 | 3,0 | |
| T2-004 | | 37,200 | 39,952 | 2,0 | 2,0 | 2,8 | |
| T2-005 | | 37,500 | 38,498 | 2,5 | 2,0 | 2,8 | |
| T2-006 | | 39,200 | 41,130 | 2,5 | 3,0 | 3,1 | |
| T2-007 | | 39,100 | 41,631 | 2,5 | 3,0 | 3,1 | |
| T2-008 | | 37,540 | 47,706 | 3,0 | 2,0 | 1,8 | |
| T2-009 | | 38,200 | 37,340 | 2,0 | 2,0 | 2,7 | |
| T2-010 | | 35,540 | 37,498 | 2,0 | 2,0 | 2,4 | |
| T3-001 | | 38,050 | 40,284 | 2,0 | 2,0 | 2,8 | |
| T3-002 | | 39,380 | 40,285 | 2,0 | 3,5 | 3,1 | |
| T3-003 | | 39,600 | 40,950 | 2,0 | 2,5 | 2,9 | |
| T3-004 | | 38,990 | 48,985 | 2,5 | 4,0 | 3,1 | |
| T3-005 | | 40,000 | 38,998 | 3,0 | 2,0 | 1,9 | |
| T3-006 | | 39,580 | 41,528 | 2,5 | 2,5 | 3,0 | |
| T3-007 | | 38,950 | 50,090 | 3,0 | 4,0 | 3,2 | |
| T3-008 | | 37,350 | 38,873 | 2,0 | 2,0 | 2,8 | |
| T3-009 | | 38,450 | 48,000 | 2,5 | 4,0 | 3,1 | |
| T3-010 | | 39,120 | 41,048 | 2,0 | 2,0 | 3,2 | |

Tabla 7. Datos mensuales de la condición corporal.

| Grupos | Código de arete | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ag o | Set | Oct | Nom | Dic | ene |
|--------------------------------------|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| Con suplementación energética | C1-001 | 2,0 | 2,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 |
| | C1-002 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 |
| | C1-003 | 2,0 | 2,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 |
| | C1-004 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 3,0 |
| | C1-005 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 |
| | C1-006 | 2,0 | 2,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 3,0 |
| | C1-007 | 2,0 | 2,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 |
| | C1-008 | 2,0 | 2,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 |
| | C1-009 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 4,0 | 4,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 |
| | C1-010 | 2,0 | 2,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 |
| | C2-001 | 2,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 4,0 | 4,0 | 4,5 | 4,5 | 4,5 | 4,5 |
| | C2-002 | 2,0 | 2,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 3,0 |
| | C2-003 | 2,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 |
| | C2-004 | 2,0 | 2,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 |
| | C2-005 | 2,0 | 2,0 | 3,0 | 3,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 |
| | C2-006 | 2,0 | 3,0 | 3,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 |
| | C2-007 | 2,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 |
| | C2-008 | 2,0 | 2,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 |
| | C2-009 | 2,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 |
| | C2-010 | 2,0 | 2,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 |
| | C3-001 | 2,0 | 2,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 3,0 |
| | C3-002 | 2,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 |
| | C3-003 | 2,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 |
| | C3-004 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 |
| | C3-005 | 2,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 |
| | C3-006 | 2,0 | 2,0 | 3,0 | 3,0 | 3,5 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 3,5 |
| | C3-007 | 2,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 5,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 |
| | C3-008 | 2,0 | 3,0 | 3,0 | 3,5 | 3,5 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 3,5 | 3,5 |
| | C3-009 | 2,0 | 3,0 | 3,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 |
| | C3-010 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 |
| Sin suplementación energética | T1-001 | 2,0 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 3,0 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 4,5 | 4,0 | 3,5 | 3,0 | 2,0 |
| | T1-002 | 2,0 | 2,5 | 2,5 | 2,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 |
| | T1-003 | 2,0 | 2,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 |
| | T1-004 | 2,0 | 2,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 2,0 | 2,0 |
| | T1-005 | 2,0 | 2,0 | 2,5 | 2,5 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,5 |
| | T1-006 | 2,0 | 2,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 2,0 | 2,0 | 2,0 |
| | T1-007 | 2,0 | 2,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,0 |
| | T1-008 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 4,0 |
| | T1-009 | 2,0 | 2,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,5 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 1,5 | 2,0 |
| | T1-010 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 4,0 | 4,0 | 3,0 | 2,0 |
| | T2-001 | 2,0 | 2,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,5 | 3,5 | 4,0 | 4,0 | 3,5 | 3,5 | 3,0 | 3,0 |
| | T2-002 | 2,0 | 2,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 3,0 | 2,5 | 2,0 |
| | T2-003 | 2,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,5 | 3,5 |
| | T2-004 | 2,0 | 2,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 4,0 | 4,0 | 3,5 | 2,5 | 2,0 |
| | T2-005 | 2,0 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 2,0 |
| | T2-006 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 3,5 | 3,5 | 3,0 |
| | T2-007 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 3,5 | 3,0 | 3,0 |
| | T2-008 | 2,0 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,5 |
| | T2-009 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,5 | 3,0 | 3,5 | 2,0 | 2,0 |
| | T2-010 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,5 | 2,5 | 2,0 | 2,0 |
| | T3-001 | 2,0 | 2,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 2,5 | 2,5 |
| | T3-002 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 |
| | T3-003 | 2,0 | 2,5 | 2,5 | 3,0 | 3,0 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,0 | 3,0 | 3,0 |
| | T3-004 | 2,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 |
| | T3-005 | 2,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,5 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 2,0 |
| | T3-006 | 2,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,0 | 3,0 |
| | T3-007 | 2,0 | 2,5 | 2,5 | 3,0 | 3,0 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 4,0 |
| | T3-008 | 2,0 | 2,0 | 2,5 | 2,5 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 4,0 | 4,0 | 3,5 | 3,0 | 2,0 |
| | T3-009 | 2,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,5 | 3,5 | 4,0 |
| | T3-010 | 2,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 3,5 | 3,0 |

Tabla 8. Efecto de la suplementación energética en la dieta sobre la tasa de fertilidad y natalidad; peso inicial, final y condición corporal de las madres y peso al nacimiento de las crías en alpacas.

| Variables | Con suplem. | Sin suplem. | P _{value} |
|---|-------------|-------------|--------------------|
| | x± DE | x± DE | |
| Fertilidad, % | 83.3 ±5.8 | 66.7± 5.8 | 0.0241 |
| Natalidad, % | 83.3 ±5.8 | 50.0±10.0 | 0.0075 |
| Peso inicial de las madres, Kg | 37.78± 1.0 | 37.88±1.1 | 0.9248 |
| Peso final (posparto) de las madres, Kg | 44.64±0.8 | 39.25±1.0 | 0.0017 |
| Condición corporal inicial de las madres | 2.40±0.1 | 2.38± 0.1 | 0.8149 |
| Condición corporal final (posparto) de las madres | 3.63± 0.1 | 2.74± 0.2 | 0.0031 |
| Peso al nacimiento de las crías, Kg | 5.15±0.5 | 3.26±0.1 | 0.0028 |

Tabla 9. Cantidad y costos de insumos para el concentrado.

| Productos | unidad | cantidad unidad | contiene unidad | costo S/. | total de kilos | Total de gastos S/. |
|-------------------|---------|--------------------|--------------------|--------------|----------------|------------------------|
| heno de avena | paca | 72 | 20 kg | 18,00 | 1440,00 | 1296,00 |
| heno de alfalfa | paca | 20 | 18 kg | 20,00 | 360,00 | 400,00 |
| torta de soya | saco | 1,5 | 30 kg | 92,00 | 45,00 | 138,00 |
| afrecho de cebada | saco | 1,5 | 50 kg | 30,00 | 45,00 | 45,00 |
| Minerales | balde | 6 | 1 kg | 10,00 | 6,00 | 60,00 |
| Melaza | botella | 12 | 3 l. | 12,00 | 36,00 | 144,00 |
| sal común | bolsa | 12 | 250 gr | 0,40 | 3,00 | 4,80 |
| Total | | | | | 1935,00 | 2087,80 |

Tabla 10. Costo de elaboración de un kilo del concentrado p

| PRODUCTOS | EQUIVALENCIA % | CANTIDAD UNIDAD KG | COSTO (S/) |
|------------------|-------------------|-----------------------|---------------|
| HENO DE AVENA | 69,00 | 0,690 | 0,6213 |
| HENO DE ALFALFA | 20,00 | 0,200 | 0,2222 |
| TORTA DE SOYA | 5,00 | 0,050 | 0,1535 |
| AFECHO DE CEBADA | 5,00 | 0,050 | 0,0300 |
| MINERALES | 0,25 | 0,003 | 0,0300 |
| MELAZA | 0,50 | 0,005 | 0,0200 |
| SAL COMUN | 0,25 | 0,002 | 0,0008 |
| ELABORACION | - | - | 1,5000 |
| MANO DE OBRA | - | - | 1,5000 |
| TOTAL | 100,00 | 1,000 | 4,0778 |

Imágenes sobre el procedimiento y elaboración del concentrado fibroso, selección de los animales, suministración de alimento y resultados durante el año experimental.



Foto 1. Alimentos para preparar el concentrado



Foto 2. Procesamiento del heno de avena y de alfalfa. Molienda con molino/picador forrajero. Enero 2014.



Foto 3. Pesado de los alimentos para realizar la mezcla para el concentrado fibroso. Enero 2014.



Foto 4. Mesclado de los alimentos para formar el concentrado fibroso/mezcladora. Enero 2014.



Foto 5. Enfardado del concentrado fibroso después de mesclar



Foto 6. Concentrado fibroso para la suplementación energética.



Foto 7. Transporte del concentrado fibroso. Hacia el fundo



Foto 8. Transporte del concentrado hacia el fundo.



Foto 9. Transporte del concentrado hacia el fundo



Foto 10. Selección de animales para la investigación.



Foto 11. Animales seleccionados para la suplementación energética, enero 2014



Foto 12. Acostumbramiento /heno de avena picado manual mente de 10 a 15 cm en promedio.



Foto 13. Acostumbramiento/heno de avena mas el concentrado fibroso



Foto 14. suministro del concentrado en forma pura.



Foto 15. consumo del concentrado fibroso, como suplemento en forma ad livitun



Foto 16. Alpacas en pastoreo



Foto 17. Empadre en el fundo Quiorpatilla



Foto 18. Sintoma de aborto en alpaca sin suplementacion, junio 2014



Foto19. Feto abortado, agosto 2014



Foto 20. Campaña de paricion , enero 2015



Foto 21. Campaña de paricion , febrero 2015



Foto22. Crías logradas, 2015



Foto 22. Determinación de la condición corporal final