

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

**ESCUELA DE POSGRADO
DOCTORADO EN CIENCIA ANIMAL**



**“NUTRICIÓN PROTEÍCA Y SU RELACIÓN CON
CARACTERÍSTICAS REPRODUCTIVAS Y SALUD UTERINA EN
ALPACAS”**

Presentada por:

EDITH ANCCO GÓMEZ

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE DOCTOR *DOCTORIS*
PHILOSOPHIAE EN CIENCIA ANIMAL**

Lima - Perú

2019

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

**ESCUELA DE POSGRADO
DOCTORADO EN CIENCIA ANIMAL**

**“NUTRICIÓN PROTEÍCA Y SU RELACIÓN CON
CARACTERÍSTICAS REPRODUCTIVAS Y SALUD UTERINA EN
ALPACAS”**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE DOCTOR *DOCTORIS*
PHILOSOPHIAE EN CIENCIA ANIMAL**

Presentada por:

EDITH ANCCO GÓMEZ

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

Ph.D. Gustavo Gutiérrez Reynoso
PRESIDENTE

Ph.D. Carlos Gómez Bravo
ASESOR

Dra. María Elena Villanueva Espinoza
MIEMBRO

Ph.D. Javier Ñaupari Vásquez
MIEMBRO

Dr. Teodosio Huanca Mamani
MIEMBRO EXTERNO

DEDICATORIA

A *Dios*, por haberme permitido llegar hasta este momento y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A *mi madre*, por haberme apoyado en todo momento, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

A *mi padre*, a pesar de nuestra distancia física, siento que estás conmigo siempre y aunque nos faltaron muchas cosas por vivir juntos, sé que este momento hubiera sido tan especial para ti como lo es para mí.

A *mis hermanas*, por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como de la vida, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo.

A *Carlos*, por su gran apoyo incondicional en el desarrollo de mi tesis, y a todos aquellos que participaron directa o indirectamente en la elaboración de esta tesis.

¡Gracias a ustedes!

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Agraria La Molina, al programa del Doctorado en Ciencia Animal, por brindarme una formación académica de excelencia en el seno de una gran familia de docentes, quienes desde que ingrese a las aulas y durante mis años de permanencia me brindaron sus conocimientos y experiencias.

A mi Patrocinador de tesis al PhD. Carlos A. Gómez Bravo, por la orientación y ayuda que me brindo para la realización de esta tesis, por su apoyo incondicional que me permitieron aprender mucho. Gracias por la oportunidad brindada

Con especial énfasis al PhD. Robert Van Saun, por su contribución científica y guía en este proceso de aprendizaje; sobre todo, por su invaluable apoyo y asesoramiento en la ejecución del presente trabajo de investigación.

Al PhD. Curtis R. Youngs. Profesor de la Universidad de LOWA del departamento de ciencia animal, por la amistad y sugerencias brindadas durante la ejecución del presente trabajo.

A la Cooperativa comunal San Pedro de Racco – Cerro de Pasco, donde se realizó el trabajo experimental; por todas las facilidades materiales y humanas que me proporcionaron, y particularmente al Sr. Rubén Capcha Guillermo, administrador de la Cooperativa por el apoyo, confianza y calidez brindada durante mi estancia.

A la Universidad Nacional del Altiplano – CIP – La Raya, por las facilidades brindadas para la realización del primer estudio y para el procesamiento de las muestras bioquímicas en el laboratorio de bioquímica, de la facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, agradeciendo principalmente al Dr. Pedro Coyla Añasco.

A la SAIS “Túpac Amaru”, por las facilidades brindadas para la realización del primer estudio.

Al PhD. Gustavo Gutiérrez Reynoso, presidente de jurado de tesis, por su apoyo y orientación, y facilidades brindadas en la sustentación de la tesis.

Al Dr. Teodosio Huanca Mamani, miembro externo de mi jurado, por su contribución y enseñanzas como persona y profesional.

Al Ph.D. Javier Ñaupari Vasquez y Dra. María Elena Villanueva por su confianza y orientaciones para cumplir el objetivo.

Al consejo nacional de ciencia y tecnología e innovación tecnológica (CONCYTEC), por el apoyo económico para la adquisición de los insumos necesarios para la ejecución del presente trabajo de investigación.

A mis amigos quienes participaron en el desarrollo de mi tesis y compañeros del doctorado, por las experiencias y momentos vividos.

ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	REVISION DE LITERATURA	3
2.1	Nutrición y fertilidad	3
2.1.1	Nutrición proteica en camélidos sudamericanos	5
2.1.2	Proteína en la dieta y performance reproductiva.	6
2.1.3	Nutrición en el parto.....	10
2.2	Metabolismo de la urea en camélidos sudamericanos	11
2.3	Características reproductivas	14
2.3.1	Ovulación	14
2.3.2	Preñez temprana	17
2.3.3	Mortalidad embrionaria	18
2.4	Salud uterina	20
2.4.1	Endometritis	20
2.5	Etapas críticas en la producción de Alpacas	23
2.5.1	Estación Reproductiva.....	23
2.5.2	Destete	24
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	25
3.1	Estudio N° 1: Determinación de nitrógeno ureico sanguíneo, proteína total y proteína cruda en la dieta de alpacas multíparas post parto alimentadas en pasturas naturales. ...	25
3.1.1	Área de estudio.....	25
3.1.2	Animales.....	27
3.1.3	Determinación de los niveles de proteína total en suero y nitrógeno ureico sanguíneo.....	27
3.1.4	Determinación de proteína cruda en dietas de alpacas.....	28
3.1.5	Análisis estadístico	28
3.2	Experimento N° 2: Efecto de tres niveles de proteína en la dieta sobre parámetros reproductivos y salud uterina en alpacas multíparas pos parto.....	28
3.2.1	Área de estudio.....	28
3.2.2	Fase experimental.....	29
3.2.3	Evaluación de características	32

3.3 Análisis estadístico	33
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	35
4.1 Determinación de nitrógeno ureico sanguíneo, proteína total y proteína cruda en la dieta de alpacas multíparas post parto alimentadas en pasturas naturales.	35
4.1.1 Determinación de niveles de nitrógeno ureico sanguíneo (NUS)	35
4.1.2 Determinación de los niveles de Proteína Total en suero	37
4.1.3 Determinación de proteína cruda en dietas simuladas	40
4.2 Efecto de tres niveles de proteína en la dieta sobre parámetros reproductivos y salud uterina en alpacas multíparas pos parto.	42
4.2.1 Peso Vivo	42
4.2.2 Nitrógeno ureico sanguíneo	43
4.2.3 Proteína total en suero	44
4.2.4 Consumo de materia seca	45
4.2.5 Determinación de tasa de preñez	47
4.2.6 Determinación de tasa de ovulación	48
4.2.7 Determinación de mortalidad embrionaria	50
4.2.8 Diámetro del folículo pre ovulatorio	52
4.2.9 Niveles de progesterona en suero	53
4.2.10 Endometritis postparto	55
V. CONCLUSIONES	57
VI. RECOMENDACIONES	58
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59
VIII. ANEXOS	73

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1: Insumos utilizados en las dietas experimentales y composición química de dietas según tratamiento.....	31
Tabla 2: Concentraciones de nitrógeno ureico sanguíneo (NUS) en suero (mg/dl) en alpacas multíparas post parto alimentadas en pasturas naturales en tres regiones del Perú.....	36
Tabla 3: Concentraciones de Proteína total en suero (g/dl) en alpacas multíparas post parto alimentadas en pasturas naturales en tres regiones del Perú.....	38
Tabla 4: Concentraciones de proteína cruda en la dieta (%) en alpacas multíparas post parto alimentadas en pasturas naturales en tres regiones del Perú.....	41
Tabla 5: Peso vivo (kg) en el peri parto.....	42
Tabla 6: Concentraciones de Nitrógeno Ureico Sanguíneo (NUS) durante el peri parto en alpacas con alto, medio y bajo contenido de proteína en la dieta.....	44
Tabla 7: Concentraciones de proteína total en suero (PT) durante el periparto de alpacas con alto, medio y baja proteína en la dieta.....	45
Tabla 8: Consumo de materia seca antes del parto expresado por kg/d y expresado por kilogramo de peso vivo.....	46
Tabla 9: Consumo de materia seca después del parto expresado por kg/d y expresado por kilogramo de peso vivo.....	46
Tabla 10: Efecto de la proteína en la dieta sobre la tasa de preñez a los 30 días pos empadre.....	47
Tabla 11: Efecto de la proteína en la dieta sobre la tasa de ovulación después del empadre.....	49
Tabla 12: Efecto de la proteína en la dieta sobre la mortalidad embrionaria (%) entre los 13 días y 35 días pos empadre.....	51
Tabla 13: Efecto de la proteína en la dieta sobre el diámetro del folículo pre ovulatorio...52	

Tabla 14: Efecto de la proteína en la dieta sobre niveles de progesterona en suero (ng/ml) a diferentes tiempos después del empadre.....	53
Tabla 15: Efecto de la proteína en la prevalencia de endometritis (%)	56

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1: Secuencia de eventos reproductivos en camélidos.....	3
Figura 2: Etapas críticas en la producción de camélidos.....	23
Figura 3: Distribución gráfica del primer estudio.....	26
Figura 4: Distribución gráfica del segundo estudio.....	29
Figura 5: Instalaciones provistas de sombra, comederos y bebederos.....	30

ÍNDICE ANEXOS

	Pág.
ANEXO 1: Concentraciones de nitrógeno ureico sanguíneo (NUS) en suero (mg/dl) de alpacas multíparas.....	74
ANEXO 2: Análisis de varianza y prueba de DLS para la variable concentraciones de NUS (mg/dl) en alpacas multíparas.....	75
ANEXO 3: Concentraciones de proteína total (PT) en suero (g/dl) de alpacas multíparas.....	76
ANEXO 4: Análisis de varianza y prueba de DLS para la variable concentraciones de PT (g/dl) en alpacas multíparas.....	77
ANEXO 5: Concentraciones de Proteína cruda en dietas de alpacas en tres regiones alto andinas del Perú sometidas al pastoreo.....	77
ANEXO 6: Análisis de varianza y prueba de DLS para la variable concentraciones de PT (%) en la dieta de alpacas multíparas sometidas al pastoreo.....	78
ANEXO 7: Peso vivo antes, durante y después del parto en alpacas multíparas sometidas tres tratamientos con diferentes niveles de proteína en la dieta.....	78
ANEXO 8: Análisis de varianza y prueba de DLS para la variable Peso Vivo (kg) antes del parto en alpacas multíparas sometidas tres tratamientos con diferentes niveles de proteína en la dieta.....	79
ANEXO 9: Análisis de varianza y prueba de DLS para la variable Peso Vivo (kg) durante el parto en alpacas multíparas sometidas tres tratamientos con diferentes niveles de proteína en la dieta...	79
ANEXO 10: Análisis de varianza y prueba de DLS para la variable Peso Vivo (kg) después del parto en alpacas multíparas sometidas tres tratamientos con diferentes niveles de proteína en la dieta...	80
ANEXO 11: Niveles de nitrógeno ureico sanguíneo 7 días antes, durante y 7 días después del parto en alpacas multíparas sometidas tres tratamientos con diferentes niveles de proteína en la dieta...	80
ANEXO 12: Análisis de varianza y prueba de DLS para la variable nitrógeno ureico sanguíneo (mg/dl) 7 días antes del parto en alpacas multíparas sometidas tres tratamientos con diferentes niveles de proteína en la dieta.....	81
ANEXO 13: Análisis de varianza y prueba de DLS para la variable nitrógeno ureico sanguíneo (mg/dl) el mismo día del parto en alpacas multíparas sometidas tres tratamientos con diferentes niveles de proteína en la dieta.....	81
ANEXO 14: Análisis de varianza y prueba de DLS para la variable nitrógeno ureico sanguíneo (mg/dl) 7 días después del parto en alpacas multíparas sometidas tres tratamientos con diferentes niveles de proteína en la dieta.....	82
ANEXO 15: Niveles de proteína total 7 días antes, durante y 7 días después del parto en alpacas multíparas sometidas tres tratamientos con diferentes niveles de proteína en la dieta.....	82

ANEXO 16: Análisis de varianza y prueba de DLS para la variable proteína total (g/dl) 7 días antes del parto en alpacas multíparas sometidas tres tratamientos con diferentes niveles de proteína en la dieta.....	83
ANEXO 17: Análisis de varianza y prueba de DLS para la variable proteína total (g/dl) durante el parto en alpacas multíparas sometidas tres tratamientos con diferentes niveles de proteína en la dieta.....	83
ANEXO 18: Análisis de varianza y prueba de DLS para la variable proteína total (g/dl) 7 días después del parto en alpacas multíparas sometidas tres tratamientos con diferentes niveles de proteína en la dieta.....	84
ANEXO 19: Consumo de materia seca antes y después del parto en alpacas multíparas sometidas tres tratamientos con diferentes niveles de proteína en la dieta.....	84
ANEXO 20: Tasa de preñez en alpacas multíparas sometidas tres tratamientos con diferentes niveles de proteína en la dieta.....	85
ANEXO 21: Tasa de ovulación en alpacas multíparas sometidas tres tratamientos con diferentes niveles de proteína en la dieta.....	85
ANEXO 22: Diámetro del Folículo pre ovulatorio en alpacas multíparas sometidas tres tratamientos con diferentes niveles de proteína en la dieta.....	86
ANEXO 23: Mortalidad embrionaria en alpacas multíparas sometidas tres tratamientos con diferentes niveles de proteína en la dieta.....	87
ANEXO 24: Concentraciones de progesterona en alpacas multíparas sometidas tres tratamientos con diferentes niveles de proteína en la dieta.....	88
ANEXO 25: Prevalencia de endometritis en alpacas multíparas sometidas tres tratamientos con diferentes niveles de proteína en la dieta.....	89

RESUMEN

Diversos estudios en camélidos indican bajo consumo de proteína y alta concentración de nitrógeno ureico sanguíneo (NUS) en comparación con otros rumiantes. Este trabajo tiene como objetivo determinar el efecto de la nutrición proteica sobre características reproductivas y salud uterina en alpacas en periparto. En el primer estudio se caracterizó los niveles de NUS y proteína total en sangre (PT) en alpacas postparto alimentadas en pastizales naturales en tres regiones altoandinas. Se obtuvo valores de NUS de 30.4, 24.8 y 21.6 mg/dl en las regiones de Puno, Junín y Pasco respectivamente y fueron estadísticamente diferentes ($p < 0.05$) y no se hallaron diferencias entre los niveles de PT. En el segundo estudio se determinó el efecto de tres niveles de proteína en la dieta sobre características reproductivas y salud uterina en alpacas, realizándose en la Comunidad San Pedro de Racco – Cerro de Pasco. Se utilizaron 48 alpacas en periparto, asignadas aleatoriamente a un grupo nutricional de bajo (8%), medio (11%) y alto (14%) contenido proteico. Los animales se alojaron en corrales individuales con la finalidad de evaluar el consumo, para las características reproductivas se realizó ecografía 2 días después del empadre para determinar la tasa de ovulación, posteriormente para el día 9, 13 y 30 post empadre, se evaluaron niveles de progesterona para determinar la preñez temprana, la mortalidad embrionaria fue evaluada a los 30 ± 5 días post empadre mediante ecografía. La salud uterina se evaluó mediante citología endometrial por citobrush a los 20 ± 2 días postparto. Los niveles de NUS fueron mayores cuando la dieta fue incrementando en el contenido de proteína cruda, la tasa de ovulación fue de 71.4, 93.7 y 93.7% y la tasa de preñez fue de 56.2, 75 y 37.5 para los tratamientos T1, T2 y T3 respectivamente. La mortalidad embrionaria fue mayor en dietas que incrementaron su contenido proteico, los niveles de progesterona fueron 4.7, 6.0 y 5.1 al día 9 post empadre para T1, T2 y T3 respectivamente, los valores fueron aumentando al día 13 y hubo una reducción al día 30 post empadre. No se hallaron diferencias entre tratamientos con respecto a endometritis postparto. En conclusión el suministro proteico en el T2 está alineado con recomendaciones dietarias actuales basado en los resultados de reproducción de este estudio. El exceso de proteína parece tener el mismo efecto negativo sobre la reproducción en comparación con los rumiantes.

Palabras Clave: Alpacas, nutrición proteica, reproducción, mortalidad embrionaria

ABSTRACT

Research indicates that there is low protein intake, however camelids usually have a high concentration of blood urea nitrogen (NUS) compared to other ruminants. Its objective is to determine the effect of protein nutrition on reproductive characteristics and uterine health in alpacas. In the first study, NUS and total blood protein (PT) levels were characterized in postpartum alpacas fed on natural pastures in three high Andean regions. NUS values of 30.4, 24.82 and 21.6 mg / dl were obtained in the regions of Puno, Junín and Pasco, respectively, and were statistically different ($p < 0.05$) and no differences were found between PT levels. In the second study, the effect of three levels of protein in the diet on reproductive characteristics and uterine health in alpacas was determined, taking place in the San Pedro de Racco - Cerro de Pasco Community. 48 alpacas were used in peripartum, randomly assigned to a nutritional group of low (8%), medium (11%) and high (14%) protein content. The animals were housed in individual pens for the purpose of evaluating the intake, for reproductive characteristics, ultrasound was performed 2 days after the breeding to determine the ovulation rate, later for day 9, 13 and 30 post-breeding, progesterone levels were evaluated to determine early pregnancy, embryo mortality was evaluated at 30 ± 5 days post-registration by ultrasound. For uterine health it was evaluated by endometrial cytology by cytobrush at 20 ± 2 days postpartum. The levels of NUS were higher when the diet was increasing in the crude protein content, the ovulation rate was 71.4, 93.7 and 93.7% and the pregnancy rate was 56.2, 75 and 37.5 for the treatments T1, T2 and T3 respectively. For embryonic mortality it was higher in diets that increased their protein content, progesterone levels were 4.7, 6.0 and 5.1 at day 9 post-breeding for T1, T2 and T3 respectively, the values were increasing at day 13 and there was a reduction per day 30 post. No differences were found between treatments with respect to post-partum endometritis. In conclusion, the levels of crude protein in the diet had an effect on the reproductive parameters, mainly in pregnancy, this was affected by the high levels of NUS, where it would be behaving like ruminants.

Keywords: *Alpacas, protein nutrition, reproduction, embryonic mortality*

I. INTRODUCCIÓN

La crianza de alpacas constituye una actividad económica de gran importancia para un amplio sector de la población altoandina, se estima que alrededor de 500 mil familias campesinas de la región andina dependen directamente de esta actividad, además de otras numerosas que se benefician indirectamente de ella. La población de alpacas peruanas se distribuye principalmente en los departamentos de Puno, Cusco, Arequipa, Junín, Ayacucho, Huancavelica, Pasco, Apurímac, Tacna y Moquegua, el 99% de los camélidos se crían en la sierra bajo un sistema de crianza extensiva tradicional, con bajos índices productivos y reproductivos (CENAGRO, 2012)

Los camélidos sudamericanos, principalmente la alpaca (*Vicugna pacos*), presentan con mayor frecuencia problemas de infertilidad en comparación con otras especies. La infertilidad es un problema importante, siendo una limitante para el productor. El tracto reproductivo en camélidos sudamericanos es aparentemente similar a las características anatómicas y fisiológicas con las diversas especies (Sumar y Adams, 1997). Como la mayoría de otras especies domésticas, las causas de la infertilidad se pueden dividir en cuatro grandes categorías como: Anormalidades anatómicas, condiciones fisiológicas, agentes infecciosos y factores de manejo. La estación reproductiva en alpacas coincide con etapas críticas en la producción de estos animales como la parición, empadre y lactación donde sus requerimientos son altos, cuando la oferta alimenticia es pobre los animales bajan de condición y esto puede estar afectando algunos parámetros reproductivos (San Martín, 1996). La nutrición es uno de los factores más importantes que se puede controlar y que influye en la reproducción (Senger, 2001). Las alpacas tienen una tasa de preñez muy baja debido a la elevada tasa de mortalidad embrionaria, durante los primeros 35 días de gestación (Bravo y Sumar, 1989), Los camélidos presentan similar tasa de fertilidad que otras especies, con un 90% de fecundación; sin embargo, la tasa de preñez y tasa de nacimientos es menor al 50%, atribuido a diversos factores entre los que se incluyen los factores nutricionales (Tibary y Vaughan, 2006).

La nutrición proteica en camélidos requiere mayor esfuerzo de investigación. En primer lugar, las investigaciones indican que estos animales tienen un bajo requerimiento de proteína (Van Saun, 2008). Un problema no resuelto con los camélidos es que normalmente tienen alta concentración de nitrógeno de urea en sangre (NUS) en comparación con otros rumiantes (Simons *et al.*, 1993). En la reproducción de ganado de leche, las concentraciones de NUS elevadas se ha asociado negativamente con reducidas tasas de preñez y aumento de la muerte embrionaria temprana (Butler, 2000). Estudios que investigan los efectos del exceso de alimentación en proteína cruda han reportado aumento de días a la ovulación y por ende la disminución de la fertilidad (Carrol, *et al.*, 1988), además los bajos niveles de proteína de la dieta al parecer no tienen ningún efecto perjudicial sobre la fertilidad en vacas (Sinclair *et al.*, 2014).

Las teorías actuales indican un efecto negativo de NUS directamente en el desarrollo embrionario (Sinclair, 2000) o una alteración del ambiente uterino mediante la escisión de la urea (Elrod y Butler, 1993). Estas observaciones pueden ayudar a explicar la mayor prevalencia de muerte embrionaria temprana y la repetición de celos en camélidos (Van Saun, 2008). Es evidente que se necesita más información sobre las necesidades de proteínas de los camélidos y sus posibles efectos sobre la reproducción como en la dinámica folicular, ovulación, desarrollo del cuerpo lúteo y el medio ambiente uterino. Esta investigación se centra en los efectos perjudiciales de alto o bajo valor proteico de la dieta que pueden ser ejercidas sobre los mecanismos fisiológicos de los ovarios y el útero. Una mejor comprensión de los efectos nutricionales proteicos y los niveles de nitrógeno ureico en sangre puede ayudarnos a desarrollar estrategias nutricionales para mejorar los parámetros reproductivos en camélidos sudamericanos.

En tal sentido el objetivo general es evaluar el efecto de la nutrición proteica sobre características reproductivas y salud uterina en alpacas, siendo los objetivos específicos.

- Determinar los niveles de nitrógeno ureico sanguíneo, proteína total en suero y proteína cruda en la dieta, sometidas a pastoreo en regiones altoandinas.
- Determinar el efecto de tres niveles de proteína en la dieta sobre los valores de nitrógeno ureico sanguíneo, consumo, peso vivo, ovulación, preñez, mortalidad embrionaria y endometritis en alpacas.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1 Nutrición y fertilidad

La información sobre la interacción de la nutrición y reproducción en camélidos sudamericanos (CSA) es limitada. No obstante se considera que el entendimiento de esta interacción, particularmente en CSA, debe partir de la relación existente entre los eventos productivos (Figura 1), especialmente aquellos que integran la reproducción sexual de hembras y machos, que van desde la producción de gametos viables, cópula oportuna, fertilización, implante y gestación, parto y lactación (Novoa, 1991), con la disponibilidad y calidad de forraje en el medio natural de crianza de estas especies (San Martín, 1996).

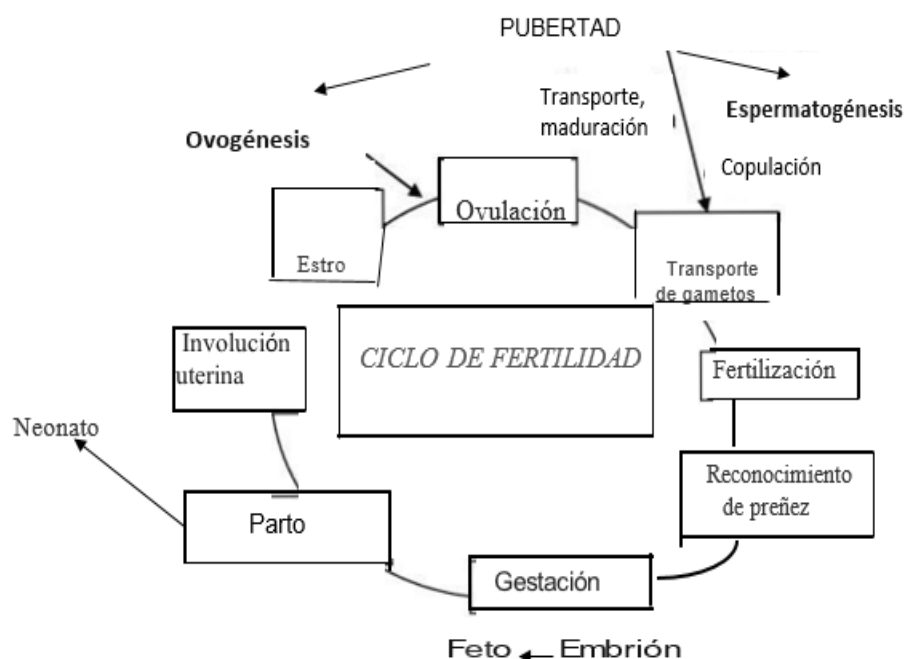


Figura N° 1: Secuencia de eventos reproductivos en camélidos (Van Saun, 2008)

La nutrición puede influir en la función ovárica por la modulación de la secreción de la hormona luteinizante (LH) y la secreción de la hormona folículo estimulante (FSH), ya sea en condición de alta o baja ingesta de alimento (Van Saun, 2008).

Estudios más recientes mencionan la influencia de la nutrición sobre el eje hipotálamo-hipófisis, han probado la hipótesis que las hormonas metabólicas como señales nutricionales, ejercen un efecto directo en el ovario. El tratamiento con somatotropina bovina recombinante (rGH) aumenta la población de pequeños folículos ováricos; esto está asociado con el aumento en las concentraciones circulantes de insulina y con el factor de crecimiento insulínico I (IGF-I). (Rivas *et al*, 2011) El desempeño reproductivo es la culminación de muchos procesos complejos anatómicos de desarrollo, fisiológicos y de comportamiento (Van Saun, 2008).

Las deficiencias nutricionales tienen consecuencias en diversas etapas del ciclo reproductivo, desde un retraso en el inicio de la actividad reproductiva o pubertad o en el reinicio de la actividad reproductiva post parto; deficiencias en la actividad ovárica, conducta de receptividad e interés sexual; así como la producción de gametos con una reducida capacidad fecundante, afectando la sobrevivencia embrionaria e incluso el mantenimiento de la gestación. En los procesos metabólicos para la distribución de nutrientes, la reproducción no es considerada como un evento con una alta prioridad, más aun cuando dicha distribución varía entre los órganos y el estado fisiológico del animal (Roche *et al*, 2013). Sin embargo, si bien la nutrición tiene una influencia directa sobre los diversos eventos reproductivos, hay que considerar que es uno de los factores factibles de ser controlados, mediante adecuados esquemas de manejo (Lucy, 2001; Webb *et al*, 2004).

Deficiencias o excesos nutricionales pueden impedir el desarrollo anatómico (pubertad, crecimiento embrionario o fetal), la producción de hormonas (ciclicidad, el mantenimiento de la preñez), alterar la respuesta inmune (condiciones de la enfermedad, la viabilidad fetal y neonatal), o directamente afectar la función reproductiva (foliculogénesis, la ovulación, función del cuerpo lúteo) (Van Saun, 2008). En camélidos el desempeño reproductivo, según la definición de las tasas de preñez puede variar ampliamente de <50% a 90%, dependiendo de muchos factores, incluyendo la nutrición (Tibary y Vaughman, 2006). Los problemas reproductivos más comunes en hembras han sido encontrados en repetición de servicios (75,6%), pérdida temprana del preñez (18,3%), defectos anatómicos (4,9%), y los problemas de conducta (2,4%) (Tibary *et al*, 2001).

Las infecciones uterinas son el problema comúnmente más diagnosticado y probablemente contribuyen a la repetición de servicios y las pérdidas tempranas de preñez (Powers *et al*, 1990; Tibary *et al*, 2001). Muerte embrionaria temprana también es común en camélidos, con una prevalencia del 50% (hasta el día 30) al 58,7% (hasta el día 45), aunque los datos de prevalencia más recientes fueron más bajos (35% hasta el día 45) (Díaz, 1999; Tibary, 2007).

2.1.1 Nutrición proteica en camélidos sudamericanos

Las proteínas son compuestos orgánicos esenciales que comprenden cadenas de aminoácidos y contienen aproximadamente 16% de nitrógeno. La proteína dietética debe ser hidrolizada a sus aminoácidos constituyentes para la absorción intestinal. Los aminoácidos entran en las diversas vías del ciclo del ácido cítrico para generar trifosfato de adenosina (ATP), similar a los hidratos de carbono. La desintoxicación del amoníaco generado se produce principalmente a través del ciclo de la urea, a un gasto de energía, la producción de urea resultante de la oxidación de amino ácidos no sólo requiere entrada de energía sino que también aumentan el requerimiento de agua del animal para excretar urea (Van Saun *et al*, 2014).

En los rumiantes, la concentración de niveles de nitrógeno ureico sanguíneo (NUS) refleja niveles de proteína de la dieta. Las dietas bajas en proteínas resultan bajos niveles de NUS, mientras altos niveles de NUS se asocian con las dietas altas en proteínas o degradación de las proteínas en exceso. Concentraciones altas de NUS en camélidos indican que están siendo sobrealimentados con alto contenido de proteína en la dieta en relación a los requerimientos nutricionales, además el metabolismo de urea se presenta de manera diferente en comparación a los rumiantes, principalmente teniendo una alta tasa metabólica en el recambio de proteínas (Van Saun, 2006).

Los aspectos de nutrición y alimentación de estas especies son de crucial importancia para llegar a plantear sistemas de producción viables. Respecto de esta temática, la información existente tanto a nivel nacional como internacional es escasa. Sin embargo, existen bases para afirmar que estos animales poseen ciertas particularidades fisiológicas que les permiten ser más eficientes que los rumiantes tradicionales (bovinos, ovinos) en la utilización de alimentos, y en especial aquéllos de más pobre calidad por su alto contenido de paredes celulares y/o bajo contenido nitrogenado (San Martín y Bryant, 1989).

Los resultados de un estudio del metabolismo de la urea en llamas determinaron que tienen una tasa de reciclaje de urea, y tasa de excreción de urea renal muy baja en comparación con otros rumiantes (Hinderer, 1975). Se ha planteado la hipótesis de que los camélidos metabolizan aminoácidos para apoyar su estado de glucosa en la sangre, lo que explica las concentraciones de NUS más altas, e indicando que tiene un requerimiento mayor de proteína (Van Saun, 2006).

En la reproducción de ganado de leche, las concentraciones de NUS elevadas se han asociado negativamente con las tasas de concepción reducidas y aumento de la muerte embrionaria temprana (Butler, 2000). Las teorías actuales indican que tienen un efecto negativo de amoníaco directamente en el desarrollo embrionario (Sinclair *et al.*, 2000) o una alteración del ambiente uterino mediante la escisión de la urea (Elrod y Butler, 1993). Estas observaciones pueden ayudar a explicar la mayor prevalencia de muerte embrionaria temprana y la repetición de celos en camélidos (Van Saun, 2008). Otros datos también indican una mayor prevalencia de infecciones uterinas asociadas con las concentraciones más altas de NUS (Van Saun, datos no publicados).

2.1.2 Proteína en la dieta y performance reproductiva.

Los camélidos sudamericanos, principalmente la llama (*Lama glama*) y la alpaca (*Lama pacos*), presentan con mayor frecuencia problemas de infertilidad. Los camélidos pueden ser inherentemente más susceptibles a las infecciones uterinas como resultado de sus adaptaciones fisiológicas para concentraciones más altas de NUS. Alimentar con dietas altas en proteínas también aumentará las concentraciones de NUS y puede contribuir aún más al problema. Claramente, se necesita más información sobre los requerimientos de proteínas de los camélidos y los posibles efectos sobre performance reproductivo (Van Saun, 2008).

Las estrategias dietéticas para cumplir con los requerimientos nutricionales de vacas de alta producción se han ajustado en respuesta a las ganancias genéticas en la producción de leche. Las dietas ricas en proteína cruda (PC) del 17% al 19% se utilizan para alimentar usualmente durante la lactancia temprana para estimular y apoyar la alta producción de leche, sin embargo, las dietas altas en proteínas se han asociado con performance reproductiva reducida (Butler, 1998; Westwood *et al.*, 1998). Los estudios indican que la alimentación con alto contenido de proteínas en la dieta no parecen tener un fuerte impacto en el reinicio

de la actividad ovulatoria en las vacas después del parto, además evidencias indican que la reducción de las concentraciones de progesterona en plasma durante el período de reproducción temprana puede ser una consecuencia de las demandas metabólicas de un alto rendimiento de la leche y un alto consumo de proteínas en la dieta (Butler, 2000).

El desarrollo de embriones depende de la naturaleza del ambiente uterino. El medio luminal uterino es dinámico y presenta marcadas diferencias entre las etapas del ciclo estral como consecuencia de la regulación esteroidea ovárica de la secreción endometrial. Se ha demostrado que la ingesta de dietas ricas en proteínas por vacas lactantes altera el potencial de hidrogeno (pH) y las concentraciones de otros iones en las secreciones uterinas, pero solo durante la fase lútea y no en el estro. El pH uterino también se vio afectado en novillas alimentadas con un exceso de proteína degradable en el rumen y se asoció con una fertilidad reducida (Butler, 1998).

2.1.2.1 Exceso de proteína en la dieta

El consumo de niveles altos en proteína en la dieta puede dar como resultado concentraciones elevadas de amoníaco, urea o ambos en sangre, según el equilibrio de las fracciones de proteínas presentes en el rumen y la disponibilidad de carbohidratos fermentables. Las concentraciones aumentadas de nitrógeno en la urea en plasma o en la leche están altamente correlacionadas con la disminución de la fertilidad en las vacas (Butler, 1998; Wittwer *et al.*, 1999). La urea plasmática está relacionada con el pH luminal, como resultado de las dietas ricas en proteína cruda, el aumento de las concentraciones plasmáticas de urea puede interferir con las acciones normales de la progesterona en el ambiente uterino por lo tanto, causar problemas en el desarrollo embrionario (Butler, 2000).

El exceso de proteína cruda en la dieta ha sido asociado con mortalidad embrionaria. Hay una hipótesis que plantea que la concentración de LH, y por lo tanto de progesterona, podrían verse afectadas por elevados niveles de proteína en la ración, tal vez no en forma directa sino, por la deficiencia de energía que los excesos proteicos generan. Existe una relación estrecha entre el exceso de proteína cruda con la concentración de progesterona, esta relación podría darse por el balance energético negativo en vacas al comienzo de la lactación, por el gasto de precursores de la glucosa y el consumo energético extra que supone transformar el amonio en urea (este hecho sólo se relaciona con la proteína degradable en rumen). Esto ocasionaría aumento del balance energético negativo y caída de la glicemia, lo que sería

captado por la hipófisis como una señal negativa para la liberación de LH (Campos y Hernandez, 2008).

Un exceso de proteína tal que reduzca los niveles de progesterona y de bTP-1 proteína trofoblástica, actualmente, identificada como el Interferón tau (IFN-t), perteneciente a una subclase de los interferones Omega, y definidos como los factores de reconocimiento materno-fetal en bovinos, podría ocasionar mortalidad embrionaria en torno al día 17 después de la inseminación debido a la pérdida del efecto de ambos compuestos frente a la respuesta inmunitaria de la madre. (Martínez, et al. 1999; Moreira y Morales, 2001). Niveles excesivos de proteína en la dieta que conduzcan a altos niveles de urea en la sangre, reducen el pH uterino con lo que se estimula la producción de la prostaglandina F2 alfa (PGF2- α) la que, a su vez estimula la contractibilidad uterina y reduce la viabilidad de implantación del embrión (Correa, 2001).

Así mismo, se ha observado que altas concentraciones de urea en sangre reducen la formación de progesterona, en ambos casos se altera la actividad reproductiva. La progesterona es una hormona lipídica que es producida por el cuerpo lúteo bajo el estímulo del (IGF-I) y, como se había señalado previamente, se ha observado que este factor de crecimiento también se ha reducido en la medida en que se ha incrementado el potencial genético para producción de leche de tal manera que la reducción en la concentración del IGF-I podría ser una de las causas de la disminución en la concentración de la progesterona. Ahora, aunque es considerado que la hormona del crecimiento (HC) regula la síntesis de IGF-I en el hígado, esta hormona no es efectiva a menos que exista un nivel umbral de insulina y esta última también se ve reducida en vacas de alta producción al inicio de la lactancia (Correa, 2001) y bajo condiciones de balance energético negativo, tal como se presenta en el postparto temprano.

Una de las situaciones de origen nutricional asociada a metritis es el exceso de proteína cruda en la dieta. Las vacas requieren de un adecuado aporte de proteína. En el afán de suplir las necesidades nutricionales y evitar las limitaciones de aminoácidos, se cae en el error de suministrar excesos de proteína, trayendo como consecuencia una disminución de la eficiencia reproductiva, debido a la relación de los altos niveles de proteína en la dieta con la falla reproductiva específica. Un exceso de proteína tiene como consecuencia un aumento en la producción de amoniaco y por ende mayor síntesis de urea por parte del hígado (Bach, 2000).

Como consecuencia de lo anterior hay un incremento en la concentración de urea en la sangre, a nivel uterino y en el moco vaginal. A nivel uterino, la urea parece tener un efecto sobre la función hormonal y depresora de la protección inmune. El mecanismo específico se basa en la toxicidad directa de la urea, en la pérdida del balance energético y en la concentración de diaminas de ácido carbónico que favorecen la amplia difusión de la urea en todo el endometrio. Al nivel hormonal la presencia de urea impide el mantenimiento del gradiente de pH (inducido por la progesterona) que existe entre las células apicales y basales de la pared uterina (Martínez y Sanchez, 1999).

Así la progesterona no puede mantener el gradiente de pH y se incrementa la secreción de PGF2 α ; la cual afecta de forma negativa tanto la supervivencia, como el desarrollo embrionario. A nivel inmunológico se produce un efecto negativo debido a la alta concentración de amonio y urea en la sangre, esto deprime la actividad de los linfocitos e impide la defensa celular contra los agentes nocivos provocadores de la metritis infecciosa, favoreciéndose el desarrollo microbiano. Para determinar la cantidad y la calidad de la nutrición proteica del animal se utilizan indicadores como la concentración de urea en sangre y en leche, NUS y NUL respectivamente.

2.1.2.2 Deficiencia de proteína en la dieta

En camélidos sudamericanos se presenta problemas de deficiencias nutricionales ya que estos animales principalmente se encuentran en zonas altoandinas, donde probablemente la disponibilidad de pastizales no proporcione los niveles adecuados de proteína según sus requerimientos nutricionales. Dietas con limitada proteína cruda (PC) pueden comprometer el crecimiento y la fermentación microbiana ruminal, que a menudo se refleja en una disminución del consumo de materia seca y de la producción de leche. (Butler, 2005).

Bajos niveles de proteína de la dieta al parecer no tiene efecto perjudicial sobre la fertilidad en vacas (Sinclair *et al*, 2014). Lean *et al*. (2012) no encontró ninguna influencia de los niveles de urea sobre la tasa de concepción con bajos niveles de proteína en la dieta. A pesar de ello se han relacionado indirectamente los efectos sobre la reproducción, demostrando que actúan tanto a nivel ovárico y uterino para influir en la función reproductiva (Butler, 1998).

Por otro lado, Triplett *et al.* (1995) alimentaron vacas de engorde en etapa postparto con suplementos que contenían diferente porcentaje de proteína no degradable en el rumen (bajo, 38.1%; moderado, 56.3 %; o alto, 75.6%). Las vacas que recibieron suplementos con bajo contenido de proteína no degradable tuvieron una menor tasa de concepción al primer servicio que las vacas que recibieron suplementos con moderado o alta proteína no degradable (29.2 vs. 57.6 vs. 54.6%, respectivamente).

Carroll *et al.* (1988) reportaron que vacas de primera lactancia alimentadas con una dieta con 20% de PC tuvieron un intervalo más largo a la primera ovulación que aquellas vacas alimentadas con una dieta con el 13% de PC (30 vs. 18 días), es decir que a bajos niveles de proteína cruda se obtuvo un intervalo corto en la primera ovulación. En otro estudio, Barton *et al.* (1996) evaluaron el impacto de la PC en la dieta de vacas Jersey y Holstein. Las vacas alimentadas con una dieta con el 20% de PC tuvieron una media de urea en sangre de 21,0 mg/dl en comparación con una media de 8,6 mg/dl en vacas alimentadas con una dieta baja de 13% de PC. Sin embargo, parámetros reproductivos como el intervalo al primer celo y la ovulación, la tasa de concepción al primer servicio, servicios por concepción y días abiertos no fueron afectados por el nivel de proteína en la dieta.

2.1.3 Nutrición en el periparto

Se ha demostrado que la nutrición de los animales en gestación, en todas las etapas de la preñez influye en la viabilidad de la cría. Los requerimientos de nutrientes para camélidos en último tercio de gestación son ligeramente más altos que en mantenimiento. Los camélidos en gestación requieren cantidades definidas de energía, proteínas, minerales y vitaminas para mantener las funciones normales del cuerpo así como para apoyar el desarrollo fetal. El crecimiento fetal es exponencial, con más del 60% del crecimiento total que se produce en los últimos 2 a 3 meses de gestación. Las llamas generalmente aumentan el 10-15% del peso corporal de mantenimiento durante los últimos tres meses de gestación (Smith *et al.*, 1994).

Como resultado de este patrón de crecimiento, hay un aumento sustancial en los requerimientos de nutrientes para el animal al final de la preñez en comparación con las necesidades requeridas para el mantenimiento o en la preñez temprana. Investigaciones con bovinos y ovinos han demostrado que la nutrición en gestación influye en la calidad y cantidad del calostro, el rendimiento y la composición de la leche, la viabilidad del recién

nacido y la fertilidad futura de la madre. Estos datos revelan los problemas nutricionales críticos que deben abordarse durante la preñez. El feto necesita energía, principalmente en forma de glucosa, para soportar el crecimiento (Bell, 1995).

Durante los períodos en que el animal no consume suficiente alimento para satisfacer las necesidades de energía, el animal la extrae de sus reservas de grasa y moviliza proteínas corporales para compensar la diferencia de energía. La movilización materna de proteínas puede mantener patrones de crecimiento fetal bastante normales durante períodos cortos de desnutrición. La desnutrición proteica materna severa o prolongada resulta en un retraso del crecimiento fetal, y también puede afectar negativamente la viabilidad del recién nacido a través de una capacidad termogénica disminuida y una producción de calostro de calidad reducida. Las pérdidas preparto en las reservas maternas de nutrientes o en las proteínas corporales pueden tener graves efectos perjudiciales en la salud materna, la lactancia y el rendimiento reproductivo luego del parto, ya que estas reservas de nutrientes son fundamentales para apoyar las pérdidas tempranas de nutrientes durante la lactancia.

La nutrición no solo tiene un efecto directo en el rendimiento reproductivo, sino que también puede aumentar la susceptibilidad a enfermedades metabólicas e infecciosas, debido a alteraciones fisiológicas e inmunológicas cerca del momento del parto (Goff, 2006). En consecuencia, la nutrición afecta de manera adversa el rendimiento reproductivo indirectamente a través de su mediación de la prevalencia de enfermedades en proceso de periparto (Ferguson, 2005).

2.2 Metabolismo de la urea en camélidos sudamericanos

El mayor reciclaje de urea y su utilización han sido relacionados con una tasa más lenta de pasaje en los compartimentos C-1/C-2 constituyendo una adaptación fisiológica propia de los camélidos, que les permite sobrevivir en ambiente nativo agreste donde existen forrajes de baja calidad durante una porción significativa del año (Van Saun, 2006). De la información existente hasta la fecha, se puede inferir durante el año los niveles de NUS constituyendo este metabolito un excelente indicador de la ingestión y disponibilidad de proteína (Hamond, 1997).

El nitrógeno dietético se compone de varios componentes no proteicos (NNP) y proteína verdadera (aminoácidos y verdaderas fuentes de proteínas). Las bacterias de fermentación son capaces de utilizar muchas fuentes de nitrógeno para apoyar la producción de proteína microbiana, mientras que el animal huésped tiene un registro absoluto de aminoácidos para soportar los procesos fisiológicos. El animal sintetiza urea en el hígado a partir de residuos nitrogenados generados por animales y bacterias. Los animales generan residuos de nitrógeno (amoníaco) a partir de la degradación de proteínas durante el recambio celular como así como del uso de aminoácidos para la producción de energía o glucosa. La generación de nitrógeno generalmente en forma de amoníaco se da a partir del sistema de fermentación y de una interacción compleja con la disponibilidad de la dieta.

Cuando el nitrógeno dietético supera la capacidad microbiana para incorporar proteína bacteriana, este exceso de nitrógeno pasará al sistema venoso portal y se entregará al hígado para la desintoxicación en urea. Además de eliminar la urea por vía renal, los animales pueden reciclar la urea a través de la saliva en el sistema de fermentación (Van Soest, 1994). Esta adaptación evolutiva en rumiantes proporciona a la población microbiana del rumen el nitrógeno necesario incluso cuando la proteína dietética es limitada.

Las medidas de concentración de nitrógeno ureico en suero (NUS) con frecuencia se utilizan como medida clínica para evaluar la función renal. La concentración de urea sérica también se puede utilizar para evaluar el estado de proteínas en la dieta en rumiantes (Meléndez *et al.*, 2005). El rango de referencia de NUS parece ser similar para ganado vacuno y ovino comparado con llamas y alpacas.

Rangos de referencia en llamas y alpacas fueron estimados a partir de muestras recolectadas de animales sanos sugiriendo que no hay indicación de enfermedad renal. Ninguno de estos estudios tuvo datos sobre el nivel de suplementación proteica en la dieta, sin embargo, cuando comparamos los niveles de NUS de llama y alpaca con rumiantes, parece que los camélidos tienen mayores concentraciones de NUS con un valor medio $> 18,6$ mmol / l (Simons *et al.*, 1993).

Mayores concentraciones de NUS en camélidos sugieren que están siendo sobrealimentados de proteínas en relación con los requerimientos, sin embargo el metabolismo de las proteínas es algo particular en estas especies. Datos de Hinderer y von Engelhardt, 1975 sugieren que

las llamas tienen una alta tasa de recambio de urea y tasa de excreción de urea renal en comparación con otros rumiantes. Estas diferencias permiten a los camélidos reciclar más urea al estómago y ser usadas por las bacterias para producir proteínas microbianas. Adicionalmente para reciclar más urea para las bacterias, las llamas tienen mayor actividad de la enzima ureasa que es necesaria para metabolizar la urea, en comparación con otros rumiantes. (Hinderer y von Engelhardt, 1975). El mayor reciclaje y la mayor utilización de la urea junto con la velocidad de paso más lento en C-1 / C-2 son adaptaciones fisiológicas críticas de camélidos permitiéndoles sobrevivir en su ambiente nativo bajo condiciones rigurosas de alimentación con forrajes de baja calidad durante gran parte del año.

La información sobre metabolitos sanguíneos en alpacas podría utilizarse en el estudio nutricional y estado de salud de estos animales, además nos sirve para estudiar el comportamiento de estas variables en condiciones ecológicas diferentes así como también a cambios que pudieran producirse al criar estas especies en un ambiente diferente. Al respecto algunas investigaciones evidencian que la determinación de metabolitos sanguíneos está sujeta a las capacidades adaptativas propias de su hábitat. La bioquímica sanguínea es la valoración de la concentración de metabolitos en la sangre, representa un análisis integrado de la adecuación del suministro de nutrientes con relación a su utilización, así como también refleja el funcionamiento renal y hepático (Marini *et al*, 1998).

La nutrición es uno de los factores más importantes y controlables que influyen en los parámetros productivos. Los componentes bioquímicos de la sangre, permiten comprender el rol fundamental de la sangre en la conservación de homeostasis. Los valores bioquímicos pueden ser influenciados por diferentes factores como sexo edad, estado reproductivo, estrés y estación de año (Siguas y Olazabal, 2008). En la mayoría de las especies la información relacionada con parámetros bioquímicos es abundante, sin embargo en camélidos esta información es incompleta (Quispe *et al*, 2016).

La valoración química sanguínea se podría utilizar para evaluar el estado nutricional y sanitario de los animales y especialmente para descubrir carencias de alimento (Flores *et al*, 2016), cabe indicar que también para problemas clínicos y alteraciones metabólicas (Sanchez Araujo *et al*, 2011), los camélidos, presentan características bioquímicas propias a la adaptación de su hábitat.

Varias interacciones entre nutrición y reproducción han sido objeto de numerosos estudios en vacunos de carne y leche, estos han demostrado un papel importante de la energía y proteína antes, durante y después del parto en la reproducción, bajo este contexto se resalta la importancia de medir el status nutricional en último tercio de gestación. También el estado nutricional de muchos minerales y vitaminas influye en el rendimiento productivo y reproductivo. La nutrición no sólo tiene un efecto directo en la reproducción sino también en la sanidad, por ejemplo al momento del parto aumenta el metabolismo y la susceptibilidad a enfermedades infecciosas, debido a alteraciones fisiológicas e inmunológicas en este periodo.

2.3 Características reproductivas

2.3.1 Ovulación

Los camélidos sudamericanos son clasificados dentro de la categoría de animales conocidos como “ovuladores inducidos o reflejos” (Novoa, 1970). La ovulación ha sido descrita como un evento ocurrido como consecuencia de la cópula en la alpaca (Fernández *et al.*, 1970) y en la llama (England *et al.*, 1969). Un único apareamiento por un macho intacto o vasectomizado es suficiente para inducir la ovulación, ocurriendo a los 1,8 días. (Adams *et al.*, 1990) o a las $34,2 \pm 12,8$ horas después de la cópula (Aller y Alberio, 1996). Hay un aumento en la hormona luteinizante (LH) 15 minutos después del comienzo de la cópula, seguido por un pico a las 2 horas y un retorno a niveles basales a las 72 horas (Bravo *et al.*, 1990).

La ovulación en los CS es dependiente de la liberación de LH en respuesta a la cópula y es común que las hembras reciban más de un servicio natural en 24 horas. Bravo *et al.* (1992) encontraron que los apareamientos adicionales a las 6 y 24 horas del apareamiento inicial no produjeron liberación de LH adicional ni aumento en la tasa de ovulación. En cambio, la tasa ovulatoria después de un apareamiento natural, fue mejorada en 10% al administrar conjuntamente hCG (750 UI) (Adam *et al.*, 1992). Este aumento no fue observado utilizando GnRH (Aller *et al.*, 1997). Múltiples ovulaciones ocurren en alrededor del 10% de las hembras siguiendo al servicio natural (Fernández *et al.*, 1970).

Las ovulaciones ocurren con similar frecuencia en ambos ovarios en alpacas (Sumar, 1985) y la respuesta ovulatoria en llamas y alpacas varía dependiendo si el folículo está creciendo,

madurando o se encuentra en regresión (Bravo *et al.*, 1991). Estos autores observaron que la ovulación no ocurre en ninguna de las hembras con folículos ováricos < 7 mm de diámetro en el momento de la cópula, es decir, la ovulación ocurrió cuando los folículos tuvieron un diámetro ≥ 7 mm. Los folículos en estado de regresión al momento del apareamiento se luteinizaron y no se observó ovulación, demorando por 5 a 7 días el desarrollo del nuevo folículo dominante.

Los tratamientos con una única inyección de hCG (500-700 IU, IM.) (San Martín *et al.*, 1968) o GnRH (Bourke *et al.*, 1995) produjeron ovulaciones después de 26 y 28 horas respectivamente. Dos análogos sintéticos de la GnRH (Buserelina y Lecirelina) fueron comparadas por Aller *et al.*, (1999) y no se observaron diferencias en la tasa ovulatoria. La incidencia en las fallas de la ovulación no ha sido muy estudiadas en experimentos controlados. La tasa de ovulación después de un único o múltiples apareamientos fue del 82% (Fernández *et al.*, 1970).

El mantenimiento del cuerpo lúteo subsiguiente a un apareamiento infértil resultó en una fase prolongada de no receptividad. Esta característica es común del ciclo reproductivo de los “ovuladores inducidos” (gata, coneja) y ha sido observado en aproximadamente un tercio de las alpacas que tuvieron un apareamiento y no han gestado (San Martín *et al.*, 1968).

Pocos estudios han sido realizados para determinar los factores involucrados en el evento de la ovulación. En alpacas fueron comparadas las tasas ovulatorias en hembras que recibieron, 1) monta, 2) monta con o sin inseminación artificial (IA), 3) servicio interrumpido, 4) servicio estéril (machos vasectomizados) con o sin IA, 5) único servicio fértil y 6) múltiples servicios fértiles (Fernández *et al.*, 1970). Estos autores concluyeron que la monta acompañada por la introducción del pene fue necesaria para estimular la ovulación, o sea, los estímulos diseñados para inducir ovulación sin la introducción del pene fueron menos efectivos que aquellos en los cuales fue acompañado por el coito (Sumar, 1994).

Inversamente, investigadores en China, concluyeron que algún factor en el semen de camello fue el responsable de la ovulación y no el estímulo mecánico (Chen *et al.*, 1985). En llamas y alpacas, Adams *et al.* (2005) determinaron la presencia de un potente “Factor de Ovulación” en el plasma seminal y la tasa ovulatoria fue similar a la observada con GnRH cuando fue administrada por vía intramuscular. Esta acción no fue observada cuando fue

administrada por infusión intrauterina. Además, Ratto *et al.* (2006), lograron una tasa ovulatoria de 100% utilizando plasma seminal de llamas y alpacas, y de 26% cuando inyectaron plasma seminal de toro (*Bos taurus*).

Basados en exámenes por medio de laparotomía o postmortem, la tasa ovulatoria en llamas no apareadas fue de aproximadamente 5% (England *et al.*, 1971) y de 3,5% en alpacas (Bravo y Sumar, 1989). Estos estudios no excluyeron otros estímulos que posiblemente tengan incidencia en la ovulación, como ser, estímulos olfatorios, visuales y auditivos. No obstante, Adams *et al.*, (1989) observaron con el uso de la ultrasonografía que el 11% de las ovulaciones no estaban asociadas con el apareamiento o algún estímulo conocido. Sin embargo, Bravo *et al.*, (1990) no observaron ovulaciones espontáneas. Resultados similares también fueron observados por Aller y Alberio (1996) con la misma técnica de estudio (ultrasonografía) durante un lapso de 90 días y sin la presencia de machos.

Los camélidos sudamericanos no tienen ciclos estrales como otras especies domésticas (Aller, 2007; Bravo, 2002). Cuando las hembras no son expuestas al macho, presentan largos períodos de receptividad (England *et al.*, 1971) y cortos períodos de no receptividad entre 48 a 72 horas (San Martín *et al.*, 1968).

En los camélidos sudamericanos se describen tres estadios reproductivos: a) sin ovulación, b) con ovulación y vacía y c) con ovulación y preñada (Aller, 2007). En los tres estadios la dinámica ovárica se produce siguiendo un patrón de ondas de crecimiento folicular (Gigli *et al.*, 2006; Adams *et al.*, 1990; Bravo, 2002).

Estas ondas varían en longitud (días) y en el tamaño del folículo dominante según el estado reproductivo o lactacional, la dinámica folicular se produce con emergencia sincrónica de varios folículos, uno de los cuales se convierte en dominante, los otros folículos subordinados, regresan y sufren atresia; dichas ondas tienden a superponerse y alternarse entre los ovarios (Gigli *et al.*, 2006; Bravo, 2002). En el estudio desarrollado por Bravo y Sumar (1989) observaron por laparoscopia que la onda folicular tuvo una duración de 12 días, dividiéndose en desarrollo (3-5 días), maduración (2-8 días) y regresión (3-5 días).

Aller (2007) estudiando el desarrollo de la onda folicular encontró, que el folículo dominante de la onda fue primero identificado con un diámetro de 3 a 4 mm y los folículos subordinados

no excedieron de 7mm, siendo $5,3 \pm 0,3$ mm el máximo del segundo folículo más grande y el diámetro máximo del folículo no ovulatorio fue de 9 a 16 mm, siendo el promedio de 12 mm en hembras no preñadas y 10 mm en preñadas.

La tasa promedio de crecimiento folicular fue estimada en 0,7 mm/día (Adams *et al.*, 1990); en cambio Aller y Alberio, (1996) observaron mayor rapidez en el crecimiento (1,1 mm/día). Por el contrario, la tasa de regresión es más rápida teniendo como característica una mayor variabilidad (Adams *et al.*, 1990). La incidencia de alternancia de los folículos dominantes sucesivos entre el ovario izquierdo y derecho no difiere de la incidencia de no alternancia (Adams *et al.*, 1992; Aller y Alberio, 1996). Se observó que el 81% de las ondas foliculares se presentaron alternadas entre ovarios (Bravo *et al.*, 1990).

Aller (2007) menciona que el intervalo entre ondas sucesivas fue más largo en no preñadas (20 días) que en preñadas (15 días). Bravo *et al.* (1990) observaron en alpacas un intervalo entre ondas de 11,1 días. El largo de la onda folicular en alpacas tiene una duración 10 a 12 días en un 59%, de 15 días en un 29% y en 18 días en un 12% (Sumar, 1985); también Gigli *et al.* (2006), indican una duración de la onda folicular de 12 a 14 días.

2.3.2 Preñez temprana

En camélidos, la ovulación, el desarrollo del cuerpo lúteo y la producción de progesterona son similares en hembras preñadas y no preñadas para los primeros 8 días después de la monta y la ovulación. Una disminución temporal de la progesterona en la sangre se reportó desde el día 8 a 12 después de apareamiento, durante el periodo de reconocimiento materno de la preñez (Aba *et al.*, 1997; Sumar *et al.*, 1993).

Estudios en alpacas muestran que 30 a 40% requieren de una monta para ovular (Sumar *et al.*, 1993, Bravo *et al.*, 1991) y que muchos problemas en la concepción son debidos a mortalidades embrionarias que ocurren de los primeros 35 días de la gestación (Fernández-Baca *et al.*, 1970). Estudios más recientes encontraron 20% de fallas ovulatorias por deficiente respuesta de la hembra al estímulo coital del macho (Leyva y García, 1999) y 12% de pérdida del óvulo fecundado dentro de los primeros 5 días post-ovulación (Leyva y García, 1999), además, se sugirió que el estradiol de los folículos estrogénicos presentes alrededor de este periodo afectaban el desarrollo del cuerpo lúteo (Leyva y García, 2000).

Estos mismos autores demostraron en base a la disminución del tamaño del cuerpo lúteo, que hay una relación entre cuerpos lúteos afectados y mortalidad embrionaria en estadios posteriores (Leyva y García 1999). La asociación de estos resultados con los de Fernández-Baca *et al.* (1970) Sugieren la ocurrencia de una mayor mortalidad en estadios más avanzados de la gestación temprana; sin embargo, esta información requiere ser confirmada, sobretodo la magnitud de la mortalidad embrionaria y la probable alteración hormonal, alrededor del proceso del reconocimiento maternal de la preñez, el cual, en base a un descenso temporal de los niveles de progesterona, ha sido sugerido que puede ocurrir entre los días 9 y 11 post-ovulación en alpacas (Aba *et al.*, 1995).

Las concentraciones de progesterona en plasma aumentan en 5 días después del apareamiento y mantienen $> 2,0$ ng / ml hasta 15 días antes del parto, Las concentraciones de progesterona en plasma en la llama fueron significativamente elevados por 5 días después del apareamiento y se mantuvo alta durante la preñez. La media de las concentraciones de progesterona (3,0 -4,5 ng/ml) siendo similar a reportes para otras especies durante la misma etapa de preñez, concentraciones de cortisol en plasma se mantienen relativamente constante ($14,0 \pm 9,0$ ng / ml) a través de la mayor parte de la preñez (Leon *et al.*, 1990).

Los niveles basales de progesterona se incrementan hasta el día 8 en alpacas no preñadas (12.03 nmol/l) y hasta el día 9 en llamas no preñadas (14.10 nmol/l). Posterior a ello se observó una caída rápida de la progesterona circulante, hasta los niveles basales en los días 10 y 11 post servicio en alpacas y llamas respectivamente. Los niveles de progesterona en alpacas preñadas se mantuvieron altos después del día 8 hasta el día 30 post servicio, fluctuando entre 12,32 y 17,36 nmol/L (Sumar *et al*, 1993).

2.3.3 Mortalidad embrionaria

En un estudio conducido por Fernández-Baca *et al.* (1970), el 70% de los óvulos recuperados tres días después de la monta con machos enteros estaba fertilizado, pero solamente un 50% sobrevivió más allá de los 30 días de gestación. La mortalidad embrionaria durante los primeros meses de gestación es más alta en alpacas que en otras especies domésticas y representa un serio problema de reproducción de esta especie.

La mortalidad embrionaria temprana es común en los camélidos y se estima que afecta a un 10-15% de todos las preñeces en los primeros 60 días de preñez (Adams, 1997; Bravo *et al*,

1995; Cárdenas *et al.*, 2003). La incidencia de muerte embrionaria temprana puede ser tan alta como 60 a 80% en condiciones extremas en los primeros 90 días de gestación (Alarcón *et al.*, 1990). Los factores responsables de esta alta tasa de mortalidad son desconocidas, la restricción alimenticia, el reconocimiento de la preñez temprana, la insuficiente migración del útero, el fracaso de la implantación (Fibrosis uterina), restricciones alimenticias, presencia de infección o enfermedad parasitaria, el estrés, los desequilibrios hormonales o aberraciones cromosómicas pueden ser causas (Aba *et al.*, 1997; Tibary *et al.*, 2001).

En primerizas experimentaron pérdidas embrionarias tempranas en mayor parte que las hembras de mayor peso (Sumar, 1999). Reportes de problemas en el hato con deficiencias de pérdida de preñez temprana debido a vitaminas A y E y minerales como el selenio necesitan ser más estudiados. Se sospecha de insuficiencia lútea que podría ser la causa de la pérdida de la preñez.

La pobre eficiencia reproductiva ha sido descrita como un gran problema en los camélidos. Las alpacas tienen un promedio de fertilidad anual del 50%, y en llamas una tasa de nacimiento promedio del 46% (Fernández - Baca, 1970). La baja fertilidad en las alpacas es probablemente debido a la alta pérdida embrionaria (50 a 58%) antes de 30 días de gestación (Bravo, 2003). En el camello, la tasa reproductiva varía entre el 25% y el 80%.

Varios trastornos uterinos han sido descritos en camélidos y pueden desempeñar un papel importante en la reducción de la fertilidad en estas especies. Las infecciones uterinas son el más común de estos trastornos (Tibary y Anouassi, 1997), pero a diferencia de otras especies, poco se sabe sobre su patogenia y evolución en camélidos.

Bravo *et al.*, (1996) señalan en alpacas, que a los 4 días post cópula el óvulo fertilizado se encuentra en estadio de mórula en el oviducto y al día 7 en estadio de mórula compacta, mientras que al día 10 se encuentra en el estadio de blastocisto en el cuerno uterino. Los embriones llegan al cuerno uterino a los 5-6 días de la ovulación en forma de blastocistos en eclosión o recién eclosionados, comienzan a elongarse entre los días 9 y 10 y se establece un estrecho contacto entre el trofoblasto y el endometrio en el día 12 de gestación (Tibary, 2001).

En camélidos un feto es considerado a partir de los 55 días de gestación, toda vez que se tiene evidencia que en la quinta semana de gestación se distingue claramente la cabeza, ojos y diversos órganos internos (Pizarro, 1999).

2.4 Salud uterina

2.4.1 Endometritis

La endometritis es la inflamación superficial del endometrio, que no abarca más allá del estrato esponjoso y los tejidos glandulares subyacentes, con evidencia histológica de inflamación (Sheldon *et al.*, 2006). El proceso se caracteriza por cambios degenerativos en el epitelio superficial, congestión vascular, presencia de edema en el estroma y migración de neutrófilos y otras células inflamatorias al área afectada (Foldi *et al.*, 2006). En un proceso de endometritis hay contaminación bacteriana de la luz uterina en las primeras dos semanas después del parto, se producen en 80 a 90% de vacas en lactación. (Sheldon *et al.*, 2009). Después de varias semanas del parto hay un ciclo de contaminación bacteriana, depuración y recontaminación. En muchos animales esta contaminación bacteriana se resuelve gradualmente con la involución uterina (Timothy *et al.*, 2010). Sin embargo, la falta de solucionar la contaminación puede comprometer la función del útero y continuar la persistencia de bacterias patógenas por al menos 3 semanas postparto causando endometritis subclínica en aproximadamente de 10 a 20% del vacas posparto (LeBlanc *et al.*, 2002)

La endometritis puede incluir diversos cuadros inflamatorios causando vaginitis, cervicitis y metritis presentándose en forma esporádica (Peso *et al.*, 2014; Bustinza, 2001); produciéndose por lo menos 21 días después del parto y no se asocia con una enfermedad sistémica (Sheldon *et al.*, 2006); y es la patología más común seguida por fibrosis endometrial (Tibary *et al.*, 2001).

La endometritis fue la patología uterina más común encontrada en alpacas, seguida por fibrosis endometrial. La endometritis siempre se sospechó con antecedentes de repetición de reproducción y visualización de flujo vaginal mucopurulento. En algunos casos, la ecografía muestra cierta acumulación de líquido en la cavidad uterina. La confirmación de endometritis se basa generalmente en una citología uterina positiva y el cultivo (Tibary *et al.*, 2001).

Infección uterina es el problema reproductivo más común que resulta en la infertilidad en camélidos (Fowler, 1998; Tibary y Anouassi, 2001). Poco se sabe sobre la patogénesis y el desarrollo de esta afección en camélidos. Infección uterina se debe sospechar en animales que hayan tenido un historial de repetición de reproducción o muerte embrionaria temprana después de al menos una preñez normal. El diagnóstico se confirma por los resultados del examen clínico del animal (flujo vaginal, engrosamiento de la pared uterina, presencia de líquido intrauterino), citología y biopsia uterina.

La fibrosis uterina se sospechó por la historia y la evaluación ecográfica después confirmado por biopsia. Los parámetros de la historia más comunes en casos de fibrosis uterina fueron infertilidad desde hace mucho tiempo, y desencadenándose en la pérdida de la preñez temprana (Tibary y Anouassi, 2001).

La característica ecográfica más común fue un aumento del grosor de la pared del útero y los grandes vasos sanguíneos dilatados. La biopsia uterina es la mejor técnica para la confirmación de esta afección y el pronóstico para la fertilidad (Powers *et al.*, 1990).

Mamani (2017), evaluó dos técnicas para el diagnóstico de endometritis sub clínica pos parto en alpacas, donde se realizó en 20 alpacas primíparas y 19 multíparas a los 21 días pos parto, la ultrasonografía (48.71%) fue más efectiva que el lavado uterino (21.05%). El grado de la inflamación se evalúa mediante una evaluación de la número y la morfología de los leucocitos polimorfonucleares (PMN). La presencia de tres a cinco de PMN por campo suelen ser significativos en el diagnóstico de endometritis (Tibary, 2001)

a) Endometritis clínica

La endometritis clínica está definida como la inflamación del endometrio con presencia de descarga vaginal purulenta o mucopurulenta y generalmente se presenta después de los 21 o 26 días después del parto (Sheldon *et al.*, 2006).

b) Endometritis subclínica

La endometritis subclínica es definida como la inflamación endometrial con ausencia de secreción uterina; y que usualmente es diagnosticada por citología (Sheldon *et al.*, 2006; Foldi *et al.*, 2006); donde la endometritis subclínica está definida como el hallazgo de una

cantidad de neutrófilos mayor al 3% en muestras de citología uterina colectadas entre los 21-33 días después del parto (Tibary y Anouassi, 2001).

A continuación, se detallan algunas técnicas utilizados para el diagnóstico de endometritis subclínica.

1) Citobrush

La técnica del citobrush se basa en la obtención de células a partir del endometrio, mediante un raspado con el uso del citocepillo en la superficie interna del útero. El citobrush es la técnica más efectiva para la obtención de citologías uterinas en vacas para el diagnóstico de endometritis subclínica (Kasimanickam *et al.*, 2005).

Para obtener muestras, se utilizan pistolas de acero inoxidable, donde se acoplan en su extremo anterior cepillos estériles comúnmente usados en ginecología humana. Esto es protegido mediante una camiseta sanitaria plástica, para evitar la contaminación del cepillo con células del cuello y de la vagina. (Kasimanickam *et al.*, 2005), Se recomienda utilizar una pistola estéril para realizar la muestra de cada vaca. La técnica del citobrush permite lograr una muestra rápida para el diagnóstico de inflamación endometritis subclínica.

2) Lavado uterino

Se ha demostrado que la acumulación de fluido intrauterino está asociada con el crecimiento bacteriano y la involución uterina retardada (Mateus *et al.*, 2002); En el fluido uterino es común encontrar gran cantidad de polimorfo nucleares (PMN), por lo cual la determinación de la proporción relativa de éste tipo de células es utilizada como un método predictivo para la determinación de la endometritis y en consecuencia también permite estimar la capacidad y desempeño reproductivo de la hembra en el post parto (Gilbert *et al.*, 2005).

La técnica de lavado útero es la mejor, pero tiene la desventaja de tener un procedimiento largo (Tibary y Anouassi, 2001); otro inconveniente es que puede existir un porcentaje de fracasos como consecuencia de la imposibilidad en la recuperación del líquido utilizado para lavar el útero y el número de células encontradas puede no reflejar la proporción real de PMN, pero como ventaja es que los materiales necesarios para realizar este procedimiento son fáciles de conseguir (Kasimanickam *et al.*, 2005).

2.5 Etapas críticas en la producción de Alpacas

Al evaluar conjuntamente las diferentes fases productivas de la crianza de alpacas y llamas y la estacionalidad de la disponibilidad y calidad del forraje durante el año, es posible identificar algunas etapas en los cuales los requerimientos nutricionales de los animales son difícilmente cubiertos. Estas etapas son el destete que se realiza entre los meses de setiembre y octubre y el último tercio de gestación, que se produce entre los meses de setiembre, octubre, noviembre y diciembre (San Martín, 1996).

2.5.1 Estación Reproductiva

Estudios efectuados en alpacas criadas en su hábitat natural muestran una estacionalidad reproductora que se extiende de diciembre a marzo (San Martín, 1996); esta época coincide con los meses más abrigados del año, lluviosos y con abundancia de forraje verde. Sumar y García (1985) mencionan que en las explotaciones grandes y en las comunidades campesinas donde machos y hembras se encuentran juntos todo el año, los nacimientos ocurren entre los meses de diciembre a marzo. Esta estacionalidad reproductiva se observa también en los camélidos silvestres, la vicuña y el guanaco. Sin embargo, cuando las hembras son mantenidas separadas de los machos y se permite el servicio una sola vez por mes, hembras y machos muestran actividad sexual durante todo el año.

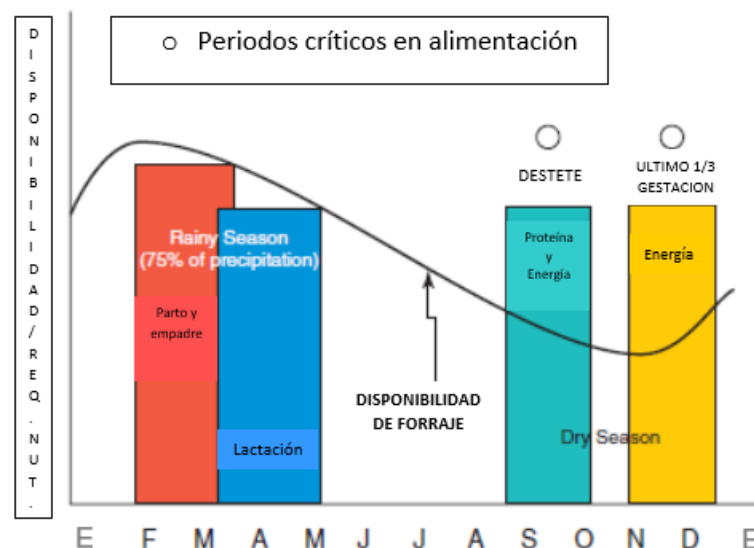


Figura N° 2: Etapas Críticas en la Producción de Camélidos (Van Saun *et al.*, 2014)

2.5.2 Destete

Otro periodo crítico considerado en la producción de alpacas es el destete (San Martín, 1996), debido a que esta etapa coincide con la época seca (Agosto – setiembre) donde la oferta alimenticia es pobre y no logran cubrir sus requerimientos considerando que están en pleno crecimiento, otro factor es que el destete implica un estrés lo que pudiera generar una baja en la inmunidad afectando los parámetros productivos. Esto pudiera generar que en estación reproductiva los animales no lleguen a alcanzar el peso adecuado mínimo para ser empadradas debiendo esperar un año adicional. El plano nutricional es de suma importancia en esta etapa para conocer e implementar estrategias posteriores de alimentación y nutrición. Se menciona que el peso al destete está en función a la alimentación. Las crías Huacaya desarrollan más rápidamente alcanzando un peso de 25 – 35 kg de los 7 a 9 meses. Se nota que los de fibra de color son de mayor peso. Con un buen manejo de pastos se llega al destetar 30 kg de peso vivo sin problema en 7 meses. Bustinza (2001), señala que el peso promedio al destete, a los 9 meses, está entre 30 kg y 31 Kg con desviación estándar alta.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se llevó a cabo en dos estudios, uno de tipo exploratorio y otro de tipo experimental.

3.1 Estudio N° 1: Determinación de nitrógeno ureico sanguíneo, proteína total y proteína cruda en la dieta de alpacas múltiparas post parto alimentadas en pasturas naturales.

3.1.1 Área de estudio

Se llevó a cabo en tres regiones del Perú (Junín, Pasco y Puno) donde la producción de alpacas es representativa. Se colectaron muestras de sangre y de dietas mediante la técnica de simulación manual de alpacas en la Unidad de Producción de Cochabamba, perteneciente a la SAIS (Sociedad Agrícola de Interés Social) Túpac Amaru Ltda N° 1, ubicada en la región Junín, provincia de Jauja, a una altitud promedio de 3800 m.s.n.m, con una temperatura ambiental promedio de 8° C y una humedad relativa promedio de 70%. En la Región central del Perú se realizó la toma de muestras en la Cooperativa comunal “San Pedro de Racco” ubicada en el distrito de Simón Bolívar en la región de Cerro de Pasco, ubicada a una altitud de 4,318 m.s.n.m y una temperatura promedio de 8 C°. Además se colectaron muestras en el “Centro de investigación y producción La Raya”, ubicado en el Sector La Raya, Distrito de Santa Rosa, Provincia de Melgar y Departamento de Puno perteneciente a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional del Altiplano a una altitud de 4335 m.s.n.m.



Figura N° 3: Distribución gráfica del primer estudio

3.1.2 Animales

Para el presente estudio se utilizaron 150 alpacas multíparas entre 15 a 25 días post parto, en tres regiones alto andinas, teniendo 50 animales por cada región evaluada. Se consideraron alpacas de la raza huacaya sin problemas sanitarios y con más de dos partos. Todas las alpacas pertenecieron a majada y la toma de muestras se realizó en estación reproductiva en el mes de febrero.

3.1.3 Determinación de los niveles de proteína total en suero y nitrógeno ureico sanguíneo.

a. Fase de Campo

Las muestras de sangre fueron recogidas en tubos vacutainer de la vena yugular a razón de 3 a 5 ml por cada animal. Las muestras una vez colectadas fueron almacenadas en cajas herméticas a 8 C° hasta su traslado al laboratorio. Se siguieron los protocolos de asepsia al momento de coleccionar la muestra cuidando la integridad del animal.

b. Fase de laboratorio

Las muestras colectadas fueron centrifugadas a 700 G por 15 minutos para separar el suero sanguíneo. Se colectó el suero en crioviales y fueron congeladas a -20 C° para su análisis. La determinación de Proteína Total (PT) se realizó por espectrofotometría UV. Se utilizó un kit comercial Valtek®. Se aplicó el método de Biuret que consiste en que los enlaces peptídicos de las proteínas reaccionan con el ión cúprico, en medio alcalino, para dar un complejo color violeta con máximo de absorción a 540 nm. El color formado se mide colorimétricamente, siendo proporcional a la cantidad de proteína presente en la muestra.

La determinación de nitrógeno ureico sanguíneo (NUS) fue realizada por colorimetría. Se utilizó un kit comercial Valtek®. La intensidad del color producido es directamente proporcional a la cantidad de urea presente en la muestra, la absorbancia en la que se determino fue 600 nm.

3.1.4 Determinación de proteína cruda en dietas de alpacas

a. Fase de campo

Se colectaron 10 dietas correspondientes a 10 animales escogidos al azar de los 50 animales a los cuales se les colectaron sangre previamente. Esto fue realizado en cada región. La colecta de dietas fue realizada por el método de simulación manual (Austin *et al.*, 1983), el cual consiste en observar al animal lo más cerca posible e identificar las especies de pastizal que conforman la dieta de los animales, una vez identificadas se procede a simular manualmente la misma dieta en un área continua con las mismas características y dimensiones del pasto. Cada dieta estuvo compuesta por 25 estaciones alimentarias. Las estaciones alimentarias se definen como el semicírculo en frente del animal dentro del cual el animal cosecha el forraje cada vez que se detiene a comer (Flores, 2012). Cabe mencionar que esta colecta se realizó en el mismo potrero donde pastorean los animales en esta etapa productiva. Por último las dietas colectadas fueron llevadas al laboratorio para su análisis.

b. Fase de laboratorio

Las dietas colectadas fueron secadas a 60 C° por 24 horas en una estufa (AOAC, 2000). Luego fueron sometidas a molienda para tener una muestra homogénea. Las concentraciones de Proteína en la dieta se determinaron por el método de Micro- Kjeldahl.

3.1.5 Análisis estadístico

Los parámetros fueron analizados en base a una estadística descriptiva (medidas de tendencia central y medidas de dispersión). Además para ver las diferencias entre las regiones evaluadas se realizó un análisis de varianza (ANVA) y una prueba de comparación múltiple de medias (DLS). El programa estadístico que se utilizó fue el SAS 9.0.

3.2 Experimento N° 2: Efecto de tres niveles de proteína en la dieta sobre parámetros reproductivos y salud uterina en alpacas multíparas pos parto.

3.2.1 Área de estudio

El estudio fue llevado a cabo en la Cooperativa comunal “San Pedro de Racco” ubicada en el distrito de Simón Bolívar en la región de Cerro de Pasco a una altitud de 4,318 m.s.n.m, con latitud de -10.6674805 y longitud de -76.2566833 a una temperatura promedio de 8 C° y una humedad relativa promedio de 65%. Presentado una año regular. El estudio fue

desarrollado entre los meses de diciembre a abril considerado como época húmeda y en plena estación reproductiva.

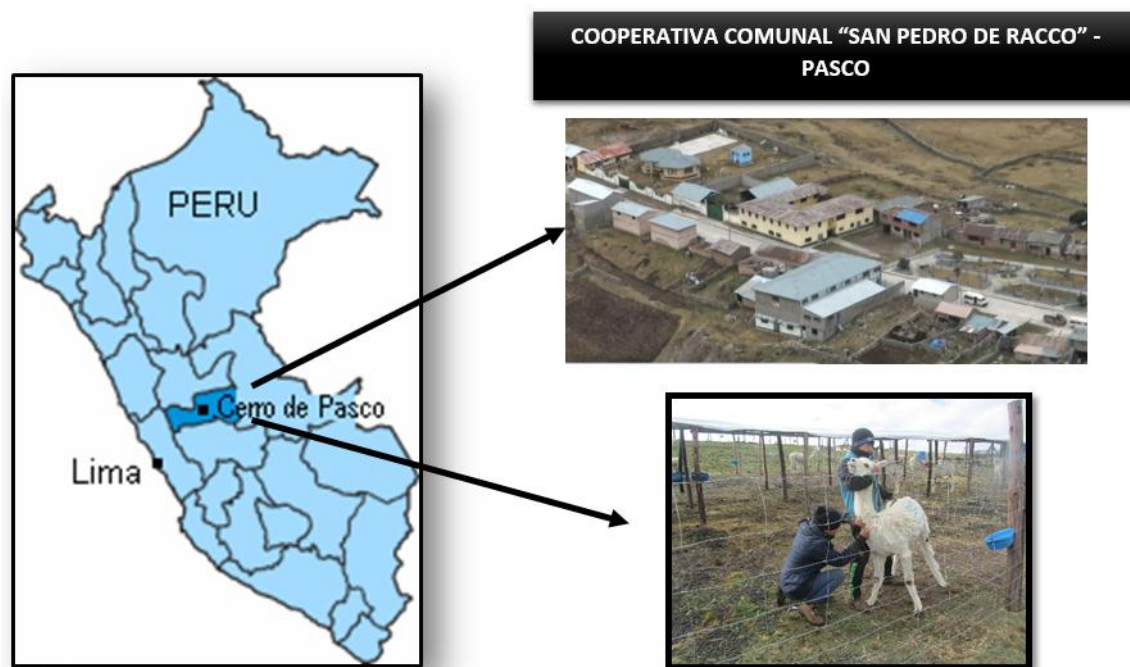


Figura N° 4: Distribución gráfica del segundo estudio

3.2.2 Fase experimental

3.2.2.1 Animales

Se utilizaron 48 alpacas multíparas en etapa de periparto de la raza Huacaya, en el último tercio de gestación, todos los animales pertenecientes a majada. Los animales tuvieron más de dos partos y un peso vivo promedio de 69.5 ± 3.17 kg.

3.2.2.2 Instalaciones

Se construyeron 48 corrales individuales de $6 \times 4 \text{m}^2$ provistos de sombra, comederos y bebederos. Los corrales fueron construidos en un área de 1150 metros cuadrados. Adicionalmente se construyó un corral de empadre de 80 metros cuadrados y además un brete de ecografía y almacén de alimentos y materiales no permanentes de 6 metros cuadrados.



Figura N°5: Instalaciones provistas de sombra, comederos y bebederos

3.2.2.3 Duración del Experimento

El estudio se desarrolló por un periodo de 17 semanas aproximadamente, comprendiendo seis semanas antes del parto y 11 semanas posteriores al parto.

3.2.2.4 Tratamientos

Los animales fueron distribuidos en corrales individuales de acuerdo a tres tratamientos cuya variación fue la concentración de proteína en la dieta. Se asignaron 16 animales al azar por tratamiento, el único factor de variación fueron los niveles de proteína en la dieta (bajo, medio y alto) teniendo en cuenta los requerimientos publicados por la NRC (National Research Council, 2007) para la etapa de periparto.

- **T1:** 8% de Proteína en la dieta
- **T2:** 11% de Proteína en la dieta
- **T3:** 14% de proteína en la dieta

3.2.2.5 Manejo alimenticio

Las dietas formuladas fueron isoenergéticas y el único factor de variación fueron las concentraciones de proteína cruda en la dieta. (8%) considerado por debajo de los mínimos requeridos en gestación. (11%) considerado requerimiento mínimo para esta etapa. (14%) considerado por encima del mínimo requerido para la etapa de gestación. (Van Saun, 2006)

Tabla 1. Insumos utilizados en las dietas experimentales y composición química de dietas según tratamiento

Insumo	Tratamientos		
	8 %	11%	14%
Heno de Avena	70.0	44.2	44.0
Heno de Alfalfa	4.5	29.9	28.9
Maíz	15.0	15.0	15.0
Melaza	10	10	10
Urea*	0	0.35	1.6
Sal Común	0.2	0.2	0.2
Vit - Minerales	0.3	0.3	0.3
TOTAL	100	100	100
Materia Seca (%)	84.10	85.20	85.35
Proteína (%)**	8.36	11.13	14.38
EM (Mcal/kg)	2.24	2.29	2.26
NDT (%)	65.19	69.31	69.11
Minerales (%)	3.6	4.1	3.8

Nitroshure, es urea protegida que al ser incluida en la alimentación animal, asegura una óptima disponibilidad de Nitrógeno No Proteico (NNP) el cual, sumado a los carbohidratos de la dieta genera una mayor producción de proteína microbiana de alta calidad.

El alimento fue picado (3 – 4 cm) para evitar selección de las partes de la planta por parte de los animales, fue suministrado dos veces por día a las 5:00 am y a las 12:00 pm. Todos los animales tuvieron alimento y agua ad libitum. El periodo de acostumbamiento a la dieta fue 21 días. El suministro del alimento fue en exceso (20%) más por sobre el consumo esperado.

3.2.2.6 Empadre

Todos los animales fueron empadrados entre los 21 - 25 días postparto. Se utilizaron en total 5 machos registrados entre 4 y 6 años de edad, con condición corporal de 2.5 a 3, que rotaron entre los tres tratamientos para reducir la variabilidad que pudiera ocasionar el efecto macho.

3.2.3 Evaluación de características

3.2.3.1 Peso corporal

Se determinó al inicio y al final del período de adaptación, posterior a ello se determinó una vez por mes utilizando una balanza portátil.

3.2.3.2 Consumo

El consumo fue medido por diferencia entre el alimento ofrecido y el alimento rechazado. Esta medición se hizo dos veces por semana, se determinó el contenido de materia seca (MS) de acuerdo a los procedimientos indicados por AOAC (2012), Los resultados se expresaron en porcentaje de peso vivo y en kg/día.

3.2.3.3 Determinación de la tasa de preñez

La tasa de preñez es el número de animales que quedan preñados como un porcentaje del número total de animales empadrados, fue determinada a los 30 días post empadre por observación de la vesícula embrionaria. Se utilizó un ecógrafo Marca Esaote modelo Tringa Linear Vet (Holanda) con transductor lineal 7.0 MHz por vía transrectal.

3.2.3.4 Determinación de la mortalidad embrionaria

La mortalidad embrionaria es la pérdida de la gestación durante los primeros 45 días que corresponden al periodo embrionario. Fue determinada por ultrasonografía transrectal entre los 9, 13 a 30 días post empadre. A los nueve y trece días se determinaron concentraciones de progesterona. El análisis fue por radioinmunoensayo de fase sólida (Sumar *et al.*, 1993). Animales con niveles iguales o mayores a 1.25 ng / ml después del 9° día fueron considerados preñados. A los 30 días se realizó una exploración ecográfica transrectal para observar vesícula embrionaria. Se usó un ecógrafo marca Esaote-Pie Medical – Holanda con transductor lineal a una frecuencia de 7.0 MHz.

3.2.3.5 Evaluación de endometritis

El cito cepillo (citobrush) es el método más preciso para el diagnóstico de endometritis (Barlund *et al.*, 2008), debido a que ésta es una técnica más consistente y un método fiable (Kasimanickam *et al.*, 2005), y además se caracteriza por ser rápida, específica, sensible y

económica, lo que la hace una herramienta valiosa para la investigación sobre el rol y la importancia de la endometritis (Gilbert et al., 2005).

Para la evaluación de la endometritis subclínica se midió la temperatura corporal diariamente a la misma hora los primeros 7 días post parto y se evaluaron características de secreciones uterinas. Para la endometritis subclínica la evaluación se realizó por citología uterina mediante el uso de la técnica de citobrush realizándose 20±2 días postparto.

3.2.3.6 Tasa de ovulación

La tasa de ovulación se refiere a la liberación de óvulos por el ovario en un período estral dado. Fue determinada por ultrasonografía transrectal antes del empadre, el indicador fue receptividad sexual ante la exposición al macho y de 36 – 40 horas post empadre para observar desaparición del folículo dominante. Se utilizó un ecógrafo con transductor lineal por vía transrectal a una frecuencia de 7.0 MHz.

3.2.3.7 Diámetro de folículo pre ovulatorio

Fue determinada antes del empadre mediante ultrasonografía transrectal, se realizó la evaluación a todos los animales, los resultados fueron expresados en milímetros. Un folículo pre ovulatorio fue considerado si tenía igual o más de 7 mm de diámetro. Se realizó un seguimiento de la dinámica folicular cada 3 días posterior al parto.

3.3 Análisis estadístico

Para la evaluación de las variables en estudio se utilizó un diseño completamente al azar (DCA), tomando como tratamiento los diferentes niveles proteicos en la dieta (Alto, bajo y medio), donde la fórmula es la siguiente:

$$Y_{ij} = U + T_i + E_{ij}$$

Dónde:

- * Y_{ijk} : Variable respuesta (Consumo, ovulación, preñez, mortalidad embrionaria, endometritis)
- * U : La media general.
- * T_j : Efecto del i-esimo tratamiento (Niveles de proteína)
- * E_{ij} : Error experimental.

Estos análisis fueron para determinar los efectos entre las variables evaluadas (Calzada, 1982).

Los datos referentes a variables discretas fueron procesados mediante la prueba de Ji cuadrado:

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

Donde:

θ_i = frecuencia observada

e_i = frecuencia esperada

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Determinación de nitrógeno ureico sanguíneo, proteína total y proteína cruda en la dieta de alpacas multíparas post parto alimentadas en pasturas naturales.

4.1.1 Determinación de niveles de nitrógeno ureico sanguíneo (NUS)

La tabla 2 muestra los valores que corresponden a los niveles de nitrógeno ureico sanguíneo (NUS) en 150 alpacas multíparas durante la estación reproductiva. Los promedios de este metabolito fluctúan entre 21.65 y 30.43 mg/dl. El promedio más alto pertenece a la región Puno y el más bajo a la región Pasco, mientras que el de Junín es intermedio. Según (Van Saun y Herdt, 2014) los valores referenciales se encuentran desde 9 a 34 mg/dl.

El valor máximo encontrado, se encuentra en alpacas que pertenecen a la región Puno con 47.72 mg/dl y el valor mínimo pertenece a la región Pasco con 15.07 mg/dl. En todas las regiones la condición ecológica del pastizal fue regular, sin embargo ésta no determina la calidad de dieta. Son conocidas las capacidades adaptativas de los camélidos y su capacidad selectiva. Si comparamos estos niveles de NUS con los presentados en otras especies y si tenemos en cuenta aún que la dieta de estos animales no ofrece más de 12 % de proteína cruda (San Martín 1989), entonces los valores encontrados son altos.

La probable explicación está referida a la eficiencia alimenticia de estos animales que tiene que ver con el mayor tiempo de retención del alimento en el tracto digestivo de las alpacas y a la mayor tasa de tránsito de la fase líquida en los compartimientos uno y dos (10.4 %) que en ovinos (7.7 %), favorece una mayor eficiencia del crecimiento microbiano asegurando que una mínima cantidad de energía sea destinada para mantenimiento de la población microbiana (Heller *et al.*, 1986; San Martín, 2015) y una mayor producción de proteína microbiana. Ante esto, los niveles de glucosa y nitrógeno ureico sanguíneo (NUS) en camélidos son mayores a los niveles de los ovinos y más aun a los vacunos.

Tabla 2. Concentraciones de nitrógeno ureico sanguíneo (NUS) en suero (mg/dl) en alpacas múltiparas postparto alimentadas en pasturas naturales en tres regiones del Perú

Región	N°	NUS (mg/dl)	Mínimo	Máximo
Cerro de Pasco	50	21.6 ± 5.3 ^c	15.0	46.9
Junín	50	24.8 ± 2.6 ^b	19.8	28.6
Puno	50	30.4 ± 5.7 ^a	20.3	47.7

a, b, c letras diferentes en la misma columna muestran diferencias significativas ($P < 0.05$)

Al comparar los valores promedios con los valores de referencia propuestos para la especie (Van Saun y Herdt, 2014) se encuentra dentro del rango de referencia, es muy probable que esto se deba a las particularidades de la fisiología digestiva y metabólica de la especie, un factor adicional a considerar sería la etapa reproductiva en que se encuentran los animales. En esta etapa el metabolismo de estos animales se ve incrementada debido a que hay episodios fisiológicos como la parición, lactación y el empadre que contribuyen probablemente a la movilización alta de reservas y a que algunos metabolitos como el NUS y la glucosa se vean incrementadas. Olazabal (2015) en un trabajo en llamas encontraron valores medios de NUS entre 13 a 16 mg/dl alimentadas con pastura natural que como se sabe son deficientes en el contenido nutricional comparado con pastos cultivados u otro tipo de alimentación donde la oferta proteica es mayor. Estos datos son menores a los encontrados en el presente estudio, un factor a tener en cuenta sería la especie.

Siguas *et al* (2007) determinaron las concentraciones de NUS en alpacas Huacaya adultas alimentadas con pasto natural, donde encontraron valores entre 18 a 29 mg/dl, bastante superiores en comparación a otras especies cuyos valores están por debajo de 20 mg/dl incluso con dietas de más de 15% de proteína. A pesar de eso los valores encontrados en el presente estudio tuvieron máximas superiores a lo hallado por estos autores. En otro estudio, Rodrigo (2015) determinó los niveles de NUS en alpacas en el sur del Perú, encontrando valores promedio de 9 mg/dl. Estos valores están considerados muy por debajo de los valores referenciales para NUS propuestos por (Van Saun y Herdt, 2014). Hay que considerar la época, patrón alimenticio, estado fisiológico del animal y la metodología del análisis que son

factores que tienen influencia sobre los parámetros encontrados. Sin embargo dentro del rango máximo en el presente estudio tenemos datos de hasta 47.7 mg/dl, dato que se encuentra fuera del rango establecido pero que es más cercano a lo encontrado por Sigvas (2007) 42.1 mg/dl medida en alpacas adultas en estación húmeda que coincide con la estación medida en este estudio, además, se acerca a los 43.0 mg/dl encontrado en crías de alpacas medido por Olazabal (2015).

Las concentraciones relativamente elevadas de nitrógeno ureico sanguíneo (NUS) en alpacas mostrados en este estudio durante la época húmeda sugieren que los pastos poseen un mayor nivel de proteína comparada con la época seca, ellos metabolizan la urea de manera diferente que otros rumiantes y tienen una intrínseca tasa metabólica elevada de utilización de proteína o alguna combinación de estos factores Van Saun (2008). De la información existente hasta la fecha, se puede inferir que durante el año en la estación húmeda existe mayor disponibilidad de forrajes y proteína, consecuente un incremento en los niveles de NUS, constituyendo este metabolito un excelente indicador de la ingestión y disponibilidad de proteína (Hammond, 1997; Nousiainen *et al*, 2004). Las diferencias de los valores séricos del metabolito bajo estudio en comparación con otros reportes pueden deberse a las diferentes condiciones climáticas, variaciones estacionales, localización geográfica, variaciones individuales de cada animal; así como a las técnicas de manejo de la muestra y del laboratorio por lo tanto hay que considerarlo como guía orientativa.

4.1.2 Determinación de los niveles de Proteína Total en suero

La tabla 3 muestra los valores que corresponden a proteína total en suero, en 50 alpacas multíparas en plena estación reproductiva. No se hallaron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre las regiones evaluadas. La región Puno tiene el promedio más alto y además el valor máximo más alto. Los valores fluctúan entre 4.9 a 9.4 que en general están dentro del rango referencial establecido para la especie. Según investigaciones los rangos referenciales para proteína total esta entre 5 a 8 g/dl.

Tabla 3. Concentraciones de Proteína total en suero (g/dl) en alpacas multíparas post parto alimentadas en pasturas naturales en tres regiones del Perú

Región	Nº	Proteína total (g/dl)	Mínimo	Máximo
Cerro de Pasco	50	6.8± 0.5 ^a	5.8	8.0
Junín	50	6.9 ± 0.8 ^a	5.0	8.9
Puno	50	7.1 ± 0.9 ^a	4.9	9.4

a letras diferentes en la misma columna muestran diferencias significativas ($P < 0.05$)

Flores *et al* (2016) realizaron un trabajo para determinar el perfil hepático y renal en 60 alpacas aparentemente normales pertenecientes a las SAIS “Túpac Amaru” en la región Junín. Todos los animales pastoreaban en pastizales naturales y fue realizado en noviembre en inicio de lluvias. Dentro de los objetivos específicos determinaron proteínas totales encontrándose valores de 7.73 ± 1.18 g/dl como promedio. Estos valores están considerados dentro de los rangos normales propuestos para camélidos y es ligeramente superior a lo hallado en el mismo lugar en el presente estudio. En alpacas de 2- 4 años de la raza Suri y Huacaya procedentes del CIP “La Raya” Puno y en llamas de 2 años, se determinaron concentraciones de proteína hallando un promedio de 5.91 g/dl para llamas y 6.83 g/dl en alpacas, ligeramente inferior a lo hallado en el presente estudio en el mismo lugar.

Escalante (2017) realizó un trabajo con el objetivo de determinar valores hematológicos en alpacas menores a 2 meses de edad bajo condiciones extensivas, bajo esa consideración los valores de proteína total fueron en promedio $9,14 \pm 0.29$ g/dl, estos valores están dentro del rango referencial, sin embargo se discute que son alpacas en estado de lactación y probablemente estas concentraciones tengan que ver con este estado. Aun así son datos primarios de estos metabolitos a una edad temprana. Otro estudio desarrollado por Marín *et al* (2018) para determinar algunos minerales y proteínas totales y ver su impacto sobre estados de producción, nutrición y sanitarios en 182 llamas durante un periodo de dos años en el estado de Ju Juy – Argentina encontrando niveles de proteína total cuyos valores que fluctúan entre 4.60 – 7.93 g/dl, cuasi similar a lo hallado en el presente estudio.

Siguas y Olazabal (2008) en un trabajo en vicuñas realizado en Huancavelica determinaron el perfil sanguíneo en 24 vicuñas adultas alimentadas con pastizal natural donde se incluyó la determinación de proteína total encontrando valores entre 0.18 a 11.01 g/dl no se menciona la época de toma de muestras, sin embargo, se conoce que dentro de las explotaciones de vicuñas estas pastorean en pisos altitudinales donde la oferta alimenticia es deficiente siendo los pastizales de condición regular a pobre en la mayoría de veces.

Un trabajo reportado por (Simons *et al*, 1993) donde determinaron concentraciones de proteínas plasmáticas en llamas procedentes del centro de experimentación “La Raya”, donde afirman que no hay influencia de edad y sexo (7.87 g /100 ml), sin embargo si hay diferencias entre razas. Estos valores casi coinciden con lo hallado en el presente estudio.

Tanto los valores máximos, mínimos y el promedio están dentro de los rangos reportados en otros estudios realizados en otras especies como ovinos y bovinos Kraft (1998). Nuestros valores coinciden con lo encontrado por Oeverman *et al* (2004) en un estudio reportado en llamas y alpacas. También muestras rangos similares con los reportados en alpacas en un estudio realizado en la universidad de Cornell en Estados Unidos, Dawson *et al*, (2011), sin embargo hay que considerar los efectos inherentes a la época, etapa de producción y la metodología usada en laboratorio. En este estudio además se encontraron rangos de proteína total ligeramente superiores a los reportados en vicuñas por Siguas y Olazabal (2008) donde el promedio está entre 5.59 g/dl en alpacas hembras, sin embargo en otro estudio realizado en vicuñas por Sánchez Araujo *et al* (2011), donde los niveles de proteína reportados son mayores a los reportados en el presente estudio con una media de 9.19 g/dl, es preciso mencionar que factores no evaluados como época y etapa de producción y la interacción entre ellas pueden estar afectando la respuesta, a esto sumarle la parte procedimental en laboratorio. Por último de los resultados reportados en la tabla 2 hacen un comparativo con los rangos de referencia propuestos por Simons *et al*, (1993) para la especie y para el metabolito evaluado. Se observa que los promedios están dentro del rango de referencia con una variación superior ligera para la media encontrada en época húmeda y en adultas. Hay valores mínimos por debajo de los valores referenciales y valores máximos por encima de este rango de referencia lo que demuestra en primer lugar la alta variabilidad entre los animales con respecto a este metabolito y en el caso de los animales que están por debajo del rango referencial, probablemente estarían en deficiencia o el aporte de la dieta no está cumpliendo con el requerimiento en las etapas evaluadas; con respecto a los animales que

presentan valores por encima al rango de referencia, probablemente se deba a las diferencias en el metabolismo reportado como muy diferente en camélidos comparados con otras especies no siguiendo un patrón de uso de nutrientes normal de acuerdo a las necesidades metabólicas de las alpacas.

4.1.3 Determinación de proteína cruda en dietas simuladas

La tabla 4, muestra concentraciones de proteína cruda en la dieta (%) en alpacas multíparas post parto alimentadas en pasturas naturales de regiones altoandinas.

Las especies de pastizales predominantes en el Centro experimental La Raya - Puno fueron *Festuca dolichophylla*, *Stipa ichu* y *Muhlenbergia fastigiata*, en la Cooperativa Comunal San Pedro de Racco – Pasco fueron *Festuca humilior*, *Calamagrostis vicunarum* y *carex*, en la SAIS Tupac Amaru fueron *Festuca humilior*, *Calamagrostis vicunarum* y *carex spp.*

Los niveles de proteína cruda en la dieta fueron estimadas a partir de la colección de dietas simuladas en las tres regiones. Se hallaron diferencias estadísticas entre las regiones Pasco, Puno y Junín ($p < 0.05$).

Los niveles encontrados coinciden con lo reportado por (San Martín y Bryant, 1989) y por (Quispe, 2015), quienes mencionan que aún en época de lluvias la dieta de las alpacas no supera el 12.5% de contenido proteico. Un dato interesante es lo hallado el región Pasco con dieta que en promedio alcanza el 12.97%, esto debido probablemente a que esta zona es un bofedal húmedo con especies diferentes a la zona sur que en la práctica ofrecerían una mejor calidad de dieta.

Además tienen tendencia a seleccionar brotes, mayor proporción de hojas en la dieta y a pesar de su capacidad metabólica y digestiva mayor para aprovechar pastizales de baja calidad, todo esto no le permite aun probablemente cubrir sus requerimientos nutricionales con las repercusiones productivas, reproductivas y fisiológicas que esto trae; más aún si consideramos que estas dietas simuladas pertenecen a época húmeda donde se infiere que hay mejor pasto, a pesar de esta condición nuestros resultados evidencian una clara deficiencia nutricional en las regiones evaluadas si tomamos en consideración los requerimientos establecidos para la especie en esta etapa de producción.

Los datos del presente estudio al ser comparados con un estudio realizado por San Martín (1989) son similares en época de lluvias donde la cantidad de proteína cruda bordea los 12.32% en alpacas y 13.9 en ovinos, sin embargo en época seca este autor encontró datos menores siendo el promedio de proteína cruda 9.4% para ovinos y 7.8% en alpacas. Las conclusiones fueron que la calidad de dieta en las dos especies en los pastizales naturales fue más bajo ($p < 0.05$) en el periodo seco. La reducida calidad de la dieta observada en el periodo seco se debe a la madurez de la vegetación, la cual es acompañada por una reducida digestibilidad, bajo contenido de proteína cruda y a un incremento de los constituyentes de la pared celular.

Tabla 4. Concentraciones de proteína cruda en la dieta (%) en alpacas multíparas post parto alimentadas en pasturas naturales en tres regiones del Perú

Región	Nº	Proteína cruda (%)	Condición de la pastura
Cerro de Pasco	10	12.9±0.5 ^a	Regular
Junín	10	7.5±0.4 ^c	Regular
Puno	10	11.6±0.7 ^b	Regular

En un estudio conducido por Reiner y Bryant (1984) donde evaluaron la selectividad y valor nutricional de dietas de alpacas pastoreadas en bofedales y pajonales encontraron que las dietas de las alpacas pastoreando en bofedales fueron más altas en su contenido de proteína cruda que en el Altiplano (12.3% y 10.2%, respectivamente), datos que concuerdan con los hallados en este estudio.

La ingesta de proteínas dietéticas y rendimiento del animal guardan una estrecha relación en la mayoría de especies, por ejemplo la aplicación de algunas estrategias dietéticas para satisfacer los requerimientos nutricionales sin embargo esto es difícil de aplicar en camélidos debido a su complejo sistema de producción y las particularidades fisiológicas de estos animales. Rueda *et al.*, (1981) mencionan a la interacción de los factores planta – calidad de dieta como determinante en la cantidad de PC pues en etapa de elongación la mayoría de especies evaluadas muestran mayor cantidad de proteína y para fibra detergente neutra la relación es inversa pues en etapa de semilleo hay mayor cantidad de fibra.

4.2 Efecto de tres niveles de proteína en la dieta sobre parámetros reproductivos y salud uterina en alpacas multíparas pos parto.

4.2.1 Peso Vivo

La tabla 5 muestra cambios del peso vivo (kg) en el peri parto (Inicio, mitad y 55 días pos parto). Al evaluar el peso vivo 14 días antes del parto no se hallaron diferencias estadísticas ($p < 0.05$) entre las alpacas, los pesos varían entre 69 a 70.3 kg. Estos datos coinciden con lo reportando por Van Saun *et al*, (2014) para el peso adulto de alpacas en periparto. Al momento de la evaluación de peso vivo al parto y el peso vivo a los 55 días postparto no se hallaron diferencias entre los tratamientos.

Otro aspecto interesante es que la pérdida de peso después del parto considerando el peso promedio de la cría que es de 6 kg fue de 11 kilos cuando la dieta tuvo 11 y 14 % de proteína y de 14 kilos cuando la dieta tuvo 8% de proteína. Estos pudieran ser muy importantes en el proceso de recuperación post parto sobre todo de la función reproductiva que se desarrolla casi inmediatamente considerando los 20 días en promedio después del empadre. Además se puede inferir que estos animales están en balance energético negativo y que su proceso de recuperación pudiera ser tardío ocasionando que otras funciones se vean alteradas no evidenciándose clínicamente y sin que el productor la perciba no tomando las medidas correctivas necesarias pero sí afectando su economía ya que es probable que algunos parámetros se vean afectados con posterioridad. La repercusión de este desbalance nutricional y esta pérdida de peso en el parto no solo se ve reflejada en la función reproductiva sino también en la salud de la madre y hasta de las crías probablemente a un deficiente calostro.

Tabla 5. Peso vivo (kg) en el Periparto (antes, durante y después del parto).

Tratamiento	14 días antes del parto	Parto	55 días post-parto
T1	69.0±5.6 ^a	55.19±4.9 ^a	59.3 ±4.3 ^a
T2	69.3±3.5 ^a	58.03±3.3 ^a	61.1 ± 3.0 ^a
T3	70.3±4.1 ^a	58.32±4.2 ^a	61.4 ± 4.4 ^a

a, b, c letras diferentes en la misma columna muestran diferencias significativas ($P < 0.05$)

Cuando evaluamos el peso vivo a los 55 días post parto notamos el mismo patrón de respuesta, alpacas con 11 y 14% de proteína alcanzan un peso de 61 kilos en promedio que es considerado adecuado como peso adulto y que pudiera soportar un preñez o sus funciones en homeostasis, sin embargo, alpacas que tuvieron 8% de proteína en la dieta alcanzaron pesos promedios de 59 kilos, se podría asumir que aún continúan en desbalance nutricional. De todas maneras hay que considerar que hay factores genéticos, de manejo y de salud que también pudieran estar afectando la respuesta de los animales.

4.2.2 Nitrógeno ureico sanguíneo

La tabla 6 muestra las concentraciones de NUS en suero de alpacas alimentada con diferentes niveles de proteína en la dieta. Se hallaron diferencias entre los tratamientos ($p < 0.05$) durante y sobre todo 7 días después del parto, esto quiere decir que alpacas que tuvieron 14% de proteína en la dieta tuvieron los valores más altos de NUS. Entonces se puede inferir que a mayor proteína en la dieta mayor será la concentración de NUS. A pesar de eso nuestros datos se encuentran dentro del rango de referencia establecido para alpacas (9 – 34 mg/dl) de acuerdo con Fowler, (1989). Un estudio conducido por Sigvas *et al*, (2007) encontraron niveles de 42.1 mg/dl en alpacas adultas en estación húmeda que coincide con la estación medida en este estudio, además, se acerca a los 43.0 mg/dl encontrado en crías de alpacas medido por Olazabal *et al*, (2015). Los datos presentados anteriormente pertenecen a la época húmeda donde la oferta alimenticia es mayor comparado con época seca, se asume que el contenido proteico de la dieta de las alpacas es mayor y por ende los niveles de NUS, sin embargo, el contenido de proteína cruda en la dieta de alpacas en época húmeda no excede los 12% (San Martín, 1996; Quispe *et al.*, 2015) y de acuerdo a los requerimientos proteicos propuestos por Van Saun, (2006) esta cantidad está por debajo de lo establecido para esta etapa. A esto se suma otro factor de suma importancia que en cuanto a consumos comparativos entre los camélidos y rumiantes muestran que en diferentes condiciones de manejo, al pastoreo y en estabulación, el promedio del consumo en camélidos es inferior en aproximadamente 30% (San Martín, 1996).

Tabla 6. Concentraciones de Nitrógeno Ureico Sanguíneo (NUS) durante el peri parto en alpacas con alto, medio y bajo contenido de proteína en la dieta.

Días relativos al parto	Tratamiento	N°	Media ± DS
DIA -7	T1	16	25.3±3.0 ^a
	T2	16	25.7±4.0 ^a
	T3	16	26.3±5.0 ^a
DIA 0	T1	16	18.2±2.7 ^b
	T2	16	20.5±3.9 ^{ab}
	T3	16	21.2±4.5 ^a
DIA +7	T1	16	14.1±2.6 ^c
	T2	16	17.5±3.8 ^b
	T3	16	24.0±4.1 ^a

a, b, c letras diferentes en la misma columna muestran diferencias significativas ($P < 0.05$)

Las concentraciones relativamente elevadas de nitrógeno ureico sanguíneo (NUS) derivan de las particularidades fisiológicas de estos animales, ellos metabolizan la urea de manera diferente que otros rumiantes y tienen una intrínseca tasa metabólica elevada de utilización de proteína o alguna combinación de estos factores (Van Saun, 2008). De la información existente, se puede inferir que el NUS es un excelente indicador de la ingestión y disponibilidad de proteína (Hammond, 1997; Nousiainen, 2004).

4.2.3 Proteína total en suero

La tabla 7 muestra las concentraciones de proteína total en suero (PT) durante el periparto de alpacas con alto, medio y baja proteína en la dieta. Aspectos interesantes sobre la proteína total en suero se discutieron en el estudio 1. Lo resaltante es que en la parte experimental de la investigación, el patrón de comportamiento es similar a las condiciones naturales, esto quiere decir que cuando la dieta es mayor en proteína cruda los niveles de proteína total en suero es mayor.

Tabla 7. Concentraciones de proteína total en suero (PT) durante el periparto de alpacas con alto, medio y baja proteína en la dieta.

Días relativos al parto	Tratamiento	n	Media ± DS
DIA -7	T1	16	5.2±0.3 ^b
	T2	16	6.9±0.6 ^a
	T3	16	6.6±0.6 ^a
DIA 0	T1	16	6.2±0.5 ^b
	T2	16	7.8±0.5 ^a
	T3	16	7.5±0.4 ^a
DIA +7	T1	16	6.1±0.5 ^c
	T2	16	9.0±0.6 ^a
	T3	16	7.9±0.4 ^b

a, b, c letras diferentes en la misma columna muestran diferencias significativas ($P < 0.05$)

4.2.4 Consumo de materia seca

La tabla 8 y 9 muestran el consumo de materia seca antes y después del parto expresado por kg/d y expresado por kilogramo de peso vivo. El consumo de materia seca fue influenciado por los niveles de proteína en la dieta, más aun antes del parto donde se hallaron diferencias estadísticas ($p < 0.05$) entre el tratamiento 1 versus el tratamiento 2 y 3. Después del parto no se hallaron diferencias entre los tratamientos. Las particularidades en el metabolismo de la urea que se presenta en camélidos es un probable explicación. Hay un mayor reciclaje de urea en estos animales, más aun si la dieta es mayor en niveles de proteína, probablemente haya una mayor disponibilidad de proteína microbiana y esto incrementaría la tasa de pasaje.

Esto debido a que si consideramos que los camélidos en general tienen la tasa de pasaje disminuida, ésta tiene ventajas digestivas, viene con un factor potencial negativo, menor capacidad de consumo de alimento.

Tabla 8. Consumo de materia seca antes del parto expresado por kg/d y expresado por kilogramo de peso vivo

Variables	T1	T2	T3
Consumo Kg/d	1.6±0.9 ^b	1.7±0.1 ^a	1.7±0.1 ^a
Consumo (%) Kg en relación al P.V	2.2	2.4	2.5

a, b, c letras diferentes en la misma fila muestran diferencias significativas ($P<0.05$)

Otras especies como bovinos, ovinos y caprinos en mantenimiento tienen un consumo de materia seca predicho entre 1.5 y 2.0% del peso corporal (NRC, 1996). Hay mucha variación individual, así como las cuestiones basadas en ingredientes de alimentación que controlan la ingesta de alimento. Para rumiantes, la cantidad de fibra detergente neutra (FDN) tiene impactos directos sobre el consumo. A medida que esta entidad aumenta la capacidad de consumo disminuye (Mertens, 1987).

Algunos estudios desarrollados en América del Norte indican que los camélidos en mantenimiento tienen un consumo de materia seca entre 1,0 y 1,5% del peso corporal, aunque con posibles ingestas más altas (Fowler, 1998). En promedio, esto es alrededor de un 30% de disminución en la capacidad de consumo en comparación con otros rumiantes. Medir el consumo para un animal es un procedimiento difícil si no se aloja individualmente.

Tabla 9. Consumo de materia seca después del parto expresado por kg/d y expresado por kilogramo de peso vivo

Variables	T1	T2	T3
Consumo Kg/d	1.6±0.1 ^a	1.7±0.1 ^a	1.7±0.1 ^a
Consumo (%) Kg en relación al P.V	2.8	2.9	3.0

a, b, c letras diferentes en la misma fila muestran diferencias significativas ($P<0.05$)

La obtención del consumo para los animales en pastoreo es un verdadero reto. Una serie de estudios han medido el consumo de camélidos bajo alimentación variable y condiciones de alojamiento en comparación con las ovejas (San Martín, 1991; San Martín *et al.*, 1986; San Martín y Bryant, 1989). La mayoría de los estudios confirmaron que los camélidos tenían menores niveles de ingesta en comparación con las ovejas, pero en otros no hubo diferencias (Fraser, 1998) o ingesta aún mayor por camélidos (Warmington *et al.*, 1989). Las diferencias en los resultados de consumo entre los estudios pueden reflejar amplias diferencias en la calidad del forraje utilizado. Tanto el FDN (López *et al.*, 1998) como la cantidad de proteína en la dieta (San Martín y Bryant, 1989; San Martín, 1991) influyen el consumo.

La ingesta media de llamas y alpacas fue 2.0 y 1.8% del peso corporal, respectivamente. Estos son valores más altos de lo que normalmente se espera, pero aun así fueron muy bajas de lo que se observó para ovejas alimentadas de la misma manera. Las alpacas comían en promedio un 20% menos que las ovejas, mientras que las llamas comieron un 30% menos que las ovejas.

4.2.5 Determinación de tasa de preñez

La tabla 10 muestra un efecto de los niveles de proteína sobre la tasa de preñez, contrariamente a esperar que más proteína fuera mejor para la función reproductiva, esto no ocurre precisamente en camélidos, es probable que lo propuesto por Butler (2000) en vacunos podría estar sucediendo en alpacas. Lo referente a los niveles de NUS tal vez sea la explicación que pudieran explicar los resultados de preñez en el presente estudio donde se observa que a mayores niveles de proteína cruda en la dieta menor es la tasa de preñez.

Tabla 10. Efecto de la proteína en la dieta sobre la tasa de preñez a los 30 días pos empadre

Tratamiento	Número	Tasa de Preñez (%)
T1	9/16	56.2 ^b
T2	12/16	75.0 ^a
T3	6/16	37.5 ^c

a, b, c letras diferentes en la misma columna muestran diferencias significativas ($P < 0.05$)

En el presente estudio se observa que hay diferencias estadísticas con el T1, T2 y T3, en alpacas aún no se ha determinado considerando que a pesar del bajo contenido proteico en la dieta de alpacas éstas poseen concentraciones de nitrógeno ureico en sangre (NUS) superiores a 20 mg/dl (Siguas *et al.*, 2007), mientras que en rumiantes estos niveles van de 10 a 20 mg/dl, donde valores menores a 10 y superiores a 20 indican un bajo o excesivo suministro de proteína en la dieta, respectivamente; en ambos casos con serias consecuencias en la salud del animal.

En camélidos sudamericanos este alto valor no se modifica por los niveles de proteína consumidos y no se ha detectado su efecto sobre la salud del animal. (Robinson *et al.*, 2006). Esto puede estar sucediendo en camélidos debido a los altos niveles de nitrógeno ureico sanguíneo que estos animales poseen no necesariamente debido al alto contenido de proteína en la dieta sino a su eficiencia alimenticia. Aún no se disponen estudios que evidencien la relación entre los niveles de nitrógeno ureico sanguíneo y la preñez tal como sucede en vacas lecheras.

El efecto de la nutrición sobre la reproducción se ve reflejada en vacas lecheras alimentadas con alto contenido proteico en la dieta lo que eleva los niveles de nitrógeno ureico en sangre cuyos efectos sobre el tracto reproductivo son la liberación de prostaglandinas, luteolítico por excelencia pudiendo afectar la implantación y el mantenimiento de la preñez en estadios tempranos (Butler, 1998, 2000). Todo esto repercute en una alta tasa de mortalidad embrionaria y bajas tasas de preñez. Butler (1998, 2000) menciona que una dieta con alto contenido proteico deriva en altas concentraciones de nitrógeno ureico sanguíneo (NUS) y consiguiente aumento del pH (potencial de hidrogeno) en el tracto uterino afectando la implantación y lo que podría afectar la sobrevivencia embrionaria.

4.2.6 Determinación de tasa de ovulación

La tabla 11, nos muestra el efecto de la proteína en la dieta sobre la tasa de ovulación después del empadre, con respecto a la tasa de ovulación sucede lo contrario a la tasa de preñez, es probable que un mayor nivel de proteína en la dieta tenga efecto sobre la producción de hormonas sobre todo proteicas, además contribuye el hecho de que estén en mejor condición corporal después del parto por una mejor dieta. Los datos hallados muestran que mayores niveles de proteína en la dieta favorecen una mayor tasa ovulatoria en alpacas.

Tabla 11. Efecto de la proteína en la dieta sobre la tasa de ovulación después del empadre

Tratamiento	Alpacas con folículo pre ovulatorio antes del empadre (n)	Alpacas con cuerpo lúteo después del empadre (n)	Tasa de ovulación (%)
T1	14/16	10/14	71.4 ^b
T2	16/16	15/16	93.7 ^a
T3	16/16	15/16	93.7 ^a

a, b, c letras diferentes en la misma columna muestran diferencias significativas ($P < 0.05$)

Estudios en alpacas muestran que 30 a 40% requieren de una monta para ovular (Sumar *et al.*, 1993, Bravo *et al.*, 1991) y que muchos problemas en la concepción son debidos a mortalidades embrionarias que ocurren de los primeros 35 días de la gestación (Fernández-Baca *et al.*, 1970). Estudios más recientes encontraron 20% de fallas ovulatorias por deficiente respuesta de la hembra al estímulo coital del macho (Leyva y García, 1999) y 12% de pérdida del óvulo fecundado dentro de los primeros 5 días post-ovulación (Leyva y García, 1999), además, se sugirió que el estradiol de los folículos estrogénicos presentes alrededor de este periodo afectaban el desarrollo del cuerpo lúteo (Leyva y García, 2000).

Un único apareamiento por un macho intacto o vasectomizado es suficiente para inducir la ovulación, ocurriendo a los 1,8 días. (Adams *et al.*, 1990) o a las $34,2 \pm 12,8$ horas después de la cópula (Alberio y Aller, 1996). Hay un aumento en la hormona luteinizante (LH) 15 minutos después del comienzo de la cópula, seguido por un pico a las 2 horas y un retorno a niveles basales a las 72 horas (Bravo *et al.*, 1990). La ovulación en los camelidos sudamericanos es dependiente de la liberación de LH en respuesta a la cópula y es común que las hembras reciban más de un servicio natural en 24 horas. Bravo *et al.* (1992) encontraron que los apareamientos adicionales a las 6 y 24 horas del apareamiento inicial no produjeron liberación de LH adicional ni aumento en la tasa de ovulación. En cambio, la tasa ovulatoria después de un apareamiento natural, fue mejorada en 10% al administrar conjuntamente hCG (750 UI) (Adam *et al.*, 1992). Este aumento no fue observado utilizando GnRH (Aller *et al.*, 1997). Múltiples ovulaciones ocurren en alrededor del 10% de las hembras siguiendo al servicio natural (Fernández *et al.*, 1970).

Las ovulaciones ocurren con similar frecuencia en ambos ovarios en alpacas (Sumar, 1985) y la respuesta ovulatoria en llamas y alpacas varía dependiendo si el folículo está creciendo, madurando o se encuentra en regresión (Bravo *et al.*, 1991). Estos autores observaron que la ovulación no ocurre en ninguna de las hembras con folículos ováricos < 7 mm de diámetro en el momento de la cópula, es decir, la ovulación ocurrió cuando los folículos tuvieron un diámetro ≥ 7 mm. Los folículos en estado de regresión al momento del apareamiento se luteinizaron y no se observó ovulación, demorando por 5 a 7 días el desarrollo del nuevo folículo dominante.

Los tratamientos con una única inyección de hCG (500-700 IU, IM.) (San Martín *et al.*, 1968) o GnRH (Bourke *et al.*, 1995) produjeron ovulaciones después de 26 y 28 horas respectivamente. Dos análogos sintéticos de la GnRH (Buserelina y Lecirelina) fueron comparadas por Aller *et al.*, (1999) y no se observaron diferencias en la tasa ovulatoria. La incidencia en las fallas de la ovulación no han sido muy estudiadas en experimentos controlados. La tasa de ovulación después de un único o múltiples apareamientos fue del 82% (Fernández *et al.*, 1970).

Aller (2007) estudiando el desarrollo de la onda folicular encontró, que el folículo dominante de la onda fue primero identificado con un diámetro de 3 a 4 mm y los folículos subordinados no excedieron de 7mm, siendo $5,3 \pm 0,3$ mm el máximo del segundo folículo más grande y el diámetro máximo del folículo no ovulatorio fue de 9 a 16 mm, siendo el promedio de 12 mm en hembras no preñadas y 10 mm en preñadas.

La tasa promedio de crecimiento folicular fue estimada en 0,7 mm/día (Adams *et al.*, 1990); en cambio Alberio y Aller (1996) observaron mayor rapidez en el crecimiento (1,1 mm/día). Por el contrario, la tasa de regresión es más rápida teniendo como característica una mayor variabilidad (Adams *et al.*, 1990).

4.2.7 Determinación de mortalidad embrionaria

La tabla 12 nos muestra el efecto de la proteína en la dieta sobre la mortalidad embrionaria (%) entre los 13 días y 30 ± 5 días pos empadre. La mortalidad embrionaria parece ser consecuencia directa de los niveles de NUS y de su efecto sobre esta variable tal como sucede en vacunos lecheros y que es propuesto por Butler (2000). Hubo menor muerte embrionaria en alpacas con menores niveles de proteína en la dieta. No hay estudios comparativos del

efecto del NUS sobre la mortalidad embrionaria por lo que las inferencias están direccionadas a lo propuesto en vacunos.

Es probable que pudiera estar sucediendo lo propuesto por Butler, (2000) que menciona que elevados niveles de NUS en sangre trae como consecuencia la liberación de prostaglandinas, luteolítico por excelencia, además, menciona que hay un aumento del pH en el lumen uterino pudiendo afectar la implantación y el mantenimiento de la preñez en estadíos tempranos. Evidencia científica que corrobore este proceso fisiológico en alpacas es inexistente, así mismo, tampoco hay estudios que primariamente indiquen una relación entre los niveles de NUS y la preñez en esta especie que nos permitirían realizar asunciones más objetivas.

Tabla 12. Efecto de la proteína en la dieta sobre la mortalidad embrionaria (%) entre los 13 días y 35 días pos empadre.

Tratamiento	Alpacas preñadas después del empadre		Mortalidad embrionaria (%)
	13 Días	30 Días	
T1	10/16	9/10	10.0
T2	13/16	13/13	0.0
T3	12/16	6/12	50.0

La mortalidad embrionaria temprana es común en los camélidos y se estima que afecta a un 10-15% de todos las preñeces en los primeros 30 días de preñez (Adams, 1997; Bravo *et al.*, 1995; Cárdenas *et al.*, 2003). La incidencia de muerte embrionaria temprana puede ser tan alto como 60 a 80% en condiciones extremas en los primeros 90 días de gestación (Alarcón *et al.*, 1990). Los factores responsables de esta alta tasa de mortalidad son desconocidas, el reconocimiento de la preñez temprana, la insuficiente migración del útero, el fracaso de la implantación (Fibrosis uterina), restricciones alimenticias, presencia de infección o enfermedad parasitaria, el estrés, los desequilibrios hormonales o aberraciones cromosómicas pueden ser causas (Aba *et al.*, 1997; Tibary *et al.*, 2001).

En un estudio conducido por Huanca (2015) menciona que el 70% de los óvulos recuperados tres días después de la monta con machos enteros estaba fertilizado, pero solamente un 50% sobrevivió más allá de los 30 días de gestación. La mortalidad embrionaria durante los

primeros meses de gestación es más alta en alpacas que en otras especies domésticas y representa un serio problema de reproducción de esta especie. En alpacas, se ha determinado que los índices de fertilización son mayores al 80% en el día 3 post servicio y de 35% en los días 21 a 31 de gestación, esto demuestra que existe una pérdida embrionaria aproximada del 50% en los 30 primeros días de la gestación. Los factores causantes de la alta tasa de pérdida embrionaria no son bien conocidos. Sin embargo, la restricción alimenticia, desbalances hormonales, factores inmunológicos, ambiente externo, entre otras, pueden ser los factores más importantes, sin encontrar una forma de infección del aparato reproductor (Tibary *et al.*, 2001).

4.2.8 Diámetro del folículo pre ovulatorio

La tabla 13 muestra el efecto de la proteína en la dieta sobre el diámetro del folículo pre ovulatorio. Se hallaron diferencias ($p < 0.05$) entre los tratamientos, esto quiere decir que cuando hubo mayor proteína en la dieta el tamaño del folículo pre ovulatorio fue mayor. No hubo diferencias entre el tratamiento 2 y 3. Es probable que mayor proteína tenga que ver con una mayor disponibilidad de aminoácidos para formar tejido y para producir hormonas sobre todo de las derivadas de las proteínas.

Tabla 13. Efecto de la proteína en la dieta sobre el diámetro del folículo pre ovulatorio

Tratamiento	n	Diámetro del folículo pre ovulatorio (mm)
T1	14	6.16±0.7 ^c
T2	16	8.01±0.4 ^a
T3	16	7.45±0.6 ^b

a, b, c letras diferentes en la misma columna muestran diferencias significativas ($P < 0.05$)

Un estudio realizado en llamas para ver el efecto de administración de progesterona sobre el diámetro de los folículos Santiani *et al.*, (2002) encontraron que los tamaños de los folículos varia de 4.6 a 12.1 mm considerando pre ovulatorios a los mayores a 7 mm. Estos autores también hacen hincapié sobre el efecto del factor nutricional sobre el tamaño del folículo en camélidos. Por último se realizó un trabajo sobre el efecto de la restricción alimenticia sobre la dinámica folicular ovárica, respuesta ovulatoria y desarrollo del cuerpo lúteo fue evaluado en llamas por Norambuena *et al.*, (2013), reportándose diferencias altamente significativas

en el tamaño del folículo dominante (9.5 ± 0.7 vs 13.2 ± 0.9) y en el tiempo del vida del folículo dominante (19.9 ± 2.0 vs 24.3 ± 1.1). La restricción alimenticia evidenció tamaños menores del folículo pre ovulatorio, esto contrasta con lo hallado en el presente estudio donde la única variación fue la concentración de fósforo y es evidente que este mineral tiene efectos sobre el peso vivo y consecuentemente sobre el tamaño de los folículos pre ovulatorios.

4.2.9 Niveles de progesterona en suero

La tabla 14 muestra el efecto de la proteína en la dieta sobre niveles de progesterona en suero (ng/ml) a diferentes tiempos después del empadre. Los niveles de progesterona siempre fueron mayores en los días 9, 13 y 30 de ser empadradas las alpacas cuando las dietas fueron mayores en proteína cruda. El mecanismo puede verse favorecido por la disponibilidad de nutrientes para formar tejido, en este caso el cuerpo lúteo, un buen cuerpo lúteo traerá como consecuencia un mayor incremento en los niveles de progesterona.

Tabla 14. Efecto de la proteína en la dieta sobre niveles de progesterona en suero (ng/ml) a diferentes tiempos después del empadre

Tratamiento	n	Días relativos al empadre		
		Día + 9	Día+13	Día +30
T1	10	4.8±1.0 ^b	4.9±0.6 ^c	4.2±0.4 ^b
T2	15	6.0±0.8 ^a	6.4±0.6 ^a	6.0±0.6 ^a
T3	15	5.1±0.9 ^b	5.6±0.7 ^b	4.1±0.8 ^b

a, b, c letras diferentes en la misma columna muestran diferencias significativas ($P < 0.05$)

Los niveles de progesterona fueron medidos en el día 9 y día 13 después del empadre debido a que varios autores mencionan que los niveles de progesterona comienzan a incrementar a partir del día 1 post servicio en orden creciente hasta el día 11 cuando las concentraciones empiezan a descender si la alpaca no está preñada (Sumar, 1993).

Las concentraciones de progesterona en plasma aumentan en 5 días después del apareamiento y mantienen $> 2,0$ ng / ml hasta 15 días antes del parto, Las concentraciones

de progesterona en plasma en la llama fueron significativamente elevados por 5 días después del apareamiento y se mantuvo alta durante la preñez. La media de las concentraciones de progesterona (3,0 -4,5 ng/ml) siendo similar a reportes para otras especies durante la misma etapa de preñez, concentraciones de cortisol en plasma se mantienen relativamente constante ($14,0 \pm 9,0$ ng / ml) a través de la mayor parte de la preñez (Leon *et al.*, 1990). Esta investigación se asemeja a los datos obtenidos en el presente estudio.

Los niveles basales de progesterona se incrementan hasta el día 8 en alpacas no preñadas (12.03 nmol/l) y hasta el día 9 en llamas no preñadas (14.10 nmol/l). Posterior a ello se observó una caída rápida de la progesterona circulante, hasta los niveles basales en los días 10 y 11 post servicio en alpacas y llamas respectivamente. Los niveles de progesterona en alpacas preñadas se mantuvieron altos después del día 8 hasta el día 30 post servicio, fluctuando entre 12,32 y 17,36 nmol/L (Sumar *et al.*, 1993).

Bravo *et al.*, (1991) determinaron que existe una relación positiva entre el tamaño del cuerpo lúteo y las concentraciones de glucorónido de pregnanediol en orina de alpacas y llamas, las cuáles se incrementaron dentro de los 3 días siguientes a la ovulación. Así mismo, observaron un desarrollo del cuerpo lúteo más rápido en llamas que en alpacas, durante el desarrollo temprano. En llamas se ha detectado el cuerpo lúteo aproximadamente en el día 3, en hembras que ovularon indistintamente de sí estuvieron preñadas o no. El máximo diámetro del cuerpo lúteo fue de 12.8 mm y 16.3 mm para llamas preñadas y no preñadas respectivamente (Adams *et al.*, 1991).

Después de un empadre estéril, las concentraciones de progesterona en sangre incrementaron desde el día 5, alcanzando la máxima concentración entre los días 7 y 8 y declinó rápidamente entre los días 9 y 10 (Sumar, 1999). El cuerpo lúteo se mantiene por lo menos 10 días después de la ovulación en llamas vacías (Adams *et al.*, 1990). Mientras que el cuerpo lúteo de la preñez se mantiene sobre los 10 mm luego del día 4 alcanzando su mayor diámetro a los 21.4 días con 16.3 mm. En llamas vacías no apareadas no se detecta el cuerpo lúteo (Adams *et al.*, 1991).

En alpacas y llamas no preñadas, un incremento de la secreción de prostaglandina F₂ α se observó desde el día 9 al 12 post cópula, alcanzando picos de valor alto. En la actualidad se está poniendo mucha atención en los mecanismos de regresión del cuerpo lúteo (luteolisis)

en todas las especies domésticas. La caída rápida en los niveles de progesterona en el tejido luteal y en el plasma circulante el día 13 en alpacas no preñadas sugiere una interferencia con la actividad del cuerpo lúteo entre los días 8 y 13. Esto se debería ya sea a la acción de una activa sustancia luteolítica, a la rápida caída de un agente luteotrófico, o a una combinación de ambas (Sumar y García, 1986).

Estos mismos autores demostraron en base a la disminución del tamaño del cuerpo lúteo, que hay una relación entre cuerpos lúteos afectados y mortalidad embrionaria en estadíos posteriores (Leyva y García 1999). La asociación de estos resultados con los de Fernández-Baca *et al.* (1970) Sugieren la ocurrencia de una mayor mortalidad en estadíos más avanzados de la gestación temprana; sin embargo, esta información requiere ser confirmada, sobretodo la magnitud de la mortalidad embrionaria y la probable alteración hormonal, alrededor del proceso del reconocimiento maternal de la preñez, el cual, en base a un descenso temporal de los niveles de progesterona, ha sido sugerido que puede ocurrir entre los días 9 y 11 post-ovulación en alpacas (Aba *et al.*, 1995).

4.2.10 Endometritis postparto

La tabla 15 muestra el efecto de la proteína sobre la prevalencia de endometritis. Hubo una mayor incidencia de endometritis sub clínica en alpacas con niveles altos de NUS que tuvieron mayor proteína en la dieta, es probable que tal como lo menciona Butler (2000) cuando se genera prostaglandina a nivel de útero por descenso del pH hay una migración mayor de polimorfo nucleados a esta zona. Por otro lado cuando la dieta fue menor (8% PC) también evidenció mayor prevalencia de endometritis, en este caso pudiera verse afectada la respuesta inmunológica del animal lo que hizo deficiente la respuesta ante la presencia de bacterias propias de un proceso de involución uterina.

La endometritis fue la patología uterina más común encontrada en alpacas, seguido por fibrosis endometrial. La endometritis siempre se sospechó con antecedentes de repetición de reproducción y visualización de flujo vaginal mucopurulento. En algunos casos, la ecografía muestra cierta acumulación de líquido en la cavidad uterina. La confirmación de endometritis se basa generalmente en una citología uterina positiva y en el cultivo (Tibary *et al.*, 2001).

Infección uterina es el problema reproductivo más común que resulta en la infertilidad en camélidos (Fowler, 1998; Tibary y Anouassi, 2001). Poco se sabe sobre la patogénesis y el desarrollo de esta afección en camélidos. Infección uterina se debe sospechar en animales que tengan un historial de repetición de reproducción o muerte embrionaria temprana después de al menos una preñez normal.

Tabla 15. Efecto de la proteína sobre la prevalencia de endometritis (%)

Tratamiento	n	Número de animales positivos	Prevalencia de endometritis (%)
T1	16	6/16	37.5 ^a
T2	16	4/16	25.0 ^a
T3	16	7/16	43.7 ^a

En un estudio de Mamani (2017) evaluó dos técnicas para el diagnóstico de endometritis subclínica pos parto en alpacas, donde se estudiaron en 20 alpacas primíparas y 19 multíparas a los 21 días pos parto, la ultrasonografía (48.71%) fue más efectiva que el lavado uterino (21.05%). El grado de la inflamación se evalúa mediante una evaluación de la número y la morfología de los leucocitos polimorfonucleares (PMN). La presencia de tres a cinco de PMN por campo suelen ser significativos en el diagnóstico de endometritis (Tibary et al, 2001).

Barlund et al (2008) realizaron comparaciones entre técnicas de diagnóstico de endometritis subclínica en vacas holstein (n = 221) postparto, de ocho hatos lecheros comerciales, examinando endometritis entre 28 y 41 días después del parto, utilizando 5 técnicas de diagnóstico: (I) vaginoscopia; (II) evaluación ecográfica del volumen del líquido uterino; (III) evaluación ultrasonográfico del grosor endometrial; (IV) citología endometrial recolectada por citobrush y (V) citología endometrial recolectada por lavado uterino. Siendo la citología Cytobrush el método más confiable para diagnosticar la endometritis en el ganado. Las vacas que tenían >8% PMNs fueron considerados para ser positivos Para endometritis. La endometritis subclínica (ES) es un problema que afecta al sistema reproductivo, las vacas con ES tienen una baja tasa de fertilidad, disminuyendo notablemente su eficiencia reproductiva en la siguiente gestación, aumentando los días abiertos.

V. CONCLUSIONES

1. Los niveles de nitrógeno ureico sanguíneo en alpacas postparto fueron diferentes ($p < 0.05$) entre las regiones de Puno, Junín y Pasco sin aparente relación con los niveles de proteína cruda en la dieta de los animales, sin embargo se observa en la región de Pasco que a mayor proteína cruda hay menores niveles de nitrógeno ureico sanguíneo ($p < 0.05$) en comparación con las regiones de Junín y Puno.
2. Los niveles de nitrógeno ureico sanguíneo fueron mayores ($p < 0.05$) a medida que la dieta fue incrementándose en el contenido de proteína cruda en la dieta.
3. La tasa de ovulación fue mayor en los tratamientos con 11 y 14% de proteína en la dieta frente al tratamiento con 8% de proteína en la dieta. Hubo una reducción de la tasa de preñez y un aumento de la mortalidad embrionaria a medida que las dietas tuvieron mayor contenido de proteína cruda, encontrándose diferencias significativas entre los tres tratamientos ($p < 0.05$).
4. No se hallaron diferencias entre los tratamientos con respecto a la presentación de endometritis a los 20 días postparto.

VI. RECOMENDACIONES

1. Realizar estudios que definan la relación entre bajo nivel de aporte proteico y fertilidad en el parto de alpacas.
2. Realizar estudios en alpacas que definan la relación entre el estatus energético y fertilidad en el parto.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aba, MA; Forsberg, M; Kindahl, H; Sumar, J. y Edqvist, L. 1995: Endocrine changes after mating in pregnant and non-pregnant llamas and alpacas. *Acta Vet. Scand.* 36: 489-498.

Aba, M A; Bravo, PW; Forsberg, M. y Kindahl, H. 1997. Endocrine changes during early pregnancy in the alpaca. *Anin. Reprod. Sci.* 47: 273-279.

Adam, CL; Bourke, DA; Kile, CE; Young, P. y McEvoy, TG. 1992. Ovulation and recovery in the llama. In: Allen W R, Higgins A J, Mayhew I G, S Now D y Wade J F (Eds), *Proc. Inst Int. camel Conf.* R&W Pub., Newmarket. pp: 125-127.

Adams, GP; Griffin, PG. y Ginther, OJ. 1989. In situ morphologic dynamics of ovaries, uterus and cervix in llamas. *Biology of Reproduction.* pp: 551-558.

Adams, GP; Sumar, J. y Ginther, O. 1990. Effects of lactational and Reproductive status on ovarian follicular waves in llama. *J Reprod Fert* 90:535 – 545.

Adams, GP; J. Sumar and O. J. Ginther. 1991. Form and function of the corpus luteum in llamas. *Anim. Reprod. Sci.* 24, 127-138.

Adams, GP; Matteri, RL; Kastelic, JP; Ko, J CH y Ginther, OJ. 1992. Association between surges of follicle stimulating hormone and the emergence of follicular waves in heifers. *J. Reprod. Fert* 94: 177-188.

Adams, GP. 1997. Pregnancy diagnosis in the llama. In: RS Younquist, editor. *Current therapy in large animal theriogenology.* Philadelphia, PA: Saunders. pp: 808-12.

Adams, GP; Ratto, MH; Huanca, W. y Singh, J. 2005. Ovulation – Inducing Factor in the seminal plasma of alpacas and llamas.

Alarcón, V; Sumar, J; Riera, GS. y Foote, WC. 1990. Comparison of three methods of pregnancy diagnosis in alpacas and llamas. *Theriogenology.* 55: 1119-1127.

Aller, JF. y Alberio, RH. 1996. Control y Sincronización de la onda Folicular mediante la aplicación de progesterona exógena en llamas. *Rev. Arg. Prod. Animal.*

Aller, JF; Ferré, L; Rebuffi, G. y Alberio, RH. 1997. Inseminación artificial en llamas (*Lama glama*). *Vet. Arg.*, XIV: 394-400.

Aller, JF; Cancino, AK; Rebuffi, GE y Alberio, RH. 1999. Inducción de la ovulación en llamas (ovulation induction in llamas) In: *Proceeding of the second world Congreso on camelids, Cuzco – Peru, 4 – 7 November.* pp: 91.

Aller, J. 2007 *Bioteconlogías Reproductivas en Camélidos Sudamericanos. I curso Internacional de transferencia de embriones, Puno-Perú.*

A.O.A.C. 2000. *Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemist.* 4.2.11 AOAC Official Method 2001.11. Consultado 18 agosto de 2014. Disponible en: <http://www.freedocumentsearch.com/pdf/aoacofficial-method-976.06-protein.html>

Austin, D., Urnes, P., y Fierro, L. 1983. Spring Livestock grazing affect crested wheatgrass Regrowth and winter use by Mule deer, *Journal of Range Management.* 36:589-593.

Bach, A. 2000. XVII Curso de especialización FEDNA: La reproducción del vacuno lechero: nutrición y fisiología. España.

Barlund C.S, Carruthers T.D, Waldner C.L, Palmer C.W. 2008. A comparison of diagnostic techniques for postpartum endometritis in dairy cattle *Theriogenology* 69, 714–723

Barton, BA, Rosario, HA, Anderson, GW, Grindle, BP and Carroll, DJ. 1996. Effects of dietary crude protein, breed, parity, and health status on the fertility of dairy cows. *Journal of Dairy Science* 79, 2225–2236.

Bell, A. W. 1995. Regulation of organic nutrient metabolism during transition from late pregnancy to early lactation. *J. Anim. Sci.* 73:2804-2819.

Bossis, I; Wettemann, RP; Welty, SD; Vizcarra, JA; Spicer, LJ and Diskin, MG 1999: Nutritionally induced anovulation in beef heifers: ovarian and endocrine function preceding cessation of ovulation. *J Anim Sci*, 77: 1536-1546.

- Bourke, D; Kyle, T; McEvoy, P; Young, P y Adam, CL. 1995. Recipient synchronization and embryo transfer in South American Camelids. *Theriogenology* 43:171.
- Bravo, PW. y Sumar, J. 1989. Laparoscopic examination of the ovarian activity in alpacas. *Anim Reprod. Sci.* 21:271-281.
- Bravo, W; Fowler, M E; Stabenfeldt, GH; y Lasley, BL; 1990. Ovarian Follicular dynamics in the llama. *Biology Reproduction.* 43:579 – 585.
- Bravo, W; Stabenfeldt, GH; Lasley, BL. y Fowler, ME. 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, W; Stabenfeldt, GH; Fowler, ME y Lasley, BL. 1992. Pituitary response to repeated copulation and /or gonadotropin – releasing hormone administration in llamas and alpacas. *Biol. Reprod.* 47:884 – 888.
- Bravo, P., Lasley, B y Fowler, M. 1995. Resumption of ovarian follicular activity and uterine involution in the postpartum llama. *Theriogenology* 44: 783-791
- Bravo, W. 2002. The reproductive process of south american camelids. Printed on acid-free paper in the United stated of America.
- Bravo, W., 2003. Inseminación Artificial de camélidos sudamericanos. Libro de Resúmenes del III Congreso Mundial sobre Camélidos. Potosí, Bolivia.
- Bustinza, C.V. 2001. La alpaca: Crianza, manejo y mejoramiento. Universidad Nacional del Altiplano. Oficina de recursos, Puno-Perú.
- Butler, W.R., 1998. Review: Effect of protein nutrition on ovarian and uterine physiology in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 81, 2533–2539.
- Butler, WR. 2000. Nutritional interactions with reproductive performance in dairy cattle. *Anim Reprod Sci;*(60–61):449–457.
- Butler, W. R. 2005. Relationships of dietary protein and fertility . *Advances in Dairy Technology.* 17: 159-168.

Calzada, B. J. (1982). Métodos estadísticos para la investigación. Quinta edición. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.

Campos R y Hernandez E., 2008: Relación nutrición fertilidad en bovinos. Universidad Nacional de Colombia.

Cárdenas, O; Ratto, M; Cordero, A. y Huanca, W. 2003. Evaluación de pérdida fetal temprana en llamas mediante Ultrasonografía. In: Proceedings of the III Congreso Mundial Sobre Camélidos, Potosí, Bolivia. pp: 709-711.

Carrol, DJ; Barton, BA; Anderson, GW; Smith RD. 1988. Influence of protein intake and feeding strategy on reproductive performance of dairy cows. Dairy Sci 71:3470-3481.

CENAGRO, IV Censo Nacional Agropecuario, 2012

Chen, BX; Yuen, ZX. y Pan, W. 1985. Semen induced ovulation in the Bactrian camel (*Camelus Bactrianus*). J. Reprod. Fertil. 73: 335 – 339.

Correa, C.H. 2001. El Metabolismo Del Nitrógeno Y Su Relación Con Las Alteraciones Reproductivas En Vacas De Alta Producción. Universidad Nacional de Colombia.

Dawson, DR; DeFrancisco, RJ; Stokol, T. 2011. Reference intervals for biochemical analytes in serum and heparinized plasma and serum protein fractions in adult alpacas (*Vicugna pacos*). Veterinary Clinical Pathology ISSN 0275-6382

Diaz, D. 1999. La influencia del estado reproductivo en la mortalidad embrionaria de alpacas. Fac Agron Zoot, Thesis. Cusco, Peru: Univ Nac San Antonio Abad.

Elrod, CC. y Butler, WR. 1993. Reduction of fertility and alteration of uterine pH in heifers fed excess ruminally degradable protein. J. Anim. Sci. 71:694–701.

England, BG; Foote, WC; Cardozo, AG; Matthews, DH. y Riera, S. 1971. Oestrus and mating behaviour in the llama (*Lama Glama*). Anim. Behav. 19 (4): 722-726.

England, BG; Foote, WC; Matthews DH. y Riera, S. 1969. Ovulations and corpus luteum function in the llama (*Lama Glama*). J. Endocr. 45: 505 – 513.

Escalante L. “Valores hematológicos, bioquímicos sanguíneos y urinarios en crías de alpacas Huacaya (*Vicugna pacos*) menores de dos meses” Tesis para optar el Título de Médico Veterinario y Zootecnista de la Universidad Nacional del Altiplano. 2017.

Fernandez-Baca, S., Hansel, W. y Novoa, C. 1970. Embryonic mortality in the alpaca, *Biol. Reprod.* 3: 243-251.

Ferguson JD. 2005. Nutrition and reproduction in dairy cows, 21. *Vet Clinics NA: Food Anim Pract*; p. 325–347.

Flores Sergio, Li Olga, Gavidia César, Hoyos Luis, Barrios-Arpi Manuel. 2016. Determinación del Perfil Bioquímico Sanguíneo Hepático y Renal en Alpacas (*Vicugna pacos*) Aparentemente Normales. *Rev. investig. vet. Perú* vol.27 no.1 Lima

Földi J., M. Kulcsár, A. Pécsi, B. Huyghe, C. de Sa, J. Lohuis, P. Cox y G. Huszenicza. 2006. Bacterial complications of postpartum uterine involution in cattle. *Animal Reproduction Science* 96: 265-281.

Fowler ME. 1989. Reproduction. In: *Medicine and Surgery of South American Camelids*. Fowler M.E. (Ed), pp 276-312. Iowa State University Press/Ames.

Fowler ME. 1998. *Medicine and surgery of South American camelids*, 2nd ed., Ames, IA: Iowa State University Press.

Fraser M. 1998. Diet composition of guanacos (*Lama guanicoe*) and sheep grazing in grassland communities typical of UK uplands. *Small Ruminant Research* 29: 201–212.

Gigli, I.; Russ, A. y Agüero, A. 2006. Consideraciones sobre la dinámica ovárica en equino, bovino y camélidos sudamericanos. Artículo de revisión. *An. ISSN (on line)* 1668-3498.

Gilbert, R. O., S. T. Shin, C. L. Guard, H. N. Erb y M. Frajblat. 2005. Prevalence of endometritis y its effects on reproductive performance of dairy cows. *Theriogenology* 64: 1879–1888.

Gordon, I. 1994. *Reproducción controlada del ganado vacuno y búfalos*. Editorial Acribia S.A. Zaragoza. España.

Goff JP. 2006. Major advances in our understanding of nutritional influences on bovine health. *J Dairy Sci*;89:1292-1301.

Hafez, E. 2000. Reproducción e inseminación artificial en animales. Séptima Edición. Editorial McGrawll Interamericana. México.

Hammond, A.C., 1997. Update on BUN and MUN as a guide for protein supplementation in cattle. In: Proc. Florida Rum. Nutr. Symp., Gainesville, FL, 16–17 January, 10 pp.

Harker, C. 1964. Botanical examination of forage from esophageal fistulas in cattle. *Jounal of Anim Sci* 23.465-469.

Heller, R., Cercasov, V., Von Engelhardt, W. 1986. Retention of fluid and particles in the digestive tract of the llama (*Lama glama*). *Comparative Biochemistry and Physiology* 83A, 687-691.

Hinderer, S. y Von Engelhardt, W. 1975. Urea metabolism in the llama. *Comp Biochem Physiol*;52A:619–22.

Huanca, T. 2008. Efecto de la administración de gonadotropinas exógenas (FSH y eCG) en la respuesta ovárica y la producción de embriones en alpacas (*Vicugana pacos*). Universidad Santiago de Compostela – España.

Huanca, W; Cordero, A y Huanca T. 2015. Relación entre nutrición y el comportamiento reproductivo en los camélidos sudamericanos. VII Congreso mundial de CSA, Puno – Peru.

Kasimanickam, R., T. F. Duffield, R. A. Foster, C. J. Gartley, K. E. Leslie, J. S. Walton, y W. H. Johnson. 2005. A comparison of the cytobrush y uterine lavage techniques to evaluate endometrial cytology in clinically normal postpartum dairy cows. *Can Vet J.* 46:255–259

Lean, IJ, Celi, P, Raadsma, H, McNamara, J and Rabiee, AR 2012. Effects of dietary crude protein on fertility: meta-analysis and meta-regression. *Animal Feed Science and Technology* 171, 31–42.

LeBlanc, S. J., T. F. Duffield, K. E. Leslie, K. G. Bateman, G. P. Keefe y J. S. Walton. 2002. Defining y diagnosing postpartum clinical endometritis y its impact on reproductive performance in dairy cows. *J Dairy Sci* 85:2223–36.

León, JB; Smith, BB; Timm, KL. y LeCrenn, G. 1990. Endocrine changes during pregnancy, parturition and the early post-partum period in the llama (*Lama glama*). J. Reprod. Fétil. 88: 503-511.

Leyva, V. y García, W. 1999. Efecto de la progesterona exógena y endógena en alpacas en celo sobre la ovulación, fertilización y gestación. II Congreso Mundial sobre Camélidos. Cusco-Perú. pp: 89.

Leyva, V y García, W. 2000. Efecto del estradiol (E2) sobre la fertilización y sobrevivencia embrionaria en alpacas. XVII Cong. Nac. Medicina Veterinaria, Cusco Perú. Abst.: 65.

Lopez, A., Maiztegui, J., Cabrera, R. 1998. Voluntary intake and digestibility of forages with different nutritional quality in alpacas (*Lama pacos*). Small Ruminant Research. 29: 295-301.

Lucy, MC. 2001: Reproductive loss in high-producing dairy cattle: where will it end? J Dairy Sci, 84, 1277-1293.

Mamani Sergio Gloria Stefany. 2017. Comparación de técnicas para el diagnóstico de endometritis pos parto en alpacas. Tesis, Universidad Nacional del Altiplano – Puno – Peru.

Mateus, L., L. Lopes da Costa, F. Bernardo y J. Robalo Silva. 2002. Influence of puerperal uterine infection on uterine involution y postpartum ovarian activity in dairy cows. Reprod Domest Anim. 37:31-5.

Marin, R.E; Medina, O.D. y Corregidor, P.A. 2018. Minerales y proteínas en suero de Llamas (*Lama glama*) de la provincia de Jujuy, Argentina. Vet. Arg. Vol. XXXV N° 366

Marini, P.R.; Figallo, R.; Charmandarian, A.; Gómez, L.; Torresi, S.; Castillo, R. – 1998. Urea láctea e indicadores reproductivos en vacas lecheras en pastoreo, Rev. Arg. Prod. Anim., 18: 353.

Martínez, A., Sánchez, J. F.1999. Alimentación y reproducción en vacas lecheras. Eumedia S.A., Madrid – España.

Melendez P, Risco CA. 2005 Management of transition cows to optimize reproductive efficiency in dairy herds. Vet CI North Am Food Anim Prac;21:485-501.

Melendez, P., Donovan, A., Hernandez, J., Bartolome, J., Risco, C.A., Staples, C., Thatcher, W.W., 2003. Milk, plasma, and blood urea nitrogen concentrations, dietary protein, and fertility in dairy cattle. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 223 (5), 628–634.

Mertens DR. 1987. Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. *J Anim Sci* 64: 1548-1558.

Moreira, OL. y Morales, C. 2001. Efecto Del Interferón Recombinante Bovino Omega I Sobre El Intervalo Interestral, tiempo de vida del cuerpo lúteo y la temperatura corporal en el bovino. *Rev. Salud Anim.* Vol.23 No. 1 56-61.

Norambuena, M; Silva, M; Urra, F; Ulloa-Leal, C; Fernández, A; Adams, G; Huanca, W. y Ratto, M. 2013. Effects of nutritional restriction on metabolic, endocrine, and ovarian function in llamas (*Lama glama*). *Anim. Reprod. Sci.* 138 : 252– 260.

Novoa, C. 1970. Repduction in the camelidae. *J. Reprod. Fert.*

Novoa, C. 1991. Fisiología de la reproducción de la hembra. En: Avances y perspectivas del conocimiento de los Camélidos Sudamericanos. Fernández-Baca (Ed). FAO, Santiago, Chile, pp 91-109.

Nousiainen, J.; Shingfiel, K.J.; Huhtanen, P. 2004. Evaluation of milk urea nitrogen as a diagnostic of protein feeding. *Journal of Dairy Science*, v.87, n.2, p.386-398

NRC (National Research Council) 2007. Nutrient requirements of small ruminants. Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids. National Academy Press. Washington, D.C.

Oevermann, A., G. Pfyffer, P. Zanolari, M. Meylan and N. Robert. 2004. Generalized tuberculosis in llamas (*Lama glama*) due to *Mycobacterium microti*. *J. Clin. Microbiol.*, 4: 1818-1821.

Olazabal, J; Gonzales, R y San Martín, F. 2015. Niveles de glucosa y nitrógeno ureico sérico en alpacas. VII Congreso Mundial de Camélidos Sudamericanos. Puno – Perú.

Payne, JM. 1970, *Maladies métaboliques des ruminants domestiques*”, Point Vétérinaire 188, París.

Peso, D., W. Garcia, F. Franco, W. Bravo, V. Alarcon y F. San Martin. 2014. Manual del Tecnico Alpaquero. 2da edición. GMC Digital.

Peter, AT. y Smith, CL. 1997. Infertility in the female llama. In: Youngquist RS, editor. Current therapy in large animal theriogenology. WB Saunders; p. 827–31.

Pizarro R. 1999. Camelidotecnia. Lima: Concytec. 128 p.

Powers, BE; Johnson, LW; Linton, LB; Garry, F. y Smith, J. 1990. Endometrial biopsy technique and uterine pathologic findings in llamas. J Am Vet Med Assoc; 197:1157–62.

Quispe, C; Flores, E y Ñaupari, J. 2015. Selectividad y composición química de las dietas de alpacas y ovinos bajo pastoreo mixto. Resumen de VII Congreso Mundial de Camélidos Sudamericanos, Puno – Perú.

Ratto, M; Huanca, W; Singh, J. y Adams, G. P. (2006). Comparison of the effect of natural mating, LH and GnRH on interval to ovulation and luteal function in llamas. Anim. Reprod. Sci. 91 (3-4): 299 – 306.

Reiner, R. y Bryant, F.C. 1984. Diet selection and nutrition of alpacas grazing two eco-regions of Southern Peru. Abs. 38th. Ann.Meet. Soc. for Range Management. Salt Lake City, Utah. USA.

Rivas López Piedad Cristina, Suárez Londoño Álvaro y Ramírez Cardona Eugenio. 2011. Influencia de las hormonas metabólicas y la nutrición en el desarrollo folicular en el ganado bovino: implicaciones prácticas. Rev. Med. Vet.: N.º 21, páginas 155-173

Roche, JR; Macdonald, KA; Schutz, KE; Matthews, LR; Verkerk, GA; Meier, S; Loo, JJ; Rogers, AR; McGowan, J; Morgan, SR; Taukiri, S. y Webster, JR. 2013. Calving body condition score affects indicators of health in grazing dairy cows. J. Dairy Sci. 96:5811–5825.

Rodrigo Vargas Yesica. 2015. Niveles de nitrógeno ureico en sangre y leche de alpacas madre y crías. Tesis para optar el Título de Médico Veterinario y Zootecnista de la Universidad Nacional del Altiplano.

Robinson JJ, Ashworth CJ, Rooke JA, Mitchell LM, McEvoy TG. 2006. Nutrition and fertility in ruminant livestock. *Anim Feed Sci Tech* 126: 259- 276. doi: 10.1016/j.anifeedsci.- 2005.08.006

Rueda J, Flores E, Gamarra J. 1981. Efecto de la carga animal sobre la composición botánica de la dieta de ovinos en pastizales altoandinos. Pp 1 - 11 UNALM. Lima – Perú.

Sánchez Araujo, V; Chavez Araujo, E; Paucar Chanca, R; López Villar, J. y Cordova Romero, J. 2011. Perfil sanguíneo de la vicuña (*vicugna vicugna*) en condiciones de cautiverio en Huancavelica, Perú. *Arch. zootec.* vol.60 no.229 Córdoba mar.

San Martín, M; Copaira, M; Zuaiga, J; Rodriguez, R; Bustinza, G. y Acosta, L. 1968. Aspects of Reproduction in the Alpaca. *J. Reprod. Fert.* 16:395-399.

San Martín, F. Bryant, T. Huisa, R. Farfan Y A. Roles. 1986. Comparación de la selectividad y nutrición entre camélidos sudamericanos y ovinos I. Composición botánica de las dietas de llamas alpaca y ovino. Perú

San Martín, F y Bryant, FC. 1989. Nutrition of domesticated South American llamas and alpacas. *Small Ruminant Research* 2 (3), 191-216.

San Martín, F. 1991. Alimentación y nutrición. Pp.: 213 – 261. En: Fernández-Baca, S. (ed.). *Avances y perspectivas del conocimiento de los camélidos sudamericanos.* Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. 429 pp.

San Martín F. 1996. Nutrición en alpacas y llamas. Fondo Contravalor Perú-Suiza, CISA/IVITA, Fac. Med. Vet., Univ. Nac. Mayor San Marcos. Pub. Cient. IVITA N° 27: 28

San Martín, F. 2015. Adaptación nutricional y metabólica de los Camélidos Sudamericanos. VII Congreso Mundial de Camélidos Sudamericanos. Puno – Perú.

Santiani Alexei, Leyva Víctor y García Wilber. 2002. Efecto inhibitorio de la progesterona sobre el desarrollo de la onda folicular en llamas. *Rev Inv Vet Perú* 2002; 13 (2): 10-17

Senger, PL. 2001 Review: fertility factors in high producing dairy cows-which ones are really important? *Prof Anim Scientist* 2001;17:129–38.

Sheldon I. M., G. S. Lewis, S. LeBlanc, R. O. Gilbert. 2006. Defining postpartum uterine disease in cattle. *Theriogenology*.

Sheldon IM, Cronin J, Goetze L, Donofrio G, Schuberth HJ. 2009. Defining Postpartum Uterine Disease and the Mechanisms of Infection and Immunity in the Female Reproductive Tract in Cattle. *Biol Reprod* 81:1025–32.

Siguas, O; Paucar, R; Olazabal, J; San Martin, F. y Velez, V. 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, Perú.

Siguas, O., J. Olazábal. 2008. Perfil sanguíneo de vicuñas del Centro de Investigación de Camélidos Sudamericanos (CIDCS) Lachocc Huancavelica.

Simons, JA; Waldron, DL. y Hennessy, DP.1993. Clinical biochemical reference ranges for female alpacas (*Lama pacos*). *Comp Biochem Physiol*;105B:603–8.

Sinclair, KD; Kuran, M; Gebbie, FE; Webb, R. y McEvoy, TG. 2000. Nitrogen metabolism and fertility in cattle. II. Development of oocytes recovered from heifers offered diets differing in their rate of nitrogen release in the rumen. *J Anim Sci*;78: 2670–80.

Sinclair, KD; Garnsworthy PC, Mann GE, Sinclair LA 2014. Reducing dietary protein in dairy cow diets: implications for nitrogen utilization, milk production, welfare and fertility. *J Anim Sci*;8(2):262-74

Souza, FA; Caniso, IF; Borges, AM; Lima, AL. y Silva, EC. 2009. Restrição alimentar e os mecanismos endócrinos associados ao desenvolvimento folicular ovariano em vacas. *Rev Bras Reprod Anim*, Belo Horizonte, 33(2):61-65.

Spitzer, JC; Morrison, DG; Wettemann, RP y Faulkner, LC. 1995: Reproductive responses and calf birth and weaning weights as affected by body condition at 464.

Smith C.L., A. T. Meter, and D. G. Pugh. 1994. Reproduction in llamas and alpacas: A review. *Theriogenology*.41, 573-592.

Smith, O.B. and O.O. Akinbamijo .2000. Micronutrients and reproduction in farm animals. *Anim Reprod Sci*. 2;60-61:549-60.

Sumar, J. 1985. Reproductive physiology in south American camelids in: genetics of reproduction in sheep. Editors Butterwarths.

Sumar; J. y García, M. 1985. Diagnóstico precoz de gestación en alpacas basado en niveles de progesterona de la leche. Estudio preliminar. En: V Convención Internacional sobre Camélidos Sudamericanos. Libro de Resúmenes. Cusco. p.22

Sumar, J y M. García. 1986. Fisiología de la reproducción de la alpaca. In: Nuclear and Related Techniques in Animal Production and Health, IAEA, Viena. pp: 149-177.

Sumar, J; Alarcón, V. y Echevarria, L.1993. Niveles de progesterona periférica en alpacas y llamas y su aplicación en el diagnóstico precoz de gestación y otros usos clínicos. Acta Andina. 2: 161-167.

Sumar, J. 1994. Effects of various ovulation induction stimuli in alpacas and llamas. J. Arid Environ. 26: 39 – 45

Sumar, JB y Adams GP 1997. Reproductive anatomy and physiology of the female llama. In: Youngquist RS, editor. Current therapy in large animal theriogenology. WB Saunders; p. 792–798.

Sumar, J.1999. Reproduction in female South American domestic camelids. J. Reprod. Fertil. Suppl. 54: 169-178.

Tibary, A. and Anouassi, A. 1997. Reproductive disorders of the female camelidae In: Theriogenology in Camelidae: Anatomy, Physiology, BSE, Pathology and Artificial Breeding. Ed. A. Tibary. Actes Editions, Institut Agronomique et Veterinaire Hassan II. pp 317-368.

Tibary, A. 2001. Fertilization, embryo and fetal development in camelids. In: Proceedings of the Annual Conference of the Society for Theriogenology, Vancouver, BC, Canada, 12-15 september. pp: 387-396.

Tibary, A. y Anouassi, A. 2001. Retrospective study on an unusual form of ovario-bursal pathology in the camel (*Camelus dromedarius*). Theriogenology 56: 415–424.

Tibary, A; Anouassi, A. y Memon, AM. 2001. Approach to infertility diagnosis in camelids: retrospective study in alpacas, llamas and camels. J Camel Pract Res. 8:167–179.

Tibary, A. y Vaughan, JL. 2006. Reproduction in female South American camelids: a review and clinical observations. *Small Rumin Res* 2006;61:259–81.

Tibary, A. 2007. Breeding soundness evaluation and subfertility in female llamas and alpacas. In: Youngquist R, Threlfall W, editors. *Current therapy in large animal theriogenology*. 2nd ed., St. Louis, MO: Saunders/Elsevier; p. 878–83.

Timothy J. Potter, Javier Guitian, John Fishwick, Patrick J. Gordon I. Martin Sheldon. 2010. Risk factors for clinical endometritis in postpartum dairy cattle. *Theriogenology* 74, 127–134

Triplett, B.L; Neuendorff, D.A. and Randel D. 1995. Influence of Undegraded Intake Protein Supplementation on Milk Production, Weight Gain, and Reproductive Performance in Postpartum Brahman Cows. Texas Agricultural Experiment Station, Overton 75684-0290

Van Saun, RJ. 2006. Nutrient requirements of South American camelids: a factorial approach. *Small Rumin Res.*61:165–86.

Van Saun, RJ. 2008. Effect of nutrition on reproduction in llamas and alpacas. *Theriogenology* 70:508–514.

Van Saun, RJ; Cebra, C; Anderson, D; Tibary, A; Y Johnson, LW. 2014. *Llama y alpaca care: Medicine, surgery, Reproduction, Nutrition and Herd Health*. Primera edición. Elsevier

Van Saun RJ y Herdt, T. 2017. *Lama y Alpaca care*, Capitulo 2 – Nutricion.

Van Soest, P.J. (1994) *Nutritional ecology of the ruminant*. 2nd Edition, Cornell University Press, Ithaca, 476.

Von Engelhardt, W. y Schneider, W. 1977. Energy and nitrogen metabolism in the llama. *Anim. Res.Dev.* 5:68–72.

Warmington B.G., G.F. Wilson, T.N. Barry. 1989. Voluntary intake and digestion of ryegrass straw by llama x guanaco crossbreds and sheep. *J. Agric. Sci.* 113: 87-91.

Webb, R; Garnsworthy, PC; Gong and, JG; Armstrong, DG. 2004: Control of follicular growth: local interactions and nutritional influences. *J Anim Sci*, 82:63-74.

Westwood, C.T., Lean, I.J., Kellaway, R.C., 1998. Indications and implications for testing of milk urea in dairy cattle: a quantitative review Part 2. Effect of dietary protein on reproductive performance. *N. Z. Vet. J.* 46, 123–140.

Wittwer, F.G., Gallardo, P., Reyes, J., Optiz, H., 1999. Bulk milk urea concentrations and their relationship with cow fertility in grazing dairy herds in southern Chile. *Prev. Vet. Med.* 38, 159–166.

VIII. ANEXOS

ANEXO 1: Concentraciones de NUS en suero (mg/dl) de alpacas multíparas

N°	Puno	Junín	Pasco
1	28.6	20.9	22.3
2	35.2	23.7	16.7
3	42.5	27.2	21.3
4	26.8	27.8	20.9
5	31.2	19.9	19.6
6	35.2	21.6	21.3
7	25.2	28.1	25.2
8	32.5	21.8	20.4
9	26.5	23.0	19.2
10	24.8	22.2	21.3
11	28.2	23.8	24.5
12	26.5	28.6	18.2
13	21.8	24.3	16.2
14	32.5	24.0	15.0
15	28.6	21.7	17.9
16	25.6	22.8	21.5
17	24.8	26.8	27.6
18	29.5	28.1	21.0
19	24.3	24.3	16.4
20	25.3	28.3	25.3
21	32.5	27.8	21.5
22	34.2	26.7	18.5
23	38.2	26.8	21.7
24	37.5	27.4	28.6
25	25.9	23.3	17.9
26	26.8	21.5	21.2
27	30.5	23.0	19.2
28	28.5	19.8	20.1
29	35.6	27.3	25.6
30	35.2	20.9	17.6
31	32.8	22.4	21.6
32	29.5	25.6	18.6
33	27.5	24.5	21.5
34	24.9	26.8	29.6
35	25.6	27.6	17.6
36	28.6	22.9	23.5
37	34.2	27.3	21.6
38	29.3	27.3	32.5
39	24.8	26.9	16.5
40	47.7	23.1	17.2
41	28.6	27.7	19.6
42	27.9	26.5	22.3
43	39.5	24.6	17.3
44	34.8	25.8	25.3
45	30.4	28.5	21.5
46	28.6	23.1	27.2
47	28.9	24.3	19.2
48	27.9	20.8	18.5
49	20.3	26.8	15.9
50	46.0	25.3	46.9
Promedio	30.4	24.8	21.6
DS	5.7	2.6	5.3
MAX	47.7	28.6	46.9
MIN	20.3	19.8	15.0

ANEXO 2: Análisis de varianza y prueba de DLS para la variable concentraciones de NUS (mg/dl) en alpacas múltiparas

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Pr > F
Model	2	1985.105733	992.552867	44.23	<.0001
Error	147	3299.028200	22.442369		
Corrected Total	149	5284.133933			

Sig.	Promedio	N	Trat
A	30.3660	50	Puno
B	24.8240	50	Junín
C	21.5520	50	Pasco

ANEXO 3: Concentraciones de PT en suero (g/dl) de alpacas múltiparas

N°	Puno	Junin	Pasco
1	6.1	6.1	7.2
2	7.2	6.6	7.0
3	6.9	6.7	6.8
4	6.7	6.9	6.8
5	6.2	7.1	6.4
6	7.4	6.8	6.9
7	6.0	6.0	6.1
8	6.7	7.0	7.2
9	6.8	6.8	6.6
10	7.1	7.3	6.8
11	4.9	7.9	6.5
12	7.5	7.1	7.0
13	7.0	6.1	7.4
14	6.7	8.2	6.8
15	7.0	7.8	6.5
16	8.4	6.1	6.8
17	9.4	8.9	7.1
18	7.0	7.2	6.5
19	6.8	6.2	6.5
20	7.4	5.0	7.0
21	6.2	6.2	7.4
22	6.2	5.6	7.1
23	6.9	6.0	6.8
24	5.7	6.7	6.3
25	6.4	6.5	7.5
26	5.9	6.2	6.6
27	7.3	7.6	6.9
28	6.2	7.1	7.0
29	6.8	6.7	7.1
30	6.6	8.7	6.3
31	7.0	6.2	7.2
32	7.4	6.7	6.4
33	7.3	6.7	6.4
34	7.3	7.6	7.5
35	6.9	8.7	6.3
36	7.1	6.0	6.0
37	7.2	7.3	6.7
38	8.2	6.1	7.0
39	6.5	6.2	6.5
40	8.9	8.4	6.6
41	8.9	6.5	8.0
42	9.3	7.0	6.5
43	7.9	8.1	6.2
44	7.9	7.7	7.3
45	8.1	7.1	7.5
46	8.9	7.3	6.8
47	7.2	7.0	7.4
48	6.5	7.0	5.8
49	6.3	7.3	7.4
50	8.5	6.3	7.6
Promedio	7.1	6.9	6.8
DS	0.9	0.8	0.5
MAX	9.4	8.9	8.0
MIN	4.9	5.0	5.8

ANEXO 4: Análisis de varianza y prueba de DLS para la variable concentraciones de PT en suero (g/dl) en alpacas multíparas

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Pr > F
Model	2	2.28493333	1.14246667	1.89	<.0001
Error	147	88.64840000	0.60305034		
Corrected Total	149	90.93333333			

Sig.	Promedio	N	Trat
A	7.1340	50	Puno
A	6.9260	50	Junín
A	6.8400	50	Pasco

ANEXO 5: Concentraciones de Proteína cruda en dietas de alpacas en tres regiones altoandinas del Perú sometidas al pastoreo.

N°	Puno	Junín	Pasco
1	10.9	7.6	12.6
2	11.2	6.5	13.5
3	10.2	7.4	12.5
4	11.8	7.5	13.1
5	12.4	7.3	12.4
6	11.5	7.4	13.2
7	11.8	7.8	12.2
8	12.8	7.6	13.1
9	11.5	7.9	12.8
10	11.4	8.2	13.5
Promedio	11.6	7.5	12.9
DS	0.7	0.4	0.5

ANEXO 6: Análisis de varianza y prueba de DLS para la variable concentraciones de PC (%) en la dieta de alpacas multíparas sometidas al pastoreo.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Pr > F
Model	2	156.2446667	78.1223333	247.86	<.0001
Error	27	8.5100000	0.3151852		
Corrected Total	29	164.7546667			

Sig.	Promedio	N	Trat
B	11.5500	50	Puno
C	7.5200	50	Junín
A	12.8900	50	Pasco

ANEXO 7: Peso vivo antes, durante y después del parto en alpacas multíparas sometidas tres tratamientos con diferentes niveles de proteína en la dieta.

N°	14 DIAS ANTES DEL PARTO			PARTO			55 DIAS POST PARTO		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
1	69.5	68.2	68.2	56.2	58.2	57.5	59.3	61.2	63
2	73.9	70.5	75.2	57.5	56.9	63.2	58.9	59.9	63.7
3	68.2	70.1	74.2	54.2	59.2	60.2	59.2	62.3	65.7
4	60.3	65.9	68.5	48.6	54.9	54.5	53.6	56.9	57.1
5	54.2	68.5	79.1	45.2	58.5	65.1	50.2	63.5	68.6
6	65.9	64.5	65.9	51.9	54.2	51.9	56.9	59.2	53.4
7	66.9	71.2	66.6	51.2	57.2	55.9	56.2	62.2	59.4
8	69.5	73.6	65.2	56.2	59.6	51.2	61.2	61.2	54.7
9	75.6	78.1	70.8	61.6	68.1	56.8	64.3	69.3	60.3
10	72.9	68.2	70.1	58.9	54.2	56.1	62.8	56.8	59.6
11	74.2	69.1	64.2	60.2	58.1	55.2	63.7	61.3	58.7
12	74.2	70.2	71.2	60.2	60.1	61.5	62.4	63.3	65.2
13	68.3	65.3	69.2	52.1	54.3	57.2	57.1	57.1	61.7
14	69.2	68.3	69.5	53.2	58.1	58.3	58.2	60.3	61.8
15	73.2	67.9	71.9	62.3	58.2	57.9	67.3	61.9	61.4
16	68.5	69.5	75.2	52.2	58.9	65.2	57.2	61.1	68.7
Promedio	69.0	69.3	70.3	55.1	58.0	58.0	59.3	61.1	61.4
DS	5.6	3.3	4.1	4.9	3.3	4.2	4.3	3.0	4.4

ANEXO 8: Análisis de varianza y prueba de DLS para la variable Peso Vivo (kg) antes del parto en alpacas multíparas sometidas tres tratamientos con diferentes niveles de proteína en la dieta.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Pr > F
Model	2	14.4629167	7.2314583	0.37	0.6913
Error	45	874.3762500	19.4305833		
Corrected Total	47	888.8391667			

Sig.	Promedio	N	Trat
A	70.313	16	T3
A	69.319	16	T2
A	69.031	16	T1

ANEXO 9: Análisis de varianza y prueba de DLS para la variable Peso Vivo (kg) durante el parto en alpacas multíparas sometidas tres tratamientos con diferentes niveles de proteína en la dieta.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Pr > F
Model	2	90.1250000	45.0625000	2.59	0.0860
Error	45	782.2131250	17.3825139		
Corrected Total	47	872.3381250			

Sig.	Promedio	N	Trat
A	58.044	16	T2
A	57.981	16	T3
A	55.106	16	T1

ANEXO 10: Análisis de varianza y prueba de DLS para la variable Peso Vivo (kg) después del parto en alpacas multíparas sometidas tres tratamientos con diferentes niveles de proteína en la dieta.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Pr > F
Model	2	42.9479167	21.4739583	1.37	0.2636
Error	45	703.3912500	15.6309167		
Corrected Total	47	746.3391667			

Sig.	Promedio	N	Trat
A	61.438	16	T3
A	61.094	16	T2
A	59.281	16	T1

ANEXO 11: Niveles de nitrógeno ureico sanguíneo 7 días antes, durante y 7 días después del parto en alpacas multíparas sometidas tres tratamientos con diferentes niveles de proteína en la dieta.

N°	NUS -7 DIAS			NUS DIA 0			NUS +7 DIAS		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
1	26.3	28.5	30.5	19.6	23.8	25.8	15.4	21.3	28.1
2	29.3	27.8	27.8	22.6	21.1	23.1	18.4	18.2	25.4
3	28.2	20.2	16.5	21.5	16.5	11.8	17.3	12.3	15.1
4	30.2	21.3	19.2	21.9	15.6	14.5	17.7	13.4	17.8
5	22.1	22.7	23.6	15.4	16.0	18.9	11.2	13.8	22.2
6	22.3	23.2	28.5	15.6	19.5	23.8	11.4	15.3	27.1
7	22.9	23.1	22.3	16.2	18.4	17.6	12.0	17.1	20.9
8	21.2	31.3	31.3	14.5	28.6	26.6	12.3	24.4	29.9
9	28.6	23.9	21.5	19.3	19.2	16.8	15.1	17.0	20.1
10	25.6	25.5	29.2	18.9	18.8	24.5	14.7	14.6	27.8
11	27.2	35.3	35.3	18.3	28.6	28.2	14.1	25.9	28.9
12	23.6	25.9	26.2	16.9	19.2	21.5	12.7	15.0	24.8
13	19.9	24.60	23.50	13.2	19.9	18.8	9.0	15.7	22.1
14	25.6	28.20	26.30	18.9	21.5	21.6	14.7	17.3	24.9
15	25.3	28.20	27.80	18.6	23.5	23.1	14.4	19.3	24.2
16	26.3	21.90	31.50	19.6	18.2	22.8	15.4	19.5	25.1
Promedio	25.3	25.7	26.3	18.2	20.5	21.2	14.1	17.5	24.0
DS	3.0	4.0	5.0	2.7	3.9	4.5	2.6	3.8	4.1

ANEXO 12: Análisis de varianza y prueba de DLS para la variable nitrógeno ureico sanguíneo (mg/dl) 7 días antes del parto en alpacas multíparas sometidas tres tratamientos con diferentes niveles de proteína en la dieta.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Pr > F
Model	2	8.4650000	4.2325000	0.26	0.7760
Error	45	746.8650000	16.5970000		
Corrected Total	47	755.3300000			

Sig.	Promedio	N	Trat
A	26.313	16	T3
A	25.725	16	T2
A	25.288	16	T1

ANEXO 13: Análisis de varianza y prueba de DLS para la variable nitrógeno ureico sanguíneo (mg/dl) el mismo día del parto en alpacas multíparas sometidas tres tratamientos con diferentes niveles de proteína en la dieta.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Pr > F
Model	2	80.4650000	40.2325000	2.82	0.0704
Error	45	642.8650000	14.2858889		
Corrected Total	47	723.3300000			

Sig.	Promedio	N	Trat
A	21.213	16	T3
AB	20.525	16	T2
B	18.188	16	T1

ANEXO 14: Análisis de varianza y prueba de DLS para la variable nitrógeno ureico sanguíneo (mg/dl) 7 días después del parto en alpacas multíparas sometidas tres tratamientos con diferentes niveles de proteína en la dieta.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Pr > F
Model	2	812.102917	406.051458	31.89	<.0001
Error	45	572.916875	12.731486		
Corrected Total	47	1385.019792			

Sig.	Promedio	N	Trat
A	24.025	16	T3
B	17.506	16	T2
C	14.113	16	T1

ANEXO 15: Niveles de proteína total 7 días antes, durante y 7 días después del parto en alpacas multíparas sometidas tres tratamientos con diferentes niveles de proteína en la dieta.

Niveles de proteína total 7 días antes, durante y 7 días después del parto									
N°	DÍA -7			DÍA 0			Día + 7		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
1	5.6	7.15	7.89	5.8	7.96	8.31	4.87	8.69	8.12
2	5.49	7.64	6.35	6.31	7.68	7.09	6.35	8.99	8.15
3	5.23	7.25	6.21	5.68	7.77	7.15	5.38	9.63	7.56
4	4.87	7.26	6.54	5.23	7.56	7.89	5.49	8.54	7.81
5	5.17	6.35	6.08	6.35	7.03	7.16	6.57	7.23	6.59
6	4.58	6.07	6.55	6.79	8.15	7.23	6.16	8.57	8.35
7	5.64	6.15	6.23	6.31	7.89	6.89	6.31	9.31	7.41
8	5.21	5.98	6.17	7.58	6.59	7.45	7.15	8.97	8.12
9	5.79	7.58	6.28	6.23	8.07	7.65	6.32	9.35	8.36
10	5.16	7.49	7.96	5.89	8.56	8.12	6.49	9.48	7.94
11	5.34	7.26	6.08	6.03	8.23	7.17	6.23	9.64	8.27
12	5.17	7.23	7.58	6.15	8.14	8.02	5.96	9.28	8.46
13	4.87	7.08	6.08	6.31	8.31	7.16	6.57	9.61	7.88
14	5.06	6.35	6.54	6.31	7.89	7.26	5.48	8.59	7.58
15	5.24	5.99	6.88	6.07	7.12	7.24	6.34	8.76	7.96
16	5.34	7.65	6.18	6.15	8.36	8.19	5.87	9.54	8.02
Promedio	5.24	6.91	6.60	6.20	7.83	7.50	6.10	9.01	7.91
DS	0.31	0.63	0.64	0.51	0.53	0.46	0.57	0.62	0.46

ANEXO 16: Análisis de varianza y prueba de DLS para la variable proteína total (g/dl) 7 días antes del parto en alpacas multíparas sometidas tres tratamientos con diferentes niveles de proteína en la dieta.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Pr > F
Model	2	25.30746667	12.65373333	41.69	<.0001
Error	45	13.65840000	0.30352000		
Corrected Total	47	38.96586667			

Sig.	Promedio	N	Trat
A	6.9050	16	T2
A	6.6000	16	T3
B	5.2350	16	T1

ANEXO 17: Análisis de varianza y prueba de DLS para la variable proteína total (g/dl) durante el parto en alpacas multíparas sometidas tres tratamientos con diferentes niveles de proteína en la dieta.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Pr > F
Model	2	23.81015417	11.90507708	47.53	<.0001
Error	45	11.27251250	0.25050028		
Corrected Total	47	35.08266667			

Sig.	Promedio	N	Trat
A	7.8319	16	T2
A	7.4988	16	T3
B	6.1994	16	T1

ANEXO 18: Análisis de varianza y prueba de DLS para la variable proteína total (g/dl) 7 días después del parto en alpacas multíparas sometidas tres tratamientos con diferentes niveles de proteína en la dieta.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Pr > F
Model	2	69.34106667	34.67053333	112.55	<.0001
Error	45	13.86152500	0.30803389		
Corrected Total	47	83.20259167			

Sig.	Promedio	N	Trat
A	9.0113	16	T2
B	7.9112	16	T3
C	6.0963	16	T1

ANEXO 19: Consumo de materia seca antes y después del parto en alpacas multíparas sometidas tres tratamientos con diferentes niveles de proteína en la dieta.

N°	Antes del Parto						Después del Parto					
	T1		T2		T3		T1		T2		T3	
	kg/d MS	% PV	kg/d MS	% PV	kg/d MS	% PV	kg/d MS	% PV	kg/d MS	% PV	kg/d MS	% PV
1	1.59	2.15	1.96	2.53	1.56	2.36	1.78	2.45	1.59	2.76	1.65	2.96
2	1.48	2.13	1.85	2.46	1.78	2.56	1.59	2.87	1.87	2.87	1.58	2.84
3	1.56	2.49	1.56	2.48	1.61	2.48	1.63	2.64	1.64	2.96	1.97	2.99
4	1.47	2.19	1.49	2.51	1.63	2.53	1.54	2.16	1.58	2.84	1.77	3.07
5	1.68	2.27	1.47	2.34	1.76	2.55	1.87	2.86	1.96	2.85	1.85	3.12
6	1.79	2.4	1.83	2.17	1.61	2.49	1.59	2.79	1.54	2.87	1.64	2.84
7	1.67	2.14	1.56	2.56	1.87	2.64	1.47	2.87	1.56	2.78	1.48	2.97
8	1.66	1.87	1.87	2.49	1.49	2.47	1.96	2.64	1.57	2.99	1.96	3.45
9	1.49	1.94	1.49	2.53	1.76	2.67	1.88	3.07	1.88	3.07	1.57	2.87
10	1.59	2.15	1.67	2.47	1.93	2.57	1.54	2.96	1.75	2.84	1.66	3.08
11	1.66	2.23	1.84	2.63	1.71	2.51	1.65	2.76	1.93	2.81	1.8	2.96
12	1.67	2.17	1.56	2.19	1.8	2.61	1.25	2.84	1.47	2.79	1.49	2.97
13	1.57	2.29	1.76	2.17	1.75	2.49	1.48	2.83	1.57	3.05	1.96	3.15
14	1.59	2.2	1.59	2.1	1.64	2.24	1.57	2.88	1.85	2.8	1.64	3.07
15	1.64	2.17	1.76	2.41	1.59	2.5	1.94	2.96	1.76	3.05	1.54	2.87
16	1.48	2.34	1.88	2.35	1.63	2.37	1.66	3.14	1.66	2.99	1.68	2.94
Promedio	1.60	2.20	1.70	2.40	1.70	2.50	1.65	2.80	1.70	2.90	1.70	3.01
DS	0.09	0.15	0.16	0.16	0.12	0.11	0.19	0.24	0.16	0.11	0.16	0.15

ANEXO 20: Tasa de preñez en alpacas multíparas sometidas tres tratamientos con diferentes niveles de proteína en la dieta.

Tasa de Preñez 30 días después del empadre					
T1		T2		T3	
N°	DX Preñez	N°	DX Preñez	N°	DX Preñez
1	Vacía	17	Preñada	33	Preñada
2	Vacía	18	Preñada	34	Preñada
3	Preñada	19	Vacía	35	Vacía
4	Preñada	20	Preñada	36	Vacía
5	Preñada	21	Vacía	37	Vacía
6	Preñada	22	Preñada	38	Vacía
7	Preñada	23	Vacía	39	Preñada
8	Vacía	24	Preñada	40	Vacía
9	Vacía	25	Preñada	41	Vacía
10	Preñada	26	Preñada	42	Preñada
11	Preñada	27	Vacía	43	Vacía
12	Vacía	28	Preñada	44	Vacía
13	Preñada	29	Preñada	45	Preñada
14	Vacía	30	Preñada	46	Vacía
15	Preñada	31	Preñada	47	Vacía
16	Vacía	32	Preñada	48	Preñada
Tasa de Preñez	56.2		75		37.5

ANEXO 21: Tasa de ovulación en alpacas multíparas sometidas tres tratamientos con diferentes niveles de proteína en la dieta.

Tasa de Ovulación medida a las 36 horas después del empadre					
T1		T2		T3	
N°	Diagnóstico	N°	Diagnóstico	N°	Diagnóstico
1	Sin Folículo Pre Ovulatorio	17	Ovulación	33	Ovulación
2	No Ovuló	18	Ovulación	34	Ovulación
3	Ovulación	19	Ovulación	35	Ovulación
4	Ovulación	20	Ovulación	36	No Ovuló
5	Ovulación	21	Ovulación	37	Ovulación
6	Ovulación	22	Ovulación	38	Ovulación
7	Ovulación	23	No Ovuló	39	Ovulación
8	No Ovuló	24	Ovulación	40	Ovulación
9	No Ovuló	25	Ovulación	41	Ovulación
10	Ovulación	26	Ovulación	42	Ovulación
11	Ovulación	27	Ovulación	43	Ovulación
12	No Ovuló	28	Ovulación	44	Ovulación
13	Ovulación	29	Ovulación	45	Ovulación
14	Sin Folículo Pre Ovulatorio	30	Ovulación	46	Ovulación
15	Ovulación	31	Ovulación	47	Ovulación
16	Ovulación	32	Ovulación	48	Ovulación
Tasa de Preñez	71.4		93.7		93.7

ANEXO 22: Diámetro del Folículo pre ovulatorio en alpacas multíparas sometidas tres tratamientos con diferentes niveles de proteína en la dieta.

N°	Diámetro del fólculo pre Ovulatorio		
	T1	T2	T3
1	Sin Folículo Pre Ovulatorio	8.36	8.02
2	7.09	7.56	7.35
3	5.63	7.98	6.34
4	6.31	8.06	7.59
5	7.54	8.14	8.05
6	6.29	7.56	6.71
7	5.48	6.89	7.49
8	7.28	8.25	6.87
9	7.49	7.49	8.14
10	6.16	8.46	6.59
11	5.49	8.27	7.06
12	5.37	7.67	8.49
13	4.67	8.64	8.11
14	Sin Folículo Pre Ovulatorio	8.15	7.22
15	5.08	8.34	7.19
16	6.31	8.36	8
Promedio	6.16	8.01	7.45
DS	0.79	0.49	0.69

ANEXO 23: Mortalidad embrionaria en alpacas múltiparas sometidas tres tratamientos con diferentes niveles de proteína en la dieta.

Mortalidad Embrionaria medida entre los días 13 y 35 días post empadre									
N°	T1			T2			T3		
	Diagnóstico a los 13 días	Diagnóstico a los 35 días	N°	Diagnóstico a los 13 días	Diagnóstico a los 35 días	N°	Diagnóstico a los 13 días	Diagnóstico a los 35 días	N°
1	Vacía	Vacía	17	Preñada	Preñada	33	Preñada	Preñada	33
2	Vacía	Vacía	18	Preñada	Preñada	34	Preñada	Vacía	34
3	Preñada	Preñada	19	Preñada	Preñada	35	Preñada	Preñada	35
4	Preñada	Preñada	20	Preñada	Preñada	36	Vacía	Vacía	36
5	Preñada	Vacía	21	Preñada	Preñada	37	Preñada	Vacía	37
6	Preñada	Preñada	22	Preñada	Preñada	38	Vacía	Vacía	38
7	Preñada	Preñada	23	Vacía	Vacía	39	Preñada	Preñada	39
8	Vacía	Vacía	24	Preñada	Preñada	40	Preñada	Vacía	40
9	Vacía	Vacía	25	Vacía	Vacía	41	Preñada	Vacía	41
10	Preñada	Preñada	26	Preñada	Preñada	42	Preñada	Preñada	42
11	Preñada	Preñada	27	Vacía	Vacía	43	Preñada	Vacía	43
12	Vacía	Vacía	28	Preñada	Preñada	44	Vacía	Vacía	44
13	Preñada	Preñada	29	Preñada	Preñada	45	Preñada	Preñada	45
14	Vacía	Vacía	30	Preñada	Preñada	46	Vacía	Vacía	46
15	Preñada	Preñada	31	Preñada	Preñada	47	Preñada	Preñada	47
16	Preñada	Preñada	32	Preñada	Preñada	48	Preñada	Vacía	48
Preñadas	10	9	Preñadas	13	13	Preñadas	12	6	12
% Mort. Embrionaria	10	10	% Mort. Embrionaria	0	0	% Mort. Embrionaria	50	50	50

ANEXO 24: Concentraciones de progesterona en alpacas multíparas sometidas tres tratamientos con diferentes niveles de proteína en la dieta.

N°	Concentraciones de progesterona en plasma a los 9 ,13 y 30 días post empadre								
	T1			T2			T3		
	Día + 9	Día + 13	Día + 30	Día + 9	Día + 13	Día + 30	Día + 9	Día + 13	Día + 30
1	5.16	5.23	4.28	5.32	5.36	5.16	4.65	5.64	3.57
2	5.64	5.63	4.63	7.85	7.68	6.54	3.25	5.46	4.13
3	3.28	4.66	4.12	6.35	6.48	5.87	5.98	6.08	5.31
4	6.37	5.37	4.17	5.66	6.47	6.49	4.69	4.99	3.88
5	4.63	4.35	3.59	6.15	6.66	6	5.32	5.31	3.49
6	4.89	4.67	4.21	7.03	6.99	6.84	4.76	4.14	3.13
7	5.38	5.67	4.16	6.34	7.13	6.19	5.31	5.89	4.27
8	4.37	5.01	4.63	6.25	6.25	6.17	5.05	4.57	3.12
9	6.13	5.89	4.88	5.67	5.33	4.58	6.31	5.81	4.07
10	5.87	5.34	4.68	4.79	5.81	6.03	4.33	5.69	4.16
11	4.37	4.66	3.97	6.11	6.47	6.17	5.78	6.17	5.27
12	5.28	5.24	5.08	5.3	5.79	5.17	6.14	6.48	4.99
13	2.74	3.5	4.28	4.33	6.35	6.07	3.48	4.76	3.49
14	3.49	4.09	3.57	6.49	6.85	6.88	4.44	5.49	3.24
15	3.47	4.56	3.49	5.91	5.97	5.67	5.67	5.87	4.66
16	5.66	5.98	4.15	6.48	6.78	6.15	6.67	7.19	6.15
Promedio	4.80	4.99	4.24	6.00	6.40	6.00	5.11	5.60	4.18
DS	1.09	0.68	0.46	0.85	0.64	0.61	0.97	0.75	0.89

ANEXO 25: Prevalencia de endometritis en alpacas multíparas sometidas tres tratamientos con diferentes niveles de proteína en la dieta.

Porcentaje de endometritis 15 días post empadre								
T1			T2			T3		
Alpaca	Citocepillo % de PMN	Eval. Endometritis	Alpaca	Citocepillo % de PMN	Eval. Endometritis	Alpaca	Citocepillo % de PMN	Eval. Endometritis
1	1.93	no	17	2.63	no	33	0	no
2	32.56	si	18	24.3	si	34	1.34	no
3	0	no	19	1.36	no	35	0.96	no
4	0	no	20	0	no	36	2.1	no
5	1.1	no	21	0	no	37	43.6	si
6	0	no	22	1.47	no	38	24	si
7	6.78	si	23	2.43	no	39	3.17	si
8	21.87	si	24	0.58	no	40	1.89	no
9	45.98	si	25	6.35	si	41	24.7	si
10	6.02	si	26	0	no	42	38.4	si
11	3.6	si	27	2.11	no	43	36.4	si
12	0.68	no	28	0.78	no	44	3.4	si
13	1.01	no	29	0	no	45	0	no
14	2.57	no	30	18.4	si	46	1.97	no
15	1.03	no	31	1.5	no	47	2.93	no
16	0	no	32	5.36	si	48	0.7	no
% Endometritis	37.5		% Endometritis	25		% Endometritis	43.75	