



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



**“CONCENTRACIÓN DE INMUNOGLOBULINAS G EN ALPACAS
HUACAYA CON SUPLEMENTACIÓN DE CONCENTRADO EN
ÚLTIMA ETAPA DE GESTACIÓN”**

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. PAOLA MIDORI CASTELO MANGA

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:
MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA**

PUNO – PERÚ

2020



DEDICATORIA

*Con amor a mis padres, abuelos y hermanos, por su apoyo incondicional, consejos y
paciencia.*

Paola M. Castelo Manga.



AGRADECIMIENTOS

En primera instancia a mí alma mater Universidad Nacional del Altiplano – Puno y a mi Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, en la que me forme como profesional.

A los docentes de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, personas de gran sabiduría.

Así como también al Centro de Investigación y Producción “INIA Quimsachata”, por darme 100% del financiamiento y las facilidades para realizar este trabajo de investigación.

Mi especial agradecimiento y gratitud los Dres: Oscar Espezua Flores, Oscar Cárdenas Minaya y Rómulo Zapana, por su apoyo incondicional, valioso aporte intelectual y orientaciones en la dirección del presente estudio.

Paola Midori Castelo Manga



INDICE GENERAL

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

INDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLA

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

RESUMEN..... 10

ABSTRACT 11

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. OBJETIVO GENERAL 13

1.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS 13

CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES 14

2.2. MARCO TEÓRICO 15

2.2.1. Alimentación en alpacas..... 15

2.2.2. Peso al nacimiento de crías de alpaca. 17

2.2.3. Peso de las alpacas madres a la parición 18

2.2.4. Calostro 18

2.2.5. Inmunoglobulina “G” 21

2.2.6. Interface materno-fetal. 27

2.2.7. Concentraciones de IgG en calostro de alpacas. 28

2.2.8. Concentración de IgG suero cría post lactación..... 28



CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

| | |
|---|-----------|
| 3.1.ZONA DE ESTUDIO..... | 31 |
| 3.2.TIPO DE ESTUDIO | 31 |
| 3.3.POBLACION Y MUESTRA | 31 |
| 3.4.MATERIALES..... | 32 |
| 3.4.1. Material de campo | 32 |
| 3.4.2. Materiales de identificación | 32 |
| 3.4.3. Materiales de laboratorio..... | 33 |
| 3.5.METODOLOGÍA DEL ESTUDIO..... | 34 |
| 3.5.1.Selección de animales para experimentación y etapa de acostumbramiento..... | 34 |
| 3.5.2. Calculo de concentrado a proporcionar durante el experimento..... | 35 |
| 3.5.3. Composición química del suplemento alimenticio usado y pasto natural... | 36 |
| 3.5.4. Balance de la Ganancia de peso vivo en la madre y peso de cría al nacimiento..... | 36 |
| 3.5.5. Prueba de inmunodifusión radial – triple J Farms, USA..... | 37 |
| 3.5.6. Método estadístico..... | 38 |

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

| | |
|---|----|
| 4.1. Concentración de Inmunoglobulina G según tipo de alimentación | 41 |
| 4.2. Influencia del número de partos y la suplementación sobre la concentración de inmunoglobulinas G..... | 44 |
| 4.3. Comparación del peso al nacimiento, crías de alpacas según el tipo de alimentación..... | 46 |



| | |
|---|-----------|
| 4.4. Influencia del número de partos y la suplementación sobre el peso al nacimiento de las crías y la ganancia de peso en madres. | 50 |
| V. CONCLUSIONES | 53 |
| VI. RECOMENDACIONES | 54 |
| VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 55 |
| ANEXOS | 61 |

Área: Nutrición de Camélidos Sudamericanos

Tema: Suplementación e IgG

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 14 de enero 2020.



ÍNDICE DE TABLA

| | | |
|-----------------|--|----|
| Tabla 1 | Distribución del material de estudio..... | 32 |
| Tabla 2 | Parámetros para el examen de condición corporal..... | 35 |
| Tabla 3 | Análisis bioquímico proximal del concentrado y pastura natural durante el periodo del experimento por kg | 36 |
| Tabla 4 | Tamaño de halo y su equivalencia en mg/dl de IgG para sueros estándares . | 39 |
| Tabla 5 | Evaluación del efecto del alimento natural y concentrado sobre los niveles de Inmunoglobulina G en calostro de madres y concentración en el suero de crías. | 41 |
| Tabla 6 | Evaluación del efecto del alimento (natural - concentrado) y el número de partos (primíparas - multíparas) sobre los niveles de Inmunoglobulina G en calostro de madres y concentración en del suero de crías..... | 44 |
| Tabla 7 | Repercusión del alimento sobre la ganancia de peso vivo (kg) en alpacas madres y crías al nacimiento | 46 |
| Tabla 8 | Efecto de la edad y alimentación sobre la ganancia de peso en madres y peso al nacimiento en crías..... | 50 |
| Tabla 9 | Tamaño de halo y su equivalencia en concentración de IgG en suero de crías | 61 |
| Tabla 10 | Tamaño de halo y si equivalencia en concentración de IgG calostro | 61 |
| Tabla 11 | Concentración de IgG en calostro y suero en ambos grupos experimentales. | 62 |
| Tabla 12 | Ganancia de peso en alpacas madres..... | 63 |
| Tabla 13 | Peso de la madre post parto y cría al nacimiento | 64 |



TABLA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 Curva de calibración de sueros estándar para la detección de la concentración de IgG en suero y calostro..... | 39 |
| Figura 2 Evaluación del efecto del alimento natural y concentrado sobre los niveles de Inmunoglobulina G en calostro de madres y concentración en el suero de crías. | 43 |
| Figura 3 Evaluación del efecto del alimento (natural - concentrado) y el número de partos (primíparas - multíparas) sobre los niveles de Inmunoglobulina G en calostro de madres y concentración en del suero de crías | 44 |
| Figura 4 Repercusión del alimento sobre la ganancia de peso vivo (kg) en alpacas madres y crías al nacimiento. | 47 |
| Figura 5 Efecto de la edad y alimentación sobre la ganancia de peso en madres y peso al nacimiento en crías | 50 |



ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

| | |
|---------------|--|
| ADD: | Citotoxicidad celular dependiente de anticuerpos |
| CSA: | Camélidos sudamericanos. |
| Fc: | Factor cristalizable |
| FcRn: | Receptores de Fc neonatales. |
| FAB: | Lugar de fijación de un antígeno. |
| FTP: | Falla de transferencia pasiva |
| IDR: | Inmuno difusión radial |
| IgA: | Inmunoglobulina A. |
| IgG: | Inmunoglobulina G. |
| IgGH: | Inmunoglobulinas sin cadena ligera. |
| IgM: | Inmunoglobulina M. |
| Igs: | Inmunoglobulinas |
| \geq : | Mayor o igual. |
| \leq : | Menor o igual. |
| $^{\circ}$ C: | Grados Celsius. |
| []: | Concentración. |
| μ L: | Microlitros. |
| dL: | Decilitros. |
| mg: | Miligramos. |
| g: | Gramos |
| mL: | Mililitros. |
| mm: | Milímetro |
| kg: | Kilogramos. |
| km: | Kilómetros. |
| %: | Porcentaje. |
| rpm: | revoluciones por minuto |
| T: | tratamiento |



RESUMEN

El estudio se realizó en el Centro de Investigación y Producción Quimsachata del Instituto Nacional de Innovación Agraria Puno desde noviembre del 2017 a marzo 2018, con el objetivo de evaluar la concentración de inmunoglobulinas G en alpacas huacaya con suplemento alimenticio en madres primíparas y multíparas dentro de la última etapa de gestación, así como, la absorción de IgG presente en las crías; además, evaluar la ganancia de peso en madres post parto y peso vivo al nacimiento en crías. Se utilizaron 20 alpacas como grupo experimental a término de gestación (10 primíparas y 10 multíparas) suplementadas diariamente con 300 gramos de concentrado al día y 20 alpacas al pastoreo (10 primíparas y 10 multíparas) como grupo control. La concentración de IgG fue determinada mediante la técnica de inmunodifusión radial. La concentración de inmunoglobulinas G en calostro de alpacas alimentadas con pastura natural en primíparas de 28505.05 mg/dL y multíparas 31303.44 mg/dL y para el grupo experimental en primíparas 38314.37 mg/dL y multíparas 43056.81 mg/dL. las inmunoglobulinas G en suero de crías control de madres primíparas fue 1893.71 mg/dL y de multíparas 2273.08 mg/dL y en crías del grupo experimental de madres primíparas 2384.01 mg/dL y crías de multíparas 2811.39 mg/dL ($p \geq 0.05$). No existió diferencia estadística en el peso vivo al nacimiento y la ganancia de peso vivo de las crías y madres multíparas y primíparas en el grupo experimental y control. La administración del suplemento nutricional mejoró la concentración de IgG en las crías ni incremento el peso vivo en las madres.

Palabras Clave: Alpacas, IgG, suplemento alimenticio.



ABSTRACT

The study was carried out at the Quimsachata Research and Production Center of the National Institute of Agrarian Innovation Puno from November 2017 to March 2018, with the objective of evaluating the concentration of immunoglobulins G in Huacaya alpacas with food supplement in primary and multiparous mothers within the last stage of pregnancy, as well as the absorption of IgG present in the offspring; In addition, evaluate the weight gain in postpartum mothers and live birth weight in young. 20 alpacas were used as an experimental group at term of gestation (10 primiparous and 10 multiparous) supplemented daily with 300 grams of concentrate per day and 20 alpacas grazing (10 primiparous and 10 multiparous) as a control group. The IgG concentration was determined by radial immunodiffusion technique. The concentration of immunoglobulins G in colostrum of alpacas fed with natural pasture in primiparous of 28505.05 mg / dL and multiparous 31303.44 mg / dL and for the experimental group in primiparous 38314.37 mg / dL and multiparous 43056.81 mg / dL. the immunoglobulins G in serum of control offspring of primiparous mothers was 1893.71 mg / dL and multiparous 2273.08 mg / dL and in offspring of the experimental group of primiparous mothers 2384.01 mg / dL and offspring of multiparous 2811.39 mg / dL ($p \geq 0.05$). There was no statistical difference in the live weight at birth and the live weight gain of the multiparous and primiparous offspring and mothers in the experimental and control group. The administration of the nutritional supplement improved the concentration of IgG in the offspring nor increased the live weight in the mothers

KEYWORDS: Alpacas, Ig G, Concentrate



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Los efectos del cambio climático traen consigo desertificación y merma en la calidad de las praderas altoandinas afectando directamente el estado nutricional de los animales, aunado a esto la dependencia alimentaria de los camélidos sudamericanos nos obliga a buscar alternativas nutricionales como suplementos alimenticios que nos permita superar este problema, amparándonos en su fisiología digestiva que permite diseñar algunos cambios en el hábito alimenticio de las alpacas. Una concentración adecuada de IgG provoca el desarrollo de anticuerpos y esta indica la capacidad para hacer frente a agentes infecciosos, al nacer las crías de alpacas son agammaglobulinémicos por el tipo de placenta epiteliocorial, contando como única fuente el calostro para suministrarla, confiriéndole protección inmune pasiva. (Vásquez, 2010).

Si por diversas razones la cría no ingiere las cantidades suficientes de IgG, el animal padece de Falla de Transferencia Pasiva (FTP) pudiendo provocar neumonía y síndrome de diarrea, pérdida de peso corporal y un alto porcentaje de mortalidad etapa neonatal (30 días) entre el 9 y 20% del total de la población de alpacas presentan esta condición con las mayores tasas de morbilidad y mortalidad en los primeros meses de vida (Sharpe et al., 2009) en Perú el porcentaje va del 12% en periodo pre-destete y hasta el 50%, llegando hasta el 70% de mortalidad (FAO, 2005).

La obtención de inmunidad pasiva puede verse afectada por muchos factores externos, incluida la concentración de Ig en el calostro, volumen de calostro ingerido, tiempo en el que demora en consumir el calostro la cría y procesos de estrés en la cría y estado nutricional de la madre (Arthington et al., 2000).



Es por ello que el objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la suplementación alimenticia sobre la concentración sérica y del calostro de inmunoglobulinas “G” en crías y madres multíparas y primíparas; además, evaluar la ganancia de peso en madres post parto y peso vivo al nacimiento en crías.

1.1. OBJETIVO GENERAL

- Evaluar la concentración de inmunoglobulina G en alpacas después de la suplementación de alimento concentrado en la última etapa de gestación.

1.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Evaluar el efecto de la suplementación sobre la ganancia de peso vivo en la madre y cría al nacimiento
- Determinar la concentración de inmunoglobulinas G en el calostro de la madre.
- Determinar la concentración de inmunoglobulina G de la cría, después de la ingestión de calostro



CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES

Riquelme (2017) Realizó un estudio en el Centro de Investigación y Producción Quimsachata del Instituto Nacional de Innovación Agraria Puno, donde evaluó la concentración de IgG calostrales y séricas de crías a las 24 horas post ingestión de calostro. El tamaño muestral fue 50 crías de 50 alpacas madres primerizas y multíparas. Determinándose la concentración de IgG mediante la prueba de inmunodifusión radial. Los resultados obtenidos en este estudio fueron, para la concentración de IgG del calostro de madres primerizas fue de 21148.30 mg/dl y en madres multíparas de 21528.74 mg/dl; las IgG séricas de crías de madres primerizas fue 2670.53 mg/dl y en crías de madres multíparas 3167.05 mg/dL ($p \geq 0.05$). La concentración de IgG calostrales y séricas de crías de madres multíparas fueron ligeramente superiores a las crías de madres primerizas, las crías de madres multíparas tienen mayor morbilidad y las crías de madres primerizas presentan mayor mortalidad.

Maquera (2008) Realizo una investigación en el Centro Experimental en Camélidos Sudamericanos CICAS – “La Raya”, ubicado en el distrito de Marangani (Sicuani-Cusco), determinando hasta que tiempo después del parto las crías de alpacas son capaces de absorber concentraciones adecuadas de IgG. Para ello se estudiaron un total de las 60 muestras, 30 de calostro en madres colectadas por extracción manual y 30 muestras de suero sanguíneo. Los resultados que obtuvo fueron, en calostro de $3770 \pm 246,6$ mg/dl, y de 5037mg/dl en crías descendiendo dicha concentración desde el primer día mostrando niveles óptimos a las 6 horas post ingestión de calostro.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Alimentación en alpacas

La disponibilidad de materia seca y el valor nutricional de la pastura determina la calidad de alimentación en alpacas así en los meses de agosto a diciembre encontramos pastos en estado fenológico de dormancia (pastos de baja calidad y cantidad) con proteína limitante y en época de lluvias pastos en crecimiento (pastos verdes de alta calidad, pero limitada cantidad) con restricciones de energía y proteína, de esta manera proporcionar suplementos a los animales en pastoreo es una forma de compensar la falta de forraje de buena calidad y optimizar el uso de nutrientes de la pastura. (Callo & Linares, 2015). (Pezo & Skarpe, 2009)

Estos estados fenológicos de las pasturas recaen en periodos críticos para las alpacas (último tercio de gestación y destete), donde los requerimientos nutricionales son difícilmente satisfechos, repercutiendo en una menor producción de leche en animales en lactación o una ganancia diaria lenta en animales de crecimiento, mientras tanto la respuesta inmune disminuye (Cebra *et al.*, 2014) (Ticona, 2018).

2.2.1.1. *Requerimiento nutricional en alpacas – último tercio de gestación.*

La duración de la gestación en Camélidos es alrededor de 11,5 meses. El desarrollo fetal en la alpaca muestra un crecimiento exponencial a partir de 7º mes de gestación (210 d) lográndose durante este período un incremento de peso fetal del 70% del peso al nacimiento (San Martín, 1996)

Aunque los requerimientos proteicos estimados son de 3.5g de proteína cruda/kg, en nitrógeno y proteína digerible las alpacas necesitan 0.38 y 2.38 g/kg PV.75, respectivamente. Este último valor de proteína digerida es inferior a los señalados para ovinos, vacunos y cabras 2.80g/kg PV.75 (Bustanza, 2001). Esta menor



demanda proteica en CSA puede deberse, en cierto modo a la habilidad que poseen de reciclar y reutilizar el área corporal para la formación de proteína microbiana con eficiencia extrema, sobre todo con pasturas de baja calidad (Fernandez & Baca, 1991)

2.2.1.2. Alimentación con suplementos nutricionales

Es una buena alternativa la suplementación de los animales, favorece la fermentación ruminal, al absorberse una mayor cantidad de proteína, sin embargo cuando esta es excesiva, no todo el amoníaco producido en el rumen puede ser convertido a proteína microbiana, este exceso de amoníaco se absorbe por la pared del rumen y es transportada por el sistema venoso portal al hígado para su desintoxicación en urea, que al ser liberada en la sangre, puede seguir dos procesos: volver al rumen a través de la saliva, por la pared del rumen o excretarse en la orina por los riñones. Cuando la urea vuelve al rumen reconvertida en amoníaco puede servir como una fuente de nitrógeno para el crecimiento bacteriano, en cambio la urea excretada en la orina se pierde (Garriz, 2002; Van Saun, 2006; Rodríguez, 2007)

Por el contrario, en dietas con bajo aporte de proteína en camélidos se produce una alta actividad ureolítica de las bacterias unidas a la pared ruminal y se supone que es uno de los mecanismos adaptativos para aumentar la entrada de urea sanguínea en el rumen a través de la pared ruminal (Patra *et al.*, 2018) utilizando la proteína con un 85% de eficacia en el tracto digestivo y excretándose en menor cantidad por la orina en comparación a las alimentadas con mayor proteína



2.2.2. Peso al nacimiento de crías de alpaca.

Aunque el peso de las crías esté relacionado con el tamaño y factor genético y está ligado estrechamente al estado nutricional y la edad de la madre, así las crías más pesadas (9 kg) nacen de madres de 8 a 9 años de edad y por otro lado madres de 3 a 7 años de edad tienen crías de 7 a 8 kg. (Bravo et al., 2017).

De esta manera las altas demandas nutricionales en la última etapa de gestación sumadas al déficit de la oferta de alimento, ocasionan un pobre desarrollo del feto que se traduce en bajos pesos al nacimiento de la cría. Así, los pesos al nacimiento de aquéllos nacidos en el mes de enero (inicio de época de lluvia) son inferiores a los nacidos en el mes de abril (fin de época de lluvia) obteniendo en enero pesos de 6,7 kg febrero, 6.9kg, marzo 7.3 kg, (Riquelme, 2017) en un estudio en el CIP Quimsachata comparó el peso vivo al nacimiento de las crías según la condición de la madre y las crías de madres primerizas pensaban de 5.11 kg, este peso es inferior a las crías de madres multíparas (5.77 kg) datos inferiores fueron hallados por Ameghino con pesos vivos al nacimiento en crías de madres primerizas de 6.60 kg, respecto a las crías de madres adultas éstas alcanzan 7.82 kg, esta diferencia puede ser debido al lugar de la investigación y la zona agroecológica de puna húmeda (Ameghino, 1991) estos datos concluyen que el mayor peso vivo se debe a una sobrealimentación de las madres.

Huanca et al. (2007) encontró el peso vivo al nacimiento en alpacas de 6.3 kg en crías hembras y 6.4 kg en crías machos y en otro estudio en el INIA Quimsachata, se encontró el promedio de peso vivo al nacimiento en alpacas de 6.3 ± 0.99 kg y 6.4 ± 1.03 kg, para crías hembras y machos respectivamente. No existiendo diferencia estadística significativa entre promedios de ambos sexos ($p \geq 0.05$).



Las crías nacidas pertenecientes a madres de partos múltiples o multíparas tuvieron pesos de 8.09 kg., comparados con las crías de madres primerizas que nacieron con pesos de 7.49 kg., ($P \leq 0.05$). Respecto al sexo de la cría, los machos alcanzaron pesos de 8.08 ± 0.90 kg y las hembras tuvieron peso al nacimiento de 7.98 ± 0.94 kg ($P \geq 0.05$) (Ajahuana, 2019)

2.2.3. Peso de las alpacas madres a la parición

Rosadio (2014) evaluó el impacto de la alimentación (heno de alfalfa y concentrado comercial) en 175 alpacas de ambos sexos durante un periodo de dos meses en Tacna, Perú. La ganancia de peso fue de: 3,3 y 7 kg para hembras y 4.4 hasta 6.6 kg en machos. Este notable aumento en el peso corporal ocurrido en 60 días muestra una rápida recuperación física de los animales en condiciones de crianza intensiva.

San Martín (1996) en otro estudio, correlaciona el efecto del medio ambiente, y el peso de las madres sobre el de las crías nacidas. Así madres con pesos de 57.8 kg, tenían crías de 7.2 kg de peso vivo en el mes de enero y las nacidas en marzo que tuvieron pesos mayores de 63.2 para madres y 7.9 para crías.

2.2.4. Calostro

2.2.4.1. Composición e importancia del calostro

Se define como una secreción de la glándula mamaria acumulada durante las últimas semanas de gestación, contiene proteínas transferidas activamente desde la circulación sanguínea bajo la influencia hormonal: estrógenos y progesterona, está compuesto mayoritariamente de agua, lípidos, grasas, azúcares, y diversas proteínas (caseína e inmunoglobulinas) y por lo menos tres formas diferentes de inmunoglobulina con predominancia de IgG



(65-90%) componentes minoritarios de IgA (Smith, 1990; citado por Tizard, 2009) y más de 106 inmunocélulas maternas viables por mililitro, incluyendo linfocitos T y B, neutrófilos, macrófagos, factores de crecimiento, hormonas como la insulina y el cortisol, además de energía (lactosa, grasa) ácidos esenciales y no esenciales, vitaminas A,D,E,B, y minerales, para establecer la homeostasis, regulación térmica, y nutrición, además de tener un efecto laxante que ayuda a la eliminación del meconio y al establecimiento de los movimientos intestinales (Quigley, 2001)

En alpacas y llamas, los niveles de IgG séricos se mantienen constantes a través de toda la preñez, mientras que las concentraciones de IgG en la secreción mamaria se elevan 10 veces justo antes de la parición, para decaer dramáticamente después del nacimiento (Bravo *et al.*, 1997). Esto sugiere una posible producción local de IgG calostrual en la glándula mamaria que necesita ser elucidada.

Según (Fernández *et al.*,1994) durante las tres últimas semanas de la gestación las concentraciones de sodio y cloruro disminuyen, mientras que las de potasio y lactosa aumentan, al igual que las concentraciones de citrato, fosfato inorgánico, calcio total, magnesio total y proteínas totales. Estas modificaciones bioquímicas corresponden a la transformación progresiva de precalostro en calostro, el cual al cabo de algunos días se transformará en leche. Para los últimos días de gestación, grandes cantidades de IgG1 y menores de IgG2, son transferidas de la glándula mamaria al calostro, (Campos *et al.*, 2007)



Las concentraciones de IgG en suero de hembras periparturientas de: 3 462±111 mg/dl (antes de la parición) 3 001 ±112 mg/dl (durante de la parición) 2 988±155 mg/dl (después de la parición) no diferentes ($P > 0.05$) con un promedio de 3 126,1 mg/dl. Ello parece sugerir que no hay un transporte desde la sangre a la leche que privilegie el paso de algunas de las IgG mencionadas en particular.

Dado que el calostro representa las secreciones acumuladas de la mama al final de la gestación, los nacimientos prematuros pueden significar que no se ha acumulado suficiente calostro. El calostro de elevado valor puede perderse también como resultado de las lactaciones prematuras o goteo excesivo antes del nacimiento. Los niveles de IgG también varían entre los individuos, como es el caso de las yeguas que en un 28% pueden producir calostro de baja calidad (Tizard, 2009).

2.2.4.2. Factores que modifican la concentración de IgG en el calostro y el suero de crías

Existen tantos factores que modifican la composición del calostro uno de ellos es el número de partos de la madre, debido a un menor tiempo de exposición a antígenos, las primerizas tienen menor concentración de inmunoglobulinas en el calostro que las vacas. (Tizard, 2002) De igual manera el tipo de parto influye en la composición ya que, los partos inducidos y los partos distócicos bajo efecto de glucocorticoides o prostaglandinas en general reducen los niveles de inmunoglobulinas, específicamente IgG (Campos *et al.*, 2007). Así mismo se considera que la primera secreción láctea contiene mayor cantidad de IgG, cuya concentración se reduce drásticamente así en las



primeras 12 h hay una reducción del 46,9% del nivel máximo de albúminas y globulinas.

Dentro de los factores que modifican la absorción y concentración de inmunoglobulinas en el suero sanguíneo de las crías recién nacidas figuran la capacidad de este de incorporarse e instintivamente mamar directamente así mismo el peso al nacimiento puede ser considerado. Sin embargo, aunque no existe asociación entre el peso de la ternera al nacimiento y el contenido sérico de inmunoglobulinas de los mismos, luego de la ingestión de calostro. Así mismo las anomalías mandibulares, impulso débil de succión, problemas físicos que hacen que la ternera no pueda incorporarse rápido y no pueda mamar calostro (Tizard, 2002).

2.2.5. Inmunoglobulina “G”

Son moléculas proteicas (glucoproteína) compuestas de 82-96% de polipéptidos y de 4-18% de carbohidratos, el componente polipéptido le otorga las propiedades biológicas asociadas con las moléculas de anticuerpo, es decir la capacidad de combinarse con la sustancia que provocó su formación, presentes en el suero y en los líquidos tisulares. La inmunoglobulina G constituye el 75% del total del suero y tiene un peso molecular de 160 000 Daltones. Algunos se encuentran fijados en la superficie de los linfocitos B, donde actúan como receptores específicos

Las inmunoglobulinas son producidas tras la estimulación de un linfocito B (por antígenos T dependientes o T independientes) y la posterior transformación en células plasmáticas la estructura básica de las Igs consta de cuatro cadenas polipeptídicas, dos pesadas (H) que definen la clase de anticuerpo



y dos ligeras (L), unidas generalmente por puentes disulfuros y un sitio de fijación del antígeno Fab. En 1993 se describe, en suero de camélidos, la presencia de isotipos de IgG a los cuales les faltaban cadenas livianas, resultando ser un tipo adicional de IgG (Hamers *et al.*, 1993). La Ig G participan en la neutralización, aglutinación, precipitación y opsonización del Ag, así como en procesos de ADCC (citotoxicidad celular dependiente de anticuerpos) y activación del complemento por la vía clásica (Blanco et al., 2014)

2.2.5.1. Variantes IgG en camélidos

Los camélidos poseen un tipo especial de IgG constituida por:

Convencionales lo conforman IgG1a, IgG1b forman el 75% del total: se une fuertemente a las proteínas A y G, está compuesto de anticuerpos convencionales.

No convencionales de cadena pesada y corta con una región Fc normal sin un dominio CH1, sino uno VHH forman un 75% del IgG en suero con un peso de 90 kDa, esto los hace más pequeños que los anticuerpos convencionales, y les permite un mayor acceso a los antígenos (Ags) denominándose microglobulinas, y serían mucho más eficientes, su dominio VHH tienen ventajas sobre anticuerpos comunes, porque su menor tamaño mejora la biodistribución y permite un mejor ingreso al tejido. De especial importancia es el largo bucle de la región determinante complementaria (CDR) que se inserta profundamente en el sitio activo de una enzima que le permite neutralizarlo pudiendo opsonizarlos para facilitar la fagocitosis, aglutinarlos o precipitarlos de mejor capacidad para neutralización viral, es importante en la actividad antibacteriana y puede activar las vías del complemento, así como intervenir en los fenómenos ADCC. (Sanchez., 2010). Estos anticuerpos monoclonales disminuyen rápidamente en



comparación con las IgG convencionales en el suero de las crías de 14 a 25 días promedio. (Weaver *et al.*, 2000) (Maximiliano., 2014)

2.2.5.2. Absorción de IgG intestinal en crías

Al nacer aganmaglobulinemicos por el tipo de placenta epiteliocorial de capas gruesas (que evita la transferencia transplacental de IgG), la absorción de IgG presente en el calostro a través del intestino, es el único proceso por el cual la cría logra su protección contra diversos patógenos. A todo este proceso se llama transferencia pasiva de inmunidad, (Blanco & Gonzales, 2003)

La cantidad de inmunoglobulinas que pasen al torrente sanguíneo de la cría dependerá principalmente de dos factores:

a) Tiempo de ingesta del calostro. El nivel de absorción de inmunoglobulinas provenientes del calostro ingerido depende directamente del tiempo en el que le es suministrado el calostro al becerro, ya que la permeabilidad intestinal a los anticuerpos va disminuyendo con el paso del tiempo, esto gracias al cambio celular paulatino que sufre la mucosa intestinal, debido al recubrimiento del intestino con enterocitos maduros en sustitución de los enterocitos fetales, se ha reportado que este proceso toma de 12-24 horas.

b) Calidad y cantidad de calostro suministrado. La calidad del calostro es otro factor muy importante relacionado con la cantidad de Ig's absorbidas, ya que de la concentración de anticuerpos en el calostro dependerá la cantidad de inmunidad transferida a la becerro

La eficacia de la absorción de inmunoglobulinas disminuye de manera lineal durante las primeras 24 h de vida, se observó que el mecanismo de transferencia de IgG implica un receptor activo específico de IgG1, y se cree



que, en base al predominio de IgG en el calostro de camélido, se produce transferencia selectiva de IgG.

(Maximiliano, 2014) “Después de la ingestión del calostro, las concentraciones relativas de cada isotipo en el suero de la cría son similares a las del suero de la madre”, demostrando que la absorción por la cría no es selectiva, durante el periodo de lactación. La secreción de ácido clorhídrico y de pepsinógeno decrece, así mismo los inhibidores de la tripsina presentes en el calostro reducen la actividad proteasa del tracto digestivo (relativamente ácido, alrededor de 6) por lo que, las proteínas calostrales no se degradan para utilizarse como fuente de alimento, y alcanzan intactas el intestino delgado (Tizard, 2009)

Por otro lado, los receptores FcRn se encuentra a nivel del ribete en cepillo del enterocito, es ahí donde la IgG calostrale se une al receptor neonatal (FcRn se dividen en ácido dependientes y ácido independientes ambos tipos pueden unirse al IgG, pero los receptores ácido dependientes no funcionan a un pH ligeramente alcalino. Un ambiente ácido se encuentra en el intestino delgado proximal de mamíferos lactantes, como también en vesículas y endosomas de diferentes tipos celulares (Baintner., 2007) Una vez formado el complejo FcRn-IgG, las moléculas de inmunoglobulinas entran por endocitosis, se internalizan en la célula a través de depresiones revestidas de clatrina, la vesícula pierde su revestimiento de clatrina y es transportada a una endosoma temprano, en el cual el complejo receptor-anticuerpo permanece intacto y se recupera en vesículas de transporte que lo conducen al dominio basolateral de la membrana plasmática en las células epiteliales intestinales. De esta manera los anticuerpos se disocian y entran en el torrente circulatorio del recién nacido (Malan *et al.*, 2007) .



Después de la internalización del complejo, pasan a los vasos quilíferos y posiblemente a los capilares intestinales. Finalmente, las inmunoglobulinas absorbidas alcanzan la circulación sanguínea, recibiendo así los animales recién nacidos una transmisión masiva de inmunoglobulinas maternas, aunque el mecanismo de transmisión aún no está del todo claro. (Baintner, 2007).

Recientemente se demostró que en alpacas el periodo de absorción de Ig calostrales depende exclusivamente de los tiempos de lactancia realizados por la cría en las primeras 24 horas de vida. Las concentraciones promedio de IgG en crías de llama de un grupo de 20 animales después de la ingestión del calostro a las 24 horas de vida fueron de 1360 ± 597 mg/dl. (Farms, 1992)

2.2.5.3. Falla de transferencia pasiva de IgG (FTP)

Desafortunadamente, la producción de calostro con altos niveles de anticuerpos y la adecuada ingestión por parte de la cría no siempre son las esperadas desencadenándose la denominada falla de transferencia pasiva (FTP) así años atrás ya se cataloga como niveles menores de 1000 mg/dl a las 48 horas del nacimiento como indicativo de FTP (Wernery, 2001). Aseguró además que existe una mayor casuística de mortalidad en animales neonatos con falla de transferencia pasiva comparado con aquellos que tienen concentraciones de IgG mayores a 1000 mg/dl (Wernery & Tyler, 2000). Entonces una adecuada protección contra enfermedades infecciosas que puedan no comprometer la vida del neonato depende de la presencia de más de 800 mg/dl de la IgG transferida pasivamente. Valores que van entre 200 - 400 mg/dl indican falla parcial de la transferencia pasiva (FPTP) y menores a 200 mg/dl son indicativos de la falla total de transferencia pasiva (FTTP) en la inmunidad materno filial según (Fernández, 2004)



En otro estudio realizado el 2001, se muestra los resultados del proceso absorbivo de inmunoglobulina G en alpacas crías desde las 48 horas de nacido hasta los 21 días donde se observaron concentraciones de IgG por encima de los 900 mg/dl a las 48 h (1493-4798 mg/dl), que fueron decreciendo en forma progresiva hasta el último día del muestreo (366-1492 mg/dl), encontrándose crías con concentraciones bajas (1667.2 mg/dl -1119.4 mg/dl -899.7 mg/dl) son ejemplos FTP (Garnica & Bravo, 1997). Dentro del grupo de animales que murieron con enterotoxemia fueron 2 con FTP y 15 animales con concentraciones superior a los 900mg/dl, indicando que no existe asociación entre niveles adecuados de IgG y la mortalidad por enterotoxemia en alpacas neonatas (Maximiliano., 2014)

Hay tres razones principales por las que la transferencia pasiva a través del calostro puede fracasar; la madre puede producir calostro insuficiente o de mala calidad (Falla en la producción); puede producirse calostro, pero no haber una adecuada ingestión por parte del recién nacido (Falla en la Ingestión); y, por último, puede haber un fallo en la absorción intestinal, a pesar de una ingesta adecuada de calostro (Falla en la absorción) (Tizard, 2009).

La Falla en la Absorción de calostro se da en varias especies así en caballos alrededor del 25 % de las crías tienen poca capacidad para captar la adecuada cantidad de inmunoglobulinas calostrales (Tizard, 2009) en el 2001 Garnica y Bravo, mencionan que: “el 15% de crías presentaron fallas en la difusión pasiva de IgG, a pesar de las altas concentraciones de esta inmunoglobulina en el calostro de las madres”



Las crías con concentraciones séricas de IgG $<1,000$ mg / dl. a las 48 horas de edad, 7 de 9 (77%) murieron dentro de las primeras 30 días de la vida. La mortalidad fue significativamente menor en crías que tenían concentraciones de IgG que van desde 1.000 a 1,999 mg / dl (2 de 27 [7%] crías murieron), y solo 1 de 46 (2%) crías con una concentración de IgG $\geq 2,000$ mg / dl murió a los 30 días de edad. Concentraciones de IgG en suero $<1,000$ mg / dl en crías <3 días de edad fueron significativamente asociada a mortalidad neonatal posterior ($p = 0.001$) (Dusty *et al.*, 2000)

Existe la posibilidad de administrar IgG para proporcionar protección pasiva por un período de riesgo de 2 ± 3 semanas. Si no hay calostro de camélido disponible, se puede administrar calostro de cabra, o vacuno (hasta el 20% del peso corporal) como sustituto de las llamas. Para el tratamiento de FPT (falla de transporte pasivo), también es posible administrar 20 ± 40 ml de plasma de camélido por vía intravenosa. (Wernery.U., 2001) en otro trabajo que realizo también (vilca.,2017) al trabajar con suero heterólogo de vacas en alpacas suri encontró diferencia altamente significativa en crías con concentraciones de 3971.56 mg/dl frente a 3812.06 mg/dl de crías solo alimentadas con calostro de su propia madre, indicando que existe absorción del calostro heterólogo de vaca en crías de alpacas suri

2.2.6. Interface materno-fetal.

La alpaca posee una placenta epiteliocorial difusa razón por la cual las crías nacen prácticamente agammaglobulinémicas (Bustinza , 2001) La distancia entre las microvellosidades fetales y la superficie materna aparecen mucho más cortas que otras especies de ungulados, esto se supone debido a la adaptación a grandes alturas. Por este tipo de placenta, las retenciones de placenta en alpacas



son muy raras ya que típicamente tiene capilares maternos y fetales que invaden el epitelio y el trofoblasto, esto ocurre a lo largo de la interfase materno fetal, este tipo de placenta es ligeramente similar en yeguas y cerdas. Las membranas fetales de los camélidos, sin embargo, muestran características particulares, son células muy largas células y contienen un núcleo largo con numerosos nucléolos en el trofoblasto, esto también fue encontrado en bactrianos y dromedarios. Otra característica que comparte con las placentas epiteliocoriales es la presencia de aureolas en la superficie del corion, como se encuentra en la cerda, yegua, pecaríes y camélidos (Olivera *et al.*, 2003).

2.2.7. Concentraciones de IgG en calostro de alpacas.

Estudios hechos anteriormente, reportaron concentraciones de IgG en suero de hembras periparturientas de: $3\ 462 \pm 111$ mg/dl (antes de la 233 parición) $3\ 001 \pm 112$ mg/dl (durante de la parición) $2\ 988 \pm 155$ mg/dl (después de la parición) no diferentes ($P > 0.05$) con un promedio de $3\ 126,1$ mg/dl. (Bravo *et al.*, 1997) La concentración de IgG en el suero de las madres al momento del nacimiento fue de $17 \pm 6^3 2 \pm 7$ g } l, el valor entre 13 ± 3 y 22 ± 3 mg. No encontrándose relación entre la concentración de IgG en el suero de las crías y la concentración de IgG en el calostro de la leche materna, mientras que la concentración promedio de IgG del suero de las madres el día del parto fue de 23.9×7.5 mg / ml (Maximiliano, 2014)

2.2.8. Concentración de IgG suero cría post lactación.

Cabe aclarar, los niveles Ig G del suero pre-calostroal son bajos, con concentraciones de 0,26-0,23 mm/ml. Los niveles máximos de IgG se alcanzan después de las 24 horas post parto, determinando concentraciones de IgG entre 1000 y 2800 mg/d. (Wernery, 2001). (Bravo., 2001) reporto también a las 24 horas de



nacido concentraciones de $3165.237 \pm 1060,395$ mg/dl y entre $2652,87 \pm 759$ mg/dl, 1655 ± 1197 mg/dl. Antes de la ingesta de calostro se observaron en 68 crías de camello concentraciones de calostro (0.26 ± 0.23 mg / ml).

En otro estudio hecho por Huelsebusch (1999) en crías de camellos, se calculó que una cría de 10 kg, requeriría 20 g de IgG para obtener un nivel de IgG superior a 10 mg / ml. Para obtener 20 g de IgG del calostro con una concentración promedio de IgG de 220 mg / ml, una cría necesitaría consumir aproximadamente 100 ml de calostro.

Riquelme (2017) reporta concentraciones de IgG séricas de las crías de alpaca de 2679 mg/dl; además, las crías de madres primerizas tuvieron 2667 mg/dl y de las crías de madres múltiparas fue 2668 mg/dl. Mientras que Bravo (2015) encontró concentraciones más altas de IgG, se observa a 24 - 48 horas de nacido (2500 a 3000 mg/dl) (Halliwell & Gurman , 1989) en un grupo de 20 animales después de la ingestión del calostro a las 24 horas de vida fueron de 1360 ± 597 mg/dl. (Wevrneey.,2001) reporta a las 48 horas de edad distintas concentraciones que fluctuaban desde 1493 a 4798 mg/dl de IgG en suero hasta alcanzar niveles inferiores a 1000 mg/dl a los 21 días de edad, mucho antes según el estudio de Bravo *et al.*, 1997), donde las concentraciones séricas de sus crías llegaban a niveles inferiores a 1000 mg/dl a los 28 días de edad.

La concentración más alta de IgG se observa a 24 - 48 horas, 2500 a 3000 mg/dl. Si el neonato succiona calostro dentro de las primeras 8 horas de vida, las concentraciones de IgG son las mejores. Pero, si la succión ocurre a las 24 horas de nacido, la concentración de IgG es nula, 175 mg/dl. (Bravo *et al.*, 2017)



Según todos estos hallazgos los niveles adecuados (>1000 mg/dl) IgG puede obtenerse en crías de madres con bajas concentraciones de Ig calostrales lo indicaría la existencia de un posible mecanismo de retroalimentación en esta especie animal que necesita ser elucidada. Las fallas de transferencia de IgG pueden ser remediado administrando plasma de animal adulto y que puede ser por dos vías: endovenosa e intraperitoneal de la propia especie o de vacunos, caprinos, etc. (Meri., 2017) obtiene los siguientes resultados: La concentración de IgG halladas en crías de alpacas suri fueron en promedio 3971.56 ± 1465.80 mg/dl para alpacas alimentadas con calostros de su propia madre y de calostro de vaca y de 3812.06 ± 1334 mg/dl 1334.29 mg/dl para crías alimentadas solo con calostros de su propia madre, y con una diferencia altamente significativa entre tratamientos, afirmándose que presenta mejor absorción de IgG los animales alimentados con calostro de alpaca y vacuno.



CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. ZONA DE ESTUDIO

El presente estudio se realizó en el Centro de Investigación y Producción Quimsachata del Instituto Nacional de Innovación Agraria - Puno, entre los meses de noviembre a marzo del año 2017-2018, ubicado entre los distritos de Santa Lucia y Cabanillas de las provincias de Lampa y San Román del departamento de Puno, con una extensión de 6 281 ha, a una altitud promedio de 4 300 metros, con coordenadas geográficas de 70° 39' 00" de la longitud Oeste de Greenwich y el paralelo 15° 46' 00" de latitud Sur, la temperatura promedio 6.6 °C y precipitación pluvial 456.2 mm en el primer trimestre del año, la humedad relativa de 66 % anual y está localizado dentro de la zona agroecológica denominada puna seca (SENAMHI, 2009).

3.2. TIPO DE ESTUDIO

Estudio experimental.

3.3. POBLACION Y MUESTRA

Para la investigación se utilizaron 40 alpacas hembras gestantes de la raza Huacaya, en última etapa de gestación, distribuidas el según número de partos; 20 alpacas hembras primíparas y 20 alpacas hembras multíparas, todas ellas clínicamente sanas. La etapa de gestación se determinó en base a los registros de empadre y ecografía. Los animales se distribuyeron de acuerdo a la siguiente tabla.

Tabla 1
Distribución del material de estudio

| Grupo | N° de parto | n | Muestra calostro | Muestra sangre |
|--------------|--------------------|----------|-------------------------|-----------------------|
| Experimental | Primerizas | 10 | 2ml | 2ml |
| | Múltiparas | 10 | 2ml | 2ml |
| Control | Primerizas | 10 | 2ml | 2ml |
| | Múltiparas | 10 | 2ml | 2ml |
| Total | 40 | 40 | 2ml | 2ml |

Fuente: Elaboración propia.

3.4. Materiales

3.4.1. Material de campo

- Botas.
- Mameluco.
- Soga y soguillas.

3.4.2. Materiales de identificación

- Collares verdes con números blancos para identificación de madre y crías
- Cintas de tela: azul, verde, negras para identificación del grupo control y experimentación en madre y crías.
- Cinta adhesiva
- Libreta de anotes
- Cámara fotográfica
- Micropipetas
- Vacutainer Tubos de ensayo para colección de calostro



- Viales de 3ml para separación de suero
- Disco de inmunodifusión radial para cuantificación de IgG
- Guantes obstétricos e inspección
- Gel refrigerante
- Jeringas hipodérmicas

3.4.3. Materiales de laboratorio

- Cronómetro
- Regla milimetrada de vernier calibrada de 0.1 mm
- Balanzas tipo reloj
- Termómetro digital
- Refrigeradora
- Centrifugadora de 4500 rpm (eléctrica)
- Congeladora
- Regla de Vernier
- Cooler
- Estetoscopio
- Balanza de piso electrónico



3.5. Metodología del estudio

3.5.1. Selección de animales para experimentación y etapa de acostumbramiento

Fases:

- Fase preexperimental; Se seleccionaron 65 hembras gestantes (previa evaluación ecográfica) de raza Huacaya, aclimatadas a la zona sin costumbre de confinamiento, ni consumo de alimento concentrado en pellets, empadradas entre los meses de marzo y abril del 2017 de dos potreros diferentes, la edad promedio fue de 1 a 5 años (nacidas entre el 2012 y 2015) conduciéndolas hasta el centro experimental donde fueron pesadas (primer registro de peso) y a su vez se determinó la condición corporal (tabla 2) para finalmente ser desparasitadas. Por un lapso de 5 días, los 32 primeros días heno y suplemento alimenticio “*ad libitum*” antes y después del pastoreo, permaneciendo hasta las 9 de la mañana en sus dormideros, retornando a los mismos a las 3 de la tarde, luego por dos días se administró concentrado a primeras horas del día, de esta manera, se pudo seleccionar a los 20 animales que tenían preferencia por el tipo de alimento y para el grupo experimental 20 que no respondieron positivamente para grupo control. separándose así en 4 grupos, identificándolas con cintas de colores y collares numerados.

Tabla 2
Parámetros para el examen de condición corporal

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

Fuente: Pérez, 2003 Vaughan, 2007

- Fase experimental; las 20 madres seleccionadas consumieron 300 gramos de alimento a primera hora de la mañana de manera individual durante de 60 días, cada animal disponía de box individuales de 3 metros cuadrados dentro de un galpón sin techo con piso de tierra y comederos de plástico (lavadores) que permitían un adecuado control del consumo de alimento. Terminado este proceso se conducían tanto al grupo experimental como al control a los campos de pastoreo, donde permanecían un aproximado de 9 horas diarias y por la tarde los animales eran llevados a los sus cobertizos ubicados en el mismo centro de investigación.

3.5.2. Calculo de concentrado a proporcionar durante el experimento.

La cantidad se calculó en base a la materia seca que consume la alpaca, de esta manera, el Peso promedio de una alpaca adulta es de 55 kg, y su porcentaje en consumo de MS: 2.5% (lo que hace un total 1375gr de MS) de este porcentaje se proporcionó como suplemento alimenticio el 20% (275gr de Ms + 10% de humedad que tiene todo alimento 27g) con un total de 302.5 gr de alimento

3.5.3. Composición química del suplemento alimenticio usado y pasto natural

Tabla 3

Análisis bioquímico proximal del concentrado y pastura natural durante el periodo del experimento por kg

| Muestra | Concentrado | Pasto natural |
|-------------------------------|-------------|---------------|
| Peso (gramos) | 1228 | 498 |
| Humedad | 9,66 | 65,09 |
| Proteína total (NX6.25), % | 16,3 | 5,82 |
| Grasa % | 4,57 | 1,38 |
| Fibra cruda | 12,53 | 7,44 |
| Ceniza % | 8,38 | 3,62 |
| ELN' % | 48,56 | 16,65 |

*ELN¹ = Extracto Libre De Nitrógeno

Fuente: Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos. LENA-UNALM

3.5.4. Balance de la Ganancia de peso vivo en la madre y peso de cría al nacimiento

Se registró el peso con una balanza digital de piso y la condición corporal (a través de palpación a nivel de la grupa) de las alpacas al llegar al centro experimental, realizándose controles cada 15 días, hasta el momento del parto. Dado el desempeño se registró el peso al nacimiento de la cría con la ayuda de una romana de 12.5 kg, hora de nacimiento, sexo de la cría, color y el peso de la madre post parto, se otorgó la misma numeración de la madre a la cría, distinguiendo los



machos de las hembras, además de labores básicas como desinfección del ombligo con alcohol yodado al 7%.

3.5.5. Prueba de inmunodifusión radial – triple J Farms, USA

La inmunodifusión radial está basada en la difusión radial del antígeno (inmunoglobulina G) desde un pocillo circular dentro de un gel homogéneo conteniendo antisuero específico para IgG, formándose un anillo precipitado de antígeno y anticuerpo que continúa creciendo hasta llegar a un equilibrio denominado punto de cese que ocurre a las 24 horas. Los diámetros formados son directamente proporcionales a las concentraciones del antígeno. La cuantificación se realiza por la medida del diámetro del anillo que posteriormente se lleva a una curva de calibración de regresión lineal.

Cada placa consta de 24 pocillos con antisuero de IgG de camélidos en gel de agarosa, tampón de fosfato 0.1 M, pH 7.0, ácido de sodio al 0.1% como agente bacteriostático, anfotericina B de 1ug/mL como agente antifúngico. Placas también contienen 0.002 M de ácido etilendiaminotetraacético específica para camélidos, su almacenamiento es a temperatura de refrigeración de 2 a 8 °C, boca abajo. (*Triple J Farms USA, 2017*).

3.5.5.1. Preparación y manipulación de muestras

Suero: La sangre entera se colecta de las crías mediante punción de la vena yugular a razón de 3 ml para ser depositados cuidadosamente en tubos sin aditivo se dejó coagular a temperatura ambiente, fueron rotuladas indicando el sexo de la cría y tomando el mismo número de arete de la madre, transportándolas en un cooler de forma vertical. Para evitar la hemólisis de las células hasta el laboratorio donde se obtuvo el suero por centrifugación a 2000 rpm durante 5 minutos, para



luego, ser separados en viales con tapa y ser conservado a -20°C hasta el momento del análisis.

El calostro: se ordeño manualmente a cada madre dentro de los 15 minutos post parto (antes que la cría tuviera acceso a ella), colectándose la muestra en tubos para laboratorio aproximadamente 10 ml y congelándose a -20°C hasta el momento del análisis.

3.5.5.2. Análisis laboratorial

Calostro y suero; las muestras se descongelaron al medio ambiente por 30 min aproximadamente, la muestra de calostro se diluyó en una proporción de 1:10 ml con solución salina. El tiempo de llenado de cada placa se marcó en la tapa y se halló en orden de llenado con una micropipeta y tips descartables para cada muestra se transfirieron 5 μl a los pocillos, el sobrellenado del pocillo con 5 microlitros indica que el gel se pudo encoger, dándonos resultados erróneos se incubó las placas en posición vertical sobre una superficie plana a temperatura 32°C durante 24 horas para los sueros de referencia y para las muestras. se midió el diámetro de los anillos de precipitación que se formaron a las 24 horas (sueros de referencia y los de ensayo) a través de una regla milimetrada de vernier y su equivalencia se halló con la tabla estándar de referencia propuesta por el laboratorio (*Triple J Farms USA, 2017*)

3.5.6. Método estadístico.

3.5.6.1. Curva de calibración:

Se analizaron los sueros de referencia que contenían cada kits y de concentraciones conocidas 203, 1452, 2851 mg/dl obteniéndose el tamaño del halo a las 24 horas y analizándolas en la curva de calibración (figura 1) a través

de una regresión lineal simple, donde cada valor fue elevado al cuadrado, datos que corresponden a la coordenada “Y” en tamaño del halo en mm, mientras que las concentraciones de los estándares de IgG se tiene en el eje de las abscisas X, los datos de los controles desconocidos se reemplazan en la ecuación de la recta para hallar su concentración respectiva de IgG en mg/dl

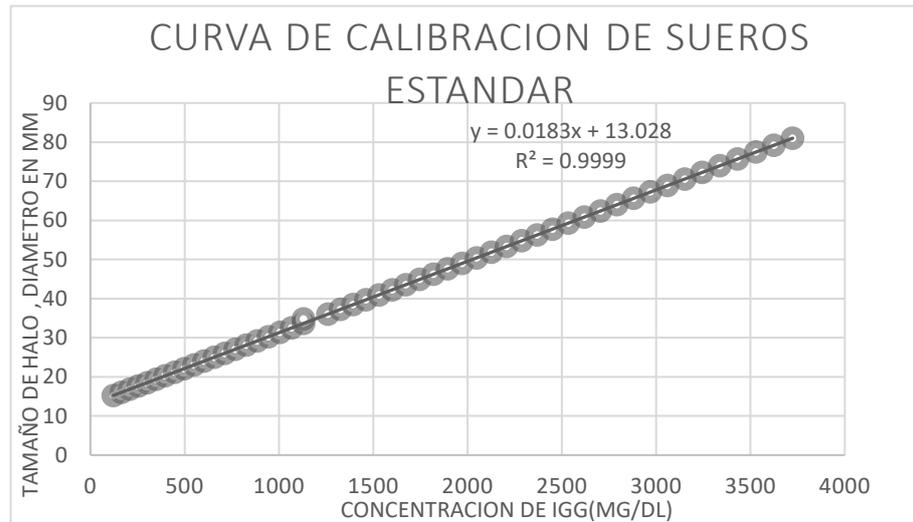


Figura 1. Curva de calibración de sueros estándar para la detección de la concentración de IgG en suero y calostro.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4

Tamaño de halo y su equivalencia en mg/dl de IgG para sueros estándares

| <i>N° de pocillo</i> | <i>Suero estándar</i> | <i>Tamaño de halo</i> |
|----------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| | <i>Diámetro de halo mm²</i> | <i>Concentración en mg/dl</i> |
| A1 | 7.1 | 51.1225 |
| A2 | 5.9 | 35.2836 |
| A3 | 3.7 | 14.2884 |

Fuente: elaboración propia

Los datos cuantitativos continuos de la variable niveles de IgG sanguínea y calostrál (mg/dl) de crías y madres, fueron analizados bajo un arreglo factorial de 2 x 2 conducido



A UN al diseño completamente al azar con diferente número de repeticiones por tratamiento; cuyo modelo aditivo lineal es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + AB_{ij} + E_{ijk}$$

Dónde:

Y_{ijk} = Variable respuesta

μ = Media poblacional

A_i = Efecto de i-ésimo suplemento.

B_j = Efecto de j-ésimo N° de parto.

AB_{ij} = Efecto de la interacción suplementación/N° de parto.

E_{ijk} = Efecto del error no controlable

La comparación de promedios se realizó mediante la prueba múltiple de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$).



CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Concentración de Inmunoglobulina G según tipo de alimentación

Tabla 5

Evaluación del efecto del alimento natural y concentrado sobre los niveles de Inmunoglobulina G en calostro de madres y concentración en el suero de crías.

| Alimento | IgG-Calostro madres (mg/dL) | IgG-Suero de la cría (mg/dL) |
|---------------|-----------------------------|------------------------------|
| Pasto natural | 29904.24a | 2083.41 |
| Pasto natural | | |
| Concentrado | 40685.59b | 2597.69 |
| Probabilidad | 0.006 | 0.215 |

*Letras iguales en la misma columna indican que no hay diferencia significativa ($p \leq 0.05$)

En la tabla 5 y figura 2 se puede observar que la producción de IgG en el calostro por efecto del tipo de alimento ofrecido es significativamente diferente ($p \leq 0,05$) siendo menor 29904.24mg/dL en las alpacas alimentadas con pasto natural y mayor 40685.59mg/dL en alpacas con alimentación mixta (pastura natural y concentrado) sin embargo, no se observó el mismo comportamiento al cuantificar la absorción de IgG en el suero de las crías a pesar de la respuesta materna.

Las concentraciones de IgG halladas en madres alimentadas con pastura natural están dentro de los parámetros reportados por Bravo (2015) quien encontró una concentración más alta de IgG, se observa a las 24 - 48 horas de nacido (2500 a 3000 mg/dl). Si el neonato succiona calostro dentro de las primeras 8 horas de vida, las concentraciones de IgG son las mejores. Pero, si la succión ocurre a las 24 horas de nacido, la concentración de IgG es nula, 175 mg/dl. Por otro lado Jorgensen (1994) basado en 292 muestras obtuvo resultados de 2000 mg/dL a 35000 mg/dL con un promedio de



16315 mg/dL, valores en promedio menores a los hallados en este estudio, sin embargo, Puma (1992) en un trabajo con 40 alpacas durante los primeros 5 días donde se analizó las concentraciones de IgG en el suero sanguíneo muestran que las crías nacen agammaglobulinémicas, 5 horas después del nacimiento y tras la ingestión del calostro la concentración de IgG es de 2257.95mg/dl al segundo día de vida la concentración es de 3377.78 mg/dl , manteniéndose luego en 2494.82 mg/dl hasta el quinto día de vida y Garnica (1992) al determinar la concentración de inmunoglobulinas G en las crías de alpacas en sus primeros días de vida, en el día 0 fue: 2257mg/dl de IgG al segundo día de vida alcanza el valor de 3377.78 mg/dl ., luego se mantienen en un pico de 2494.78mg/dl hasta el quinto día después del nacimiento así Flodr et al. (2012) de IgG séricas de las crías de alpaca fue de 2679 mg/dl; distinguiendo, las crías de madres primerizas tuvieron 2667 mg/dl y de las crías de madres multíparas fue 2668 mg/d

En cuanto a las concentraciones halladas en calostro Flodr et al. (2012) reporta los siguientes valores de IgG calostrales 28337 mg/dl, con rangos de 14390 a 32150 mg/dl Esta falta de correlación positiva entre la concentración de IgG calostrales y la respuesta positiva de las crías se reportan en varias especies así en caballos alrededor del 25 % de las crías tienen poca capacidad para captar la adecuada cantidad de inmunoglobulinas calostrales (Tizard, 2009); Bravo (1997), mencionan que: “el 15% de crías presentaron fallas en la difusión pasiva de IgG, a pesar de las altas concentraciones de esta inmunoglobulina en el calostro de las madres”, sin embargo, indicaban que la absorción de las inmunoglobulinas en las crías dependían directamente de la concentración de estas en el calostro , habiendo una interrelación positiva en la concentración de Ig totales en el suero del recién nacido dependía de la cantidad disponible para la absorción, sin embargo para el presente estudio si bien la

suplementación con concentrado y pastos naturales influyo sobre la concentración de IgG en el calostro materno, el patrón que observamos de concentraciones de IgG en los sueros de crías se correlacionó inversamente con el de sus madres.

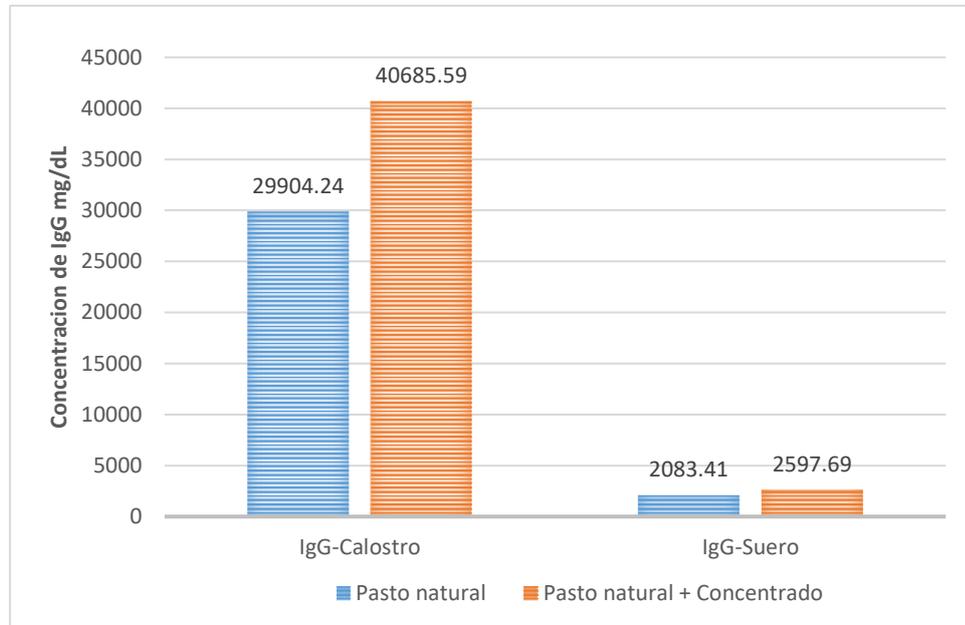


Figura 2. Evaluación del efecto del alimento natural y concentrado sobre los niveles de Inmunoglobulina G en calostro de madres y concentración en el suero de crías.

Fuente: Elaboración propia.

4.2. Influencia del número de partos y la suplementación sobre la concentración de inmunoglobulinas G

Tabla 6

Evaluación del efecto del alimento (natural - concentrado) y el número de partos (primíparas - multíparas) sobre los niveles de Inmunoglobulina G en calostro de madres y concentración en del suero de crías

| Alimento | Número de partos | IgG-Calostro madre (mg/dl) | IgG-Suero en crías (mg/dl) |
|-----------------------------|------------------|----------------------------|----------------------------|
| Pasto natural | Primíparas | 28505.05 | 1893.71 |
| | Multíparas | 31303.44 | 2273.08 |
| Pasto natural + Concentrado | Primíparas | 38314.37 | 2384.01 |
| | Multíparas | 43056.81 | 2811.39 |
| Probabilidad | | 0.756 | 0.947 |

Fuente: Elaboración propia

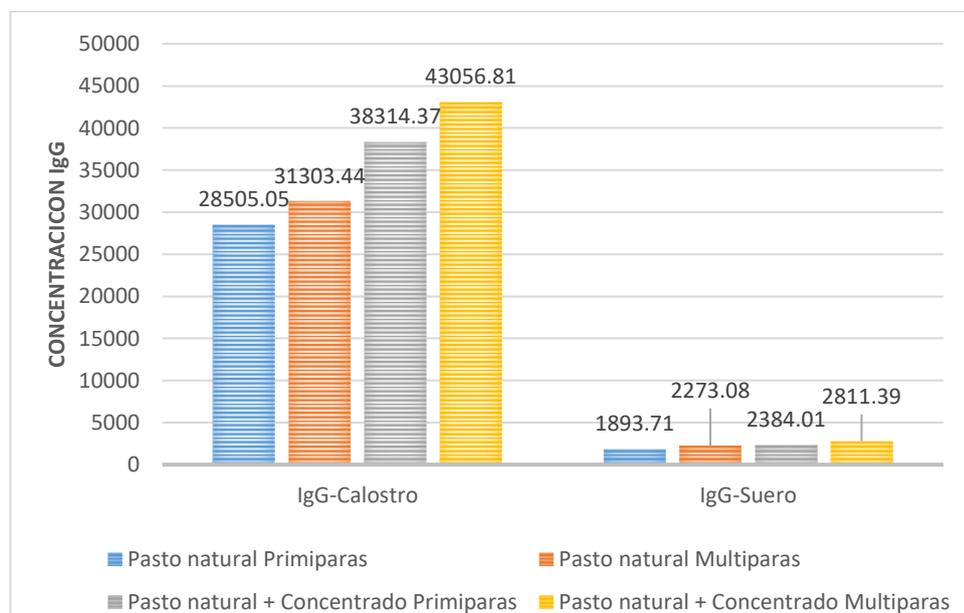


Figura 3. Evaluación del efecto del alimento (natural - concentrado) y el número de partos (primíparas - multíparas) sobre los niveles de Inmunoglobulina G en calostro de madres y concentración en del suero de crías



En la tabla 6 y figura 3. Se puede observar que la producción de IgG en el calostro y en el suero por efecto de la interacción entre el número de partos y el tipo de alimento no existe diferencia significativa entre ellos ($p \geq 0.05$) a pesar de observar una diferencia aritmética

Al respecto, Riquelme (2017) reporta que crías de madres primerizas ingieren el calostro a las 4:06 horas después del parto, siendo este tiempo menor a las crías de madres multíparas (3:22 horas), sin embargo tampoco halló diferencia significativa en su estudio las madres primerizas tuvieron 21148.30 mg/dl, esta concentración es parecida a las madres multíparas (21528.74 mg/dl), también la concentración de IgG séricas fue de 2670.54 mg/dl en crías de madres primerizas, siendo similar a las crías de madres multíparas (3167.05 mg/dl) y Meri (2017) obtiene los siguientes resultados al realizar un estudio en crías de alpaca con suplemento de calostro vacuno, obteniendo los siguientes resultados: crías alimentadas solo con calostro de vaca 1803.37 mg/dl , crías con alimentación mixta (calostro de la propia madre y calostro de vaca) 3971.56 mg/dl y solo con calostro de alpacas 3812.06 mg/dl y con una diferencia altamente significativa entre tratamientos, afirmándose que presenta mejor absorción de IgG los animales alimentados con calostro de alpaca y vacuno.

La falta de correlación entre las IgG calostrales e IgG séricas de las crías sugieren, además de la concentración calostrual, la existencia de otros factores que podrían ser importantes en la absorción de inmunoglobulinas a pesar de que se acepta que la capacidad de absorción de anticuerpos por el intestino es solamente por un periodo limitado

Sobre la concentración de IgG en crías Linares (2009) en un estudio realizado sobre el efecto del plasma sanguíneo vía oral en concentración de IgG en alpacas perinatal reportan concentraciones entre 1543.46 mg/dL ,1791.83 mg/dL y, 2670.74 mg/dL respectivamente, resultados de muestras tomadas a las 48 horas de nacido.

Mientras que los resultados de (Jorgensen.,1994) basado en 292 muestras fueron de 2000 a 35000 mg/dl, en promedio 16315 mg/dl. Así (Flodr *et al* 2012) reporta concentraciones de IgG calostrales en alpacas madres de 28337 mg/dl, con rangos entre 14390 a 32150 mg/dl mientras (Riqueleme.,2017) obtuvo los siguientes datos: Primerizas 21148.30, Multíparas 21528.74 (Riquelme., 2017) y, Weaver reporta concentraciones de $28\ 337 \pm 5593$ mg/dl, con rangos de 14390 a mayores de 32 150 mg/dl superando el límite máximo de detección (Weader *et al.*,2000)

4.3.Comparación del peso al nacimiento, crías de alpacas según el tipo de alimentación.

Tabla 7

Repercusión del alimento sobre la ganancia de peso vivo (kg) en alpacas madres y crías al nacimiento

| Alimento | Peso nacimiento- cría (kg) | Ganancia de peso- madre (kg) |
|--------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| Pasto natural | 6.58 | 8.28a |
| Pasto natural + Concentrado | 7.16 | 10.64b |
| Probabilidad | 0.147 | 0.002 |

Fuente: Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

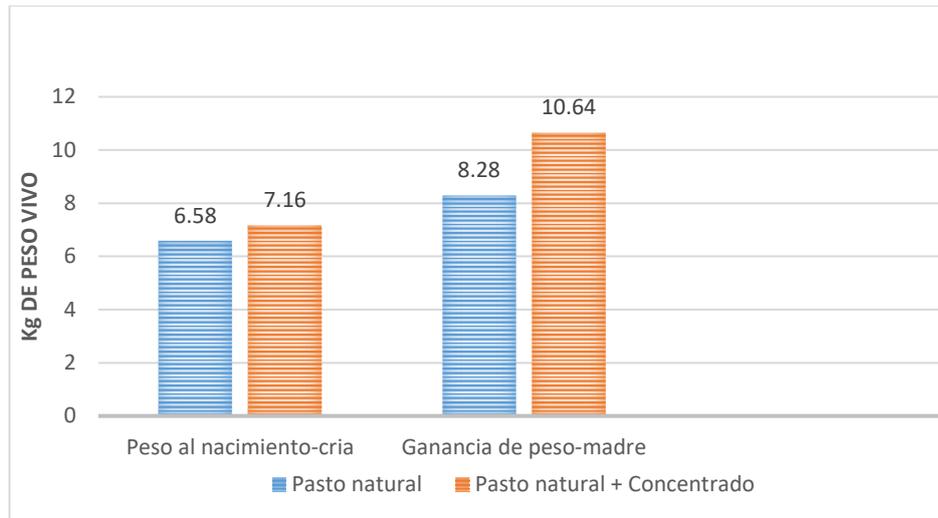


Figura 4. Repercusión del alimento sobre la ganancia de peso vivo (kg) en alpacas madres y crías al nacimiento.

En la tabla y figura 7 se observa la ganancia de peso de las madres y peso al nacimiento de las crías de acuerdo a la influencia del alimento, donde no hay diferencia significativa ($p > 0.05$) en el peso al nacimiento entre ambos grupos, pero si en la ganancia de peso de las madres ($p \leq 0,05$) Con respecto al resultado las cría alpaca nace en un estado avanzado de madurez y puede pesar de 4 a 10 kg. Este peso al nacer está influenciado por factores genéticos, edad y tamaño de la madre, grado de madurez de la cría, y el estado nutricional de la madre. Las crías más pesadas (9 kg) nacen de madres de 8 a 9 años de edad. Madres de 3 a 7 años de edad tienen crías de 7 a 8 kg. (Bravo, 2015), Macuchapi (2006), reporta ganancia de peso de 233g/día para llamas de 10 meses de edad en etapa de crecimiento y engorde, ganancia que es superior a lo obtenido en la presente investigación. Igualmente, (García *et al.*2002) obtuvieron valores superiores (199g/día y 182g/día) comparado a lo obtenido en la presente investigación. Esta respuesta se explica por el régimen alimenticio utilizado por el mencionado autor, que fue con pastos cultivados como ryegrass + trébol y falaris + trébol, respectivamente, como dieta única. Los pastos cultivados irrigados son económicamente beneficiosos si se usan como un



suplemento para las praderas nativas y no como una base alimenticia por su mayor costo (San Martín & Van Saun, 2014).

Cabe mencionar que la ganancia diaria de peso en la presente investigación, se encuentra dentro del rango reportado por (Mamani *et al.*, 2013), en un estudio de suplementación a llamas de 18 a 24 meses de edad en la Paz-Bolivia, reporto valores de 103.0g/día y 203.3g/día, para los regímenes alimenticios con pasto natural + heno (cebada y alfalfa) y pasto natural + concentrado (sorgo y afrecho de trigo), respectivamente. Resultados que indican respuestas positivas a la suplementación cuando está acompañada con una adecuada disponibilidad de pastos de buena condición en alpacas.

El peso vivo al nacimiento constituye un aspecto importante en la viabilidad de las crías, permitiéndole soportar las adversas condiciones climáticas de la época de parición hasta que ingiera oportunamente el calostro, pero menor al rango de pesos de Chile 6.6-7.7Kg (Raggi *et al.*, 1997).

Salamanca, D. (2015) obtiene promedios de peso de las crías recién nacidas, cuyas madres recibieron suplementación de 5.148 ± 0.5 vs. 3.261 ± 0.1 kg, de madres sin suplemento respectivamente.

Los valores encontrados en el presente estudio son superiores a los reportes (Rosadío y Risco 1999), quienes en Tacna, realizaron un estudio experimental de alimentación de alpacas con heno de leguminosas y concentrado, en la que ofrecieron a los animales 0,5 kg de heno de alfalfa/animal y agua a discreción durante 10 días, luego a partir de la segunda semana les ofrecieron 250 g de concentrado peletizado con aumentos semanales progresivos hasta alcanzar en la última semana 750 g de concentrado y 1.0 kg de heno por animal; con el cual la ganancia de peso en alpacas hembras tuis y adultas fue de 114.1 y 77.8 gramos por día y de 6.8 y 4.7 kg en 60 días, respectivamente;



la diferencia comparado a los resultados del presente estudio fue en el manejo, que en Tacna fue intensivo y en Quimsachata fue extensivo al pastoreo y solamente para la suplementación se manejó estabulado.

Se ha visto en ovejas, por ejemplo, que no todas responden por igual a una suplementación nutricional y que para obtener una buena respuesta, deben tener una condición corporal dentro de un rango intermedio de 2 a 3. Esto porque hembras con una condición corporal baja utilizarían prioritariamente el alimento suplementario para mejorar su estado corporal, mientras que aquellas con una condición corporal alta, por una parte, no experimentan un aumento en el consumo frente a la mayor oferta de alimentos y ya habrían alcanzado su potencial reproductivo máximo, por lo tanto, el beneficio obtenido sería mínimo (Kott, 2002).

Ameghino, (1990). Se contribuye que el mayor desarrollo del feto se debería a una sobrealimentación de las madres o a una gestación prolongada, el peso normal de una cría al nacer esta entre 7.8 y 8 kg. En otro estudio en el INIA Quimsachata, se encontró el promedio de peso vivo al nacimiento en alpacas es de 6.3 ± 0.99 kg y 6.4 ± 1.03 kg, para crías hembras y machos respectivamente. No existiendo diferencia estadística significativa entre promedios de ambos sexos ($p \geq 0.05$) (Huanca et al., 2007)

Comparación por sexo de los pesos corporales (kg), desde el nacimiento y hasta los seis meses de edad, en crías de alpaca en la zona del altiplano de Chile, donde el peso al nacimiento en crías hembras de 6.7 kg, a los 30 días de 11.3 kg y a los 60 días de 14 kg y en crías machos al nacimiento de 6.9 kg, a los 30 días de 12.4 y a los 60 días de 15.1 kg. El peso corporal no mostró diferencias por sexo ($P \geq 0.05$) en ninguno de los rebaños en estudio por lo que para todos los análisis subsecuentes no se consideraron los sexos por separado (Raggi, 1997)

En otro estudio hecho con 175 alpacas en Tacna con animales llevados desde la puna alta con una alimentación con heno de alfalfa y concentrado, llegaron a ganar un promedio de 3.3 kg de peso al final de la cuarentena, Rosadio, R., & Risco, V.

4.4. Influencia del número de partos y la suplementación sobre el peso al nacimiento de las crías y la ganancia de peso en madres.

Tabla 8

Efecto de la edad y alimentación sobre la ganancia de peso en madres y peso al nacimiento en crías

| Alimento | Número de partos | Peso cría (Kg) | Ganancia (kg) |
|-----------------------------|------------------|----------------|---------------|
| Pasto natural | primíparas | 7.12 | 7.72 |
| | Múltiparas | 7.20 | 8.83 |
| Pasto natural + Concentrado | primíparas | 5.93 | 10.06 |
| | Múltiparas | 7.24 | 11.22 |
| Probabilidad | | 0.071 | 0.971 |

*Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

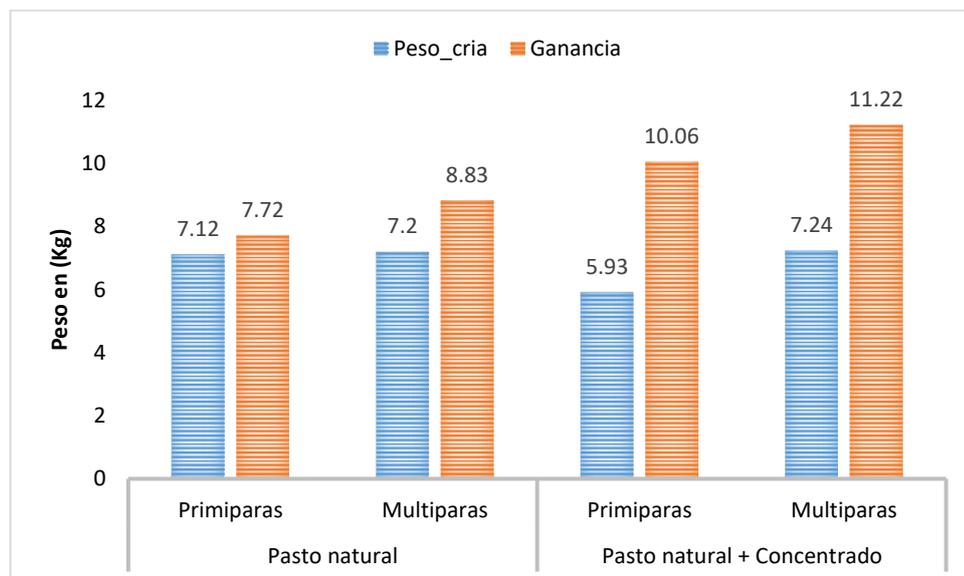


Figura 5. Efecto de la edad y alimentación sobre la ganancia de peso en madres y peso al nacimiento en crías



En la tabla 8 y figura 5 evidencian que no hubo una diferencia estadística ($p>0,05$) por la influencia del alimento y número de partos de la madre, aunque se aprecia un notorio incremento de peso aritméticamente esta respuesta se explicaría por el tipo de alimento proporcionado, con una mayor calidad nutritiva tanto en cantidad como en calidad y cubrir escasamente que, aunque cubre los requerimientos de mantenimiento. El peso de las crías tampoco muestran diferencia estadística ($p>0,05$) pero si aritmética para el caso de crías multíparas.

Vilela (2016) afirma que la edad de la madre tiene influencia directa sobre el peso al nacimiento de la cría hallando un promedio de 6.93 ± 0.12 encontrando una altamente significativa por otro lado Leyva (2007) observa que, llamas de mayor edad y número de partos permiten un mejor desarrollo de la cría y, por lo tanto, un mayor peso al nacimiento, aunque no se limita este aspecto solo a camélidos así en estudios hechos en ovinos Merino, también se encontró un efecto significativo de la edad de la madre con el peso al nacimiento de corderos. Estos resultados nos indican que, en el caso de camélidos, aunque una madre de mayor edad tiene crías con mayor peso.

En otro estudio los resultados del peso al nacimiento (kg) de alpacas crías que se obtuvieron para los años 2014, 2015, 2016, 2017, 2018 y 2019 fueron de 8.01 ± 0.95 , 8.04 ± 0.81 , 8.06 ± 1.01 , 8.02 ± 0.79 , 8.06 ± 1.03 y 8.00 ± 0.95 , respectivamente ($P \geq 0.05$). Las crías nacidas pertenecientes a las madres de partos múltiples o multíparas tuvieron pesos de 8.09 kg., comparados con las madres de partos primerizas que tuvieron crías con 7.49 kg., ($P \leq 0.05$).

Así como afirma Puma (1999) donde las alpacas madres primerizas paren crías con pesos menores (6.61 ± 0.57 kg) respecto a madres adultas (7.82 ± 1.02 kg) (Ameghino, 1990). En condiciones de Puna húmeda, el peso al nacer, en función a la edad de la madre,



las madres de dos años producen crías con el peso más bajo (6.97 kg); las madres de 6 a 14 años de edad paren crías con pesos más homogéneos; y el mayor peso de crías se encuentra entre madres de 7 a 11 años de edad. Empero, las madres de 9 años de edad paren crías de mayor peso al nacimiento (8.40 kg) (Puma, 1999)

Aunque los pesos hallados en el presente estudio se encuentran dentro de los rangos promedio reportados anteriormente, quizás la diferencia en el peso de las madres primíparas se deba al número de animales muestreados.



V. CONCLUSIONES

- Existe efecto de la suplementación alimenticia sobre la concentración de IgG en el calostro de las madres y no en la concentración sérica de IgG en crías.
- No existió efecto de la suplementación alimenticia sobre la concentración sérica y del calostro de IgG en madres primíparas y múltiparas.
- La suplementación alimenticia favoreció la mayor ganancia de peso en las madres y no el peso vivo al nacimiento de crías de madres primíparas y múltiparas.



VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda que el muestreo de sangre para la determinación de IgG séricas en crías de alpaca se realice hasta las 48 horas post lactación.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ajahuana Equise, E.G. (2019). *Caracterización del peso al nacimiento de las crías de alpacas (Vicugna pacos). Ganadería Wawa Pacocha – Cojata – Huancane – Puno.* (tesis de pregrado). Universidad Nacional del Altiplano de Puno. Puno, Peru.(
- Artington, J., Cattell., M, & Quigley, J. (2000). Effect of IgG source (colostrum,serum, or milk-derived supplement) on the efficiency of Ig absorption in newborn holstein calves. *Journal of diary science*, 83(7).
- Ameghino, E., & Martini, J. D. (1991). *Mortalidad en crías de alpacas* (No. L73 A5). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima (Peru). Centro de Investigación Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales y de Altura..
- Baintner, K. (2007). Transmission of antibody from mother to young:. Elsevier, veterinary immunology an imunopathology. *Inmunología e inmunopatología veterinaria*, 117 (3-4), 153-161.
- Blanco., A & Gonzales.,O. (2003). Apsorcion de inmunoglobulinas. Facultad de medicina veterinaria UNAM: Recuperado de: <http://.www.fmvsunam.mx>
- Blanco, G., Orden, A., & Cutul,T. (2014). Manuel Grafico, Inmunologia y enfermedades infecciosas del perro y el gato. 1era ed. Servet- Asis biomedica S.L. Zaragoza-España,18-21.
- Bravo, P., Garnica, J., & Fowler, M. (1997). Concentración de inmunoglobulinas G en llamas periparturientas y crias de alpacas.Immunoglobulin G concentrations in periparturient llamas, alpacas and their crias.(tesis de pregrado) Universidad nacional San Antonio Abad. Cusco-Peru, 145-149.



- Bravo, W., (2015). Neonatología de la cría de alpaca, aspectos clínicos e inmunitarios. VII Congreso Mundial en Camélidos Sudamericanos. 7ma Ed. Universidad Nacional del Altiplano de Puno, Puno- Perú. Pg. 18 y 28
- Bustanza, V., (2001). La alpaca. Conocimiento del gran potencial andino. Oficina de recursos del aprendizaje- secciones publicaciones UNA – Puno. la ed. 496
- Callo, E., & Linares, W., (2015). Efecto de la suplementacion alimenticia en el periodo de lluvia y sobre la formacion de carcaza en llamas jovenes al pastoreo. II congreso de alpacas, 177.
- Campos, R., Carrilo, A., Loaiza, V., & Giraldo, L. (2007). El calostro: herramienta para la. Palmira. Cauca, Colombia. Recuperado de <http://www.bdigital.unal.edu.co/5055/1/romulocamposgaona.20072.pdf>.
- Cebra, C., Anderson, DE, Tibary, A., Van Saun, RJ y Johnson, LW (2014). *Libro electrónico de cuidado de llama y alpaca: Medicina, cirugía, reproducción, nutrición y salud del rebaño*. Ciencias de la salud de Elsevier.
- FAO, (2005). Situación actual de los Camélidos Sudamericanos en el Perú proyecto de cooperación técnica en apoyo a la crianza y aprovechamiento de los camélidos sudamericanos en la región Andina. 2914.
- FARMS,. D. (1992). IgG (an Immunity Factor) and its Importance in the Newborn Llama. Llama Asociation of North America, 16.
- Fernández-Baca, S. (1991). *Avances y perspectivas del conocimiento de los camélidos sudamericanos* (No. QL 737. U54. A92 1991).
- Fernández, A. S., Padola, N. L., & Esterin, S. M. (1994). El calostro, fuente de transferencia de la inmunidad materna. *Cienc Vet Córdoba*, 22, 1-5.



- Flodr, H., Wheeler, J. C., Krüger, P., Olazábal, J., & Rosadio, R. (2012). Pruebas de campo para evaluar calidad calostrual en la alpaca. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 23(3), 307-316.
- Garriz M, Lopez A. (2002). Suplementación con nitrógeno no proteico en rumiantes. Facultad de Veterinaria de la Universidad de Buenos Aires(24). Argentina.
- Huanca, T., Apaza, N., & Lazo, A. (2007). Evaluación del diámetro de fibra en alpacas de las comunidades de los distritos de Cojata y Santa Rosa-Puno. *Arch. Latinoamer. Profil Anim*, 15(Supl 1), 480.
- Jorgensen, D., (1994). IgG (Immunity Factor) and its Importance in the Newborn Llama. Llama Asociation of North America. pp. 16
- Linares Gallardo, D. A. (2009). Efecto del plasma sanguineo vía oral en la concentración de inmunoglobina G en alpacas perinatas (Lama pacos). (tesis de pregrado) Universidad Nacional Jorge Basadre Grohamann. Tacna, Perú.
- Mamani, L., W., Cayo, F., & Gallo, C. (2014). Características de canal, calidad de carne y composición química de carne de llama: una revisión. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 25(2), 123-150.
- Maximiliano., G. (2014). Falla de transferencia pasiva de inmunoglobulinas g y su asociacion con mortalidad por enterotoxemia en alpacas neonatales. (tesis de pregrado). Univerdad Nacional Mayor de San Marcos.
- NRC. (2007). Nutrient requirements of smal ruminant's sheep,goats, cervids, and new world camelids. National academy press. Washington D.C. USA.
- Olivera, L., Zago, D., Leiser, R., Jones, C., & Bevilacqua, E. (2003). Placentation in the alpaca Lama pacos. *Anatomy and embryology*, 207(1), 45-62.



- Pachari Maquera, G. S. (2008). *Tiempo de absorción de inmunoglobulina g. en crías de alpaca (Lama pacos)*
- Patra, A. K., & Aschenbach, J. R. (2018). Ureasas in the gastrointestinal tracts of ruminant and monogastric animals and their implication in urea-N/ammonia metabolism: A review. *Journal of advanced research*, 13, 39-50.
- Skarpe, C., & Pezo Q., D. (2009). ¿Cómo determinar las especies forrajeras que prefieren los animales en una pastura con composición florística compleja?. *Agroforesterias en las Américas*. Oslo-Noruegua 1(1) 85-93
- Raggi, L. A., MacNiven, V., Rojas, R., Castellaro, G., Zolezzi, M., Latorre, E., ... & Ferrando, G. (1997). Caracterización de la ganancia de peso corporal de alpacas (Lama pacos) desde el nacimiento y hasta los seis meses de edad en cuatro regiones de Chile. *Agro Sur*, 25(2), 219-226.
- Quispe, W. (2009). Determinación del tiempo de Producción de IgG en crías de alpaca (Vicugna pacos). (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Jorge Basadre Grohmann. Tacna, Perú.
- Quigley, J. D., Lago, A., Chapman, C., Erickson, P., & Polo, J. (2013). Evaluation of the Brix refractometer to estimate immunoglobulin G concentration in bovine colostrum. *Journal of dairy science*, 96(2), 1148-1155.
- Riquelme Alvarado, J. W. (2017). Tiempo de ingestión de calostro y concentración de inmunoglobulina G sobre la presencia de enfermedades infecciosas en crías de alpacas. (tesis de pregrado). Universidad Nacional del Altiplano. Puno- Perú.
- Rodríguez R, S. A. (2007). La síntesis de proteína microbiana en el Rumiante. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola.*, 303-311.



- Rosadio, R., & Risco, V. (1999). Variaciones en el peso de alpacas en sistema intensivo. *Revista Inv. Vet. Perú*. 10 (1): 97-91, *IVITA UNMSM*.
- Sánchez, J. (2010). Curso de Introducción a la Inmunología Porcina. 3ra Ed. Madrid.
- Sharpe, M. S., Lord, L. K., Wittum, T. E., & Anderson, D. E. (2009). Pre-weaning morbidity and mortality of llamas and alpacas. *Australian veterinary journal*, 87(1-2), 56-60.
- SENAMHI. (2009). Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología.
- Tizard I. (2002) Inmunología Veterinaria. 6ª ed. Madrid: McGraw-Hill.
- Tizard I. (2009). Introducción A La Inmunología Veterinaria. 8va ed. Barcelona: Elsevier saunders.
- USA, T. J. (2017). laboratorio Triple J farms de Bellinghan . Washinthon. Estados Unidos.
- Van Saun , R. (2006). Nutrient requirements of South American camelids: a factorial. *Small Ruminant Research*.
- Vásquez, M. D. (2010). Sanidad de alpacas en la etapa neonatal. En Manual para estudiante y profesionales de veterinaria. Madrid. España: Complutense.
- Weaver, D. M., Tyler, J. W., Scott, M. A., Wallace, L. M., Marion, R. S., & Holle, J. M. (2000). Passive transfer of colostral immunoglobulin G in neonatal llamas and alpacas. *American journal of veterinary research*, 61(7), 738-741.
- Wernery, U. (2001). Camelid immunoglobulins and their importance for the new-born—a review. *Journal of Veterinary Medicine, Series B*, 48(8), 561-568.



Yaranga, R. (2009). Alimentación de camélidos sudamericanos y manejo de pastizales. *Docente Principal de la Facultad De Zootecnia-UNCP, Huancayo.*

Vilca, .M (2017) abosrcion de inmunoglobulinas heterologo de vacas en crias de alpacas suri. Universidad nacional del altiplano. Puno.

Vilela, J., (2016) Efecto de la consanguinidad sobre peso al nacimiento y peso de vellón en una población de alpacas. Universidad Peruana Cayetano Heredia

ANEXOS

Tabla 9

Tamaño de halo y su equivalencia en concentración de IgG en suero de crías

| CONCENTRACION DE IgG - SANGRE | | | | | | | |
|-------------------------------|-------------|-----------------|-------------|--------------------|------------|--------------------|------------|
| MULTIPARAS EXP | | PRIMIPARAS EXPE | | PRIMIPARAS CONTROL | | MULTIPARAS CONTROL | |
| HALO | [IgG]TOTAL | HALO | [IgG]TOTAL | HALO | [IgG]TOTAL | HALO | [IgG]TOTAL |
| 9.96 | 3125.486339 | 10.18 | 3626.234973 | 5.9 | 1190.2732 | 10.93 | 3591.74863 |
| 10.75 | 3813.224044 | 9.83 | 2698.469945 | 9.8 | 3424.153 | 10.9 | 3961.69399 |
| 9.66 | 2785.355191 | 7.93 | 1882.191257 | 7.5 | 1561.4481 | 8.07 | 2011.78142 |
| 9.51 | 2345.486339 | 7.98 | 1889.726776 | 0 | 0 | 10.72 | 3813.22404 |
| 8.96 | 2136.63388 | 7.39 | 1632.486339 | 9.41 | 2638.3005 | 9.2 | 2527.97814 |
| 8.92 | 1973.338798 | 6.8 | 1429.486339 | 8.05 | 2042.7322 | 6.07 | 1044.85792 |
| 7.36 | 1785.224044 | 9.98 | 3153.010929 | 6.9 | 1443.1913 | 0 | 0 |
| 8.47 | 1950.404372 | 8.01 | 2160.355191 | 0 | 0 | 8.58 | 2444.37159 |
| 7.84 | 1829.748634 | 7.6 | 1807.437158 | | | 7.74 | 2004.07104 |
| 10.25 | 3684.857923 | 9.79 | 2494.404372 | | | 8.28 | 2353.66667 |
| | | | | | | 9.89 | 2553.27322 |
| | | | | | | 6.12 | 1203.19126 |
| | | | | | | 8.13 | 2280.43716 |
| | | | | | | 6.24 | 1235.6776 |
| | | | | | | 7.74 | 2004.07104 |
| | | | | | | 7.36 | 1829.30055 |
| | | | | | | 7.32 | 1822.30055 |

Tabla 10

Tamaño de halo y si equivalencia en concentración de IgG calostro

| CONCENTRACION DE IgG -CALOSTRO | | | | | | | |
|--------------------------------|------------|-----------------|------------|--------------------|------------|--------------------|------------|
| MULTIPARAS EXP | | PRIMIPARAS EXPE | | PRIMIPARAS CONTROL | | MULTIPARAS CONTROL | |
| HALO | [IgG]TOTAL | HALO | [IgG]TOTAL | HALO | [IgG]TOTAL | HALO | [IgG]TOTAL |
| 9.1 | 53126.776 | 7.41 | 39636.339 | 5.9 | 20427.322 | 7.05 | 28910.601 |
| 8.33 | 43241.53 | 0 | 0 | 7.83 | 41165.027 | 5.13 | 15614.481 |
| 7.81 | 30798.306 | 6.26 | 25111.694 | 8.7 | 45361.749 | 6.77 | 25617.268 |
| 8.38 | 43873.005 | 0 | 0 | | 0 | 7.7 | 46330.109 |
| 7.22 | 32083.552 | 7.29 | 30525.683 | 7.31 | 32361.749 | 7.49 | 39132.24 |
| 6.98 | 27504.699 | 6.55 | 27244.208 | 6.18 | 23618.579 | 6.67 | 22481.749 |
| 6.81 | 26468.634 | 9.91 | 56618.579 | 6.95 | 28733.333 | 7.6 | 43241.53 |



| | | | | | | | |
|------|-----------|------|-----------|--|---|------|-----------|
| 6.76 | 22481.749 | 7.66 | 36848.579 | | 0 | 7.4 | 33108.415 |
| 8.48 | 42301.694 | 7.25 | 31346.503 | | | 6.81 | 28468.251 |
| 8.97 | 49621.913 | 0 | 27853.552 | | | 7.06 | 30344.481 |
| | | | | | | 9.6 | 57804.372 |
| | | | | | | 6.92 | 22966.339 |
| | | | | | | 9.1 | 47525.683 |
| | | | | | | 5.43 | 20195.027 |
| | | | | | | 7.59 | 28999.399 |
| | | | | | | 7.73 | 46438.251 |
| | | | | | | 6.82 | 27244.208 |

Tabla 11

Concentración de IgG en calostro y suero en ambos grupos experimentales.

| PARTO | ALIMENTACION | CONCENTRACION IgG EN CALOSTRO (mg/dl) | ABSORCION DE IgG EN CRIAS (mg/dl) |
|------------|-----------------------|--|---|
| MULTIPARAS | CONCENTRADO Y PASTURA | 53126.77596 | 3125.486339 |
| MULTIPARAS | CONCENTRADO Y PASTURA | 43241.53005 | 3813.224044 |
| MULTIPARAS | CONCENTRADO Y PASTURA | 30798.30601 | 2785.355191 |
| MULTIPARAS | CONCENTRADO Y PASTURA | 43873.00546 | 2345.486339 |
| MULTIPARAS | CONCENTRADO Y PASTURA | 32083.55191 | 2136.63388 |
| MULTIPARAS | CONCENTRADO Y PASTURA | 27504.69945 | 1973.338798 |
| MULTIPARAS | CONCENTRADO Y PASTURA | 26468.63388 | 1785.224044 |
| MULTIPARAS | CONCENTRADO Y PASTURA | 22481.74863 | 1950.404372 |
| MULTIPARAS | CONCENTRADO Y PASTURA | 42301.69399 | 1829.748634 |
| MULTIPARAS | CONCENTRADO Y PASTURA | 49621.91257 | 3684.857923 |
| PRIMIPARAS | CONCENTRADO Y PASTURA | 39636.3388 | 3626.234973 |
| PRIMIPARAS | CONCENTRADO Y PASTURA | 0* | 2698.469945 |
| PRIMIPARAS | CONCENTRADO Y PASTURA | 25111.69399 | 1882.191257 |
| PRIMIPARAS | CONCENTRADO Y PASTURA | 0* | 1889.726776 |
| PRIMIPARAS | CONCENTRADO Y PASTURA | 30525.68306 | 1632.486339 |
| PRIMIPARAS | CONCENTRADO Y PASTURA | 27244.20765 | 1429.486339 |
| PRIMIPARAS | CONCENTRADO Y PASTURA | 56618.57923 | 3153.010929 |
| PRIMIPARAS | CONCENTRADO Y PASTURA | 36848.57923 | 2160.355191 |
| PRIMIPARAS | CONCENTRADO Y PASTURA | 31346.50273 | 1807.437158 |
| PRIMIPARAS | CONCENTRADO Y PASTURA | 27853.55191 | 2494.404372 |
| PRIMIPARAS | PASTURA NATURAL | 20427.3224 | 1190.273224 |
| PRIMIPARAS | PASTURA NATURAL | 41165.02732 | 3424.153005 |
| PRIMIPARAS | PASTURA NATURAL | 45361.74863 | 1561.448087 |
| PRIMIPARAS | PASTURA NATURAL | 0* | 0* |
| PRIMIPARAS | PASTURA NATURAL | 32361.74863 | 2638.300546 |



| | | | |
|------------|-----------------|-------------|-------------|
| PRIMIPARAS | PASTURA NATURAL | 23618.57923 | 2042.73224 |
| PRIMIPARAS | PASTURA NATURAL | 28733.33333 | 1443.191257 |
| PRIMIPARAS | PASTURA NATURAL | 0* | 0* |
| MULTIPARAS | PASTURA NATURAL | 28910.60109 | 959.1748634 |
| MULTIPARAS | PASTURA NATURAL | 15614.48087 | 7261.693989 |
| MULTIPARAS | PASTURA NATURAL | 25617.26776 | 2011.781421 |
| MULTIPARAS | PASTURA NATURAL | 46330.10929 | 3813.224044 |
| MULTIPARAS | PASTURA NATURAL | 39132.24044 | 2527.978142 |
| MULTIPARAS | PASTURA NATURAL | 22481.74863 | 1044.857923 |
| MULTIPARAS | PASTURA NATURAL | 43241.53005 | 0* |
| MULTIPARAS | PASTURA NATURAL | 33108.4153 | 2444.371585 |
| MULTIPARAS | PASTURA NATURAL | 28468.25137 | 2004.071038 |
| MULTIPARAS | PASTURA NATURAL | 30344.48087 | 2353.666667 |
| MULTIPARAS | PASTURA NATURAL | 57804.37158 | 2553.273224 |
| MULTIPARAS | PASTURA NATURAL | 22966.3388 | 1203.191257 |
| MULTIPARAS | PASTURA NATURAL | 47525.68306 | 2280.437158 |
| MULTIPARAS | PASTURA NATURAL | 20195.02732 | 1235.677596 |
| MULTIPARAS | PASTURA NATURAL | 28999.39891 | 2004.071038 |
| MULTIPARAS | PASTURA NATURAL | 46438.25137 | 1822.300546 |
| MULTIPARAS | PASTURA NATURAL | 27244.20765 | 1822.300546 |

**hace referencia a crías muertas o datos perdidos durante la ejecución del proyecto*

Tabla 12
Ganancia de peso en alpacas madres

| Nº | ARETE | PESO INICIAL | PESO FINAL | GANANCIA DE PESO |
|----|--------|--------------|------------|------------------|
| 11 | 106212 | 54 | 64.5 | 10.5 |
| 12 | 189210 | 59 | 68 | 9 |
| 13 | 278213 | 48 | 60 | 12 |
| 14 | 117212 | 47.5 | 59.5 | 12 |
| 15 | 209210 | 44 | 57 | 13 |
| 16 | 336212 | 56.5 | 70.5 | 14 |
| 17 | 102210 | 57 | 72.5 | 15.5 |
| 18 | 20113 | 43 | 56.5 | 13.5 |
| 19 | 11111 | 51 | 60.5 | 9.5 |
| 20 | 11112 | 56 | 70.5 | 14.5 |
| 21 | 51115 | 44 | 53.5 | 9.5 |
| 22 | 368213 | 46 | 54.5 | 8.5 |
| 23 | 168113 | 42.5 | 51 | 8.5 |
| 24 | 93114 | 54 | 55.5 | 1.5 |
| 25 | 104215 | 44 | 56.5 | 12.5 |
| 26 | 167215 | 43.5 | 57 | 13.5 |



| | | | | |
|----|--------|------|------|------|
| 27 | 48113 | 49.5 | 56.5 | 7 |
| 28 | 89113 | 55.5 | 66.5 | 11 |
| 29 | 257214 | 47.5 | 59 | 11.5 |
| 30 | 236215 | 32 | 45.5 | 13.5 |
| 41 | 267214 | 54 | 63 | 9 |
| 42 | 484213 | 62.5 | 69.5 | 7 |
| 43 | 20114 | 53.5 | 62.5 | 9 |
| 44 | 317315 | 43.5 | 49.5 | 6 |
| 45 | 44114 | 56 | 61.5 | 5.5 |
| 46 | 218215 | 42 | 48 | 6 |
| 47 | 293315 | 36 | 43 | 7 |
| 48 | 286213 | 54 | 54 | 4.5 |
| 49 | 96111 | 57 | 67.5 | 10.5 |
| 50 | 348312 | 57 | 67.5 | 10.5 |
| 51 | 198211 | 48 | 57.5 | 9.5 |
| 52 | 20112 | 59 | 67.5 | 8.5 |
| 53 | 214212 | 57 | 65 | 8 |
| 54 | 140212 | 58 | 65 | 7 |
| 55 | 290311 | 59 | 59 | 4 |
| 56 | 36111 | 46 | 54.5 | 8.5 |
| 57 | 42111 | 55.5 | 64.5 | 9 |
| 58 | 283311 | 65 | 65.5 | 3.5 |
| 59 | 15111 | 60.5 | 66.5 | 6 |
| 60 | 367312 | 56 | 62.5 | 6.5 |
| 61 | 250212 | 48 | 55.5 | 7.5 |
| 62 | 87210 | 59.5 | 68 | 8.5 |
| 63 | 187210 | 52.5 | 59.5 | 7 |
| 64 | 130212 | 67 | 81.5 | 14.5 |
| 65 | 143212 | 56 | 62.5 | 6.5 |

Tabla 13

Peso de la madre post parto y cría al nacimiento

| Nº | ARETE | peso al parto | peso postparto | peso de la cría |
|----|--------|---------------|----------------|-----------------|
| 11 | 106212 | 64.5 | 55.5 | 7.13 |
| 12 | 189210 | 68 | 58 | 6.789 |
| 13 | 278213 | 60 | 59.8 | 6.825 |
| 14 | 117212 | 60 | 50 | 7.091 |
| 15 | 209210 | 59.5 | 49 | 6.71 |
| 16 | 336212 | 70.5 | 55 | 10.1 |
| 17 | 102210 | 72.5 | 59.5 | 8.86 |
| 18 | 20113 | 54.5 | 43.5 | 7.56 |



| | | | | |
|----|--------|------|------|----------|
| 19 | 11111 | 60.5 | 49 | 7 |
| 20 | 11112 | 58.5 | 69.5 | 8.58 |
| 21 | 51115 | 53.5 | 44.5 | 5.950 |
| 22 | 368213 | 54.5 | 47 | 4.468 |
| 23 | 168113 | 58 | 48 | 5.693 |
| 24 | 93114 | 64 | 55.5 | 8kg |
| 25 | 104215 | 56.5 | 47 | 6.845 |
| 26 | 167215 | 57 | 47 | 7.1 |
| 27 | 48113 | 56.5 | 50 | 4.3 |
| 28 | 89113 | 66.5 | 66 | 7.89 |
| 29 | 257214 | 59 | 52 | 6.110 |
| 30 | 236215 | 44.5 | 38.5 | 4.585 |
| 41 | 267214 | 61 | 50.5 | 8.63 |
| 42 | 484213 | 69.5 | 61 | 7.68 |
| 43 | 20114 | 62.5 | 55 | 6.56 |
| 44 | 317315 | 49.5 | | |
| 45 | 44114 | 61.5 | 52 | 7.198 |
| 46 | 218215 | 48 | 40 | 5.53 |
| 47 | 293315 | 43 | 37 | 5,538 |
| 48 | 286213 | 49.5 | 43.5 | 5.3 |
| 49 | 96111 | 61.5 | 58.5 | 6.475 |
| 50 | 348312 | 67.5 | 51.5 | 7.62 |
| 51 | 198211 | 57.5 | 47 | 7.74 |
| 52 | 20112 | 67.5 | 58.5 | 7.355 |
| 53 | 214212 | 65 | 56 | 6.4 |
| 54 | 140212 | 65 | 55 | 6.9 |
| 55 | 290311 | 65 | 57 | 6.228 |
| 56 | 36111 | 54.5 | 45 | 6.88 |
| 57 | 42111 | 64.5 | 57 | 7.52 |
| 58 | 283311 | 73.5 | 63 | 7.98 |
| 59 | 15111 | 66.5 | 56 | 6.715 |
| 60 | 367312 | 62.5 | 55 | 7.63 |
| 61 | 250212 | 55.5 | 46 | 5.270 kg |
| 62 | 87210 | 68 | 58 | 6.450kg |
| 63 | 187210 | 59.5 | 52.5 | 6.15 |
| 64 | 130212 | 81.5 | 68 | 9.46 |
| 65 | 143212 | 62.5 | 55 | 7.38 |