



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



**“VARIABILIDAD GENÉTICA PARA LA RESISTENCIA A
COCCIDIAS EN ALPACAS DEL CENTRO EXPERIMENTAL
QUIMSACHATA INIA”**

TESIS

PRESENTADA POR:

INGRID STEPHANY MERZENICH ZAPANA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA

PUNO – PERÚ

2022



DEDICATORIA

Dedico con todo el corazón esta tesis a mi perrita querida Lupita, aunque ella ya no está, siempre el recuerdo será especial, siempre te llevare en mi corazón, mi pequeña y también va dedicada a mi querido Sherlock, el perrito más cariñoso del mundo, que cada vez que lo veo me hace sentir muy feliz y me anima a perseguir mis sueños.

Ingrid Stephany Merzenich Zapana



AGRADECIMIENTOS

Primeramente, agradezco a la Universidad Nacional del Altiplano por haberme aceptado a formar parte de ella y haber logrado estudiar y culminar mi carrera, así como también agradecer a mis docentes por haberme brindado sus conocimientos y prepararme para ser una profesional.

Agradezco a mis jurados, presidente MVZ. Gerardo Godofredo Mamani Choque, primer miembro D.Sc. Bilo Wenceslao Calsin Calsin, segundo miembro M.Sc. Hugo Vilcanqui Mamani, por las correcciones en la tesis.

Agradezco al Dr. Oscar Cárdenas Minaya y al Dr. Carlos Enriquez Añamuro, por el asesoramiento y apoyo en el presente trabajo de investigación.

Agradezco también a mi Asesor de Tesis el Mg. Francisco Halley Rodríguez Huanca por haber permitido recurrir a sus capacidades y su conocimiento, por haberme tenido paciencia para guiarme en el desarrollo de mi tesis.

También quiero agradecer a mi madre Sonia, a mi tía Yuli por haberme brindado todo su apoyo moral para seguir adelante en cada tropiezo de mi vida.

A mis compañeros de clase, durante todos los niveles en la Universidad, sobre todo a mis compañeros de promoción, por su compañerismo y su amistad.

Ingrid Stephany Merzenich Zapana



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

RESUMEN 10

ABSTRACT..... 11

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN..... 13

1.1.1 Objetivo general 13

1.1.2 Objetivo específico 13

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 ANTECEDENTES 14

2.2 GENERALIDADES..... 24

2.2.1 Camélidos Sudamericanos en Perú 24

2.2.2 Coccidias 26

2.2.3 Etiología 26

2.2.4 Clasificación de Eimerias notificadas en camélidos sudamericanos 26

2.2.5 Morfología de un ooquiste (Eimeria) 27

2.2.6 Epidemiología..... 27

2.2.6.1 Factores relacionados al parásito 27

2.2.6.2 Factores relacionados al hospedador..... 28



2.2.7 Impacto económico.....	29
2.2.8 Tratamiento.....	29
2.2.9 Control y prevención	29
2.2.10 Parámetros Genéticos.....	30
2.2.8.1 Variabilidad genética	30
2.2.8.2 Componentes de la Varianza genotípica.....	31
2.2.8.3 Varianza aditiva	31
2.2.8.4 Varianza de dominancia.....	31
2.2.8.5 Varianza epistática	32
2.2.8.6 Varianza ambiental	32
2.2.8.7 Heredabilidad	32
2.2.8.8 Valores genéticos	33
2.2.9 Parámetros Genéticos para enfermedades parasitarias	34
2.2.9.1 Resistencia Parasitaria.....	34
2.2.9.2 Marcadores genéticos moleculares	35
2.2.9.3 Marcadores fenotípicos	36

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 DISEÑO	37
3.2 POBLACIÓN SOBRE LA QUE SE HA HECHO EL ESTUDIO.....	37
3.3 ENTORNO	37
3.4 EQUIPOS, MATERIALES Y REGISTROS.....	38
3.4.1 Equipos de laboratorio	38
3.4.2 Material de laboratorio.....	38
3.4.3 Material de campo para muestreo.....	38
3.5 MÉTODOS	39
3.5.1 Metodología para la colección de muestras.....	39



3.5.1.1	Identificación de los animales.....	39
3.5.1.2	Toma de muestra.....	39
3.5.2	Metodología para el análisis de muestras.....	40
3.5.2.1	Método de Mc-Máster modificado.....	40
3.5.2.2	Método cualitativo de flotación.....	40
3.5.2.3	Interpretación del conteo de ooquistes por método de Mc-Máster modificado.....	41
3.6	MÉTODO ESTADÍSTICO.....	41
3.6.1	Estimación de los parámetros genéticos.....	41
CAPÍTULO IV		
RESULTADOS Y DISCUSIONES		
4.1	DETERMINAR LOS COMPONENTES DE VARIANZA Y LA HEREDABILIDAD PARA LA RESISTENCIA CONTRA COCCIDIAS EN ALPACAS DEL INIA.....	43
4.2	DETERMINAR LOS VALORES GENÉTICOS PARA LA RESISTENCIA CONTRA COCCIDIAS EN LAS ALPACAS REPRODUCTORAS DEL INIA.....	49
V.	CONCLUSIONES.....	54
VI.	RECOMENDACIONES.....	55
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	56
ANEXOS	66

ÁREA: Genética y Mejoramiento Animal.

TEMA: Variabilidad genética para la resistencia a coccidias en alpacas.

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 22 de julio de 2022



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Clasificación de Eimerias reportadas en camélidos sudamericanos	26
Tabla 2.	Distribución de frecuencias y recuento de huevos por gramo de heces de Eimerias en alpacas del Anexo Quimsachata INIA.....	43
Tabla 3.	Componentes de varianza fenotípica, genético adictiva y residual, heredabilidad para la resistencia a Eimerias en el Anexo Quimsachata INIA	46
Tabla 4.	Valores genéticos para la resistencia a parásitos gastrointestinales de los reproductores.....	49
Tabla 5.	Resultados generales del análisis coproparasitológico	68



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ooquiste de <i>Eimeria lamae</i> a 10x.....	66
Figura 2. Ooquiste de <i>Eimeria macusaniensis</i> y <i>Eimeria lamae</i> a 10x.....	66
Figura 3. Ooquiste de <i>Eimeria macusaniensis</i> a 10x	66
Figura 4. Ooquiste de <i>Eimeria punoensis</i> a 40 x	66
Figura 5. Ooquiste de <i>Eimeria lamae</i> a 40x.....	67
Figura 6. Ooquiste de <i>Eimeria alpaca</i> 40x	67



ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

HPG : Huevos por gramo de heces

σ_p^2 : Varianza fenotípica

σ_a^2 : Varianza genético-aditiva

σ_e^2 : Varianza residual

h^2 : Heredabilidad

g : gramo

ml. : mililitro



RESUMEN

Los camélidos sudamericanos, constituyen un importante recurso ganadero en el sur y centro del Perú; sin embargo, se ven afectados por diversos factores como las enfermedades parasitarias, como la coccidiosis, que ocasiona pérdida de peso y vulnerabilidad a otras enfermedades. El objetivo fue evaluar la variabilidad genética para la resistencia a coccidias en alpacas en el Centro Experimental Quimsachata, que pertenece al distrito de Santa Lucia. Se colectó 996 muestras de heces de alpacas del grupo plantel y animales que tenían parentesco, el recuento de huevos por gramos de heces se realizó utilizando el método de McMaster modificado donde se hizo el recuento y también se consideró niveles de infección como negativos, infección leve, infección moderada e infección elevada, se usó un modelo de regresión lineal mixto para la determinación de la variabilidad genética, componentes de varianza y parámetros genéticos. Como resultado, el recuento de huevos oscila entre 0 a 68900 huevos por gramo de heces. La heredabilidad para *Eimeria macusaniensis*, *Eimeria alpaca*, *Eimeria lamae* y *Eimeria punoensis* que fueron 0.41, 0.32, 0.16 y 0.27 respectivamente y una heredabilidad promedio de 0.29, se estimaron valores genéticos que oscilaron desde -0,215 a 0.524. Se concluye que los valores estimados para los componentes de varianza y la heredabilidad en general fue 0.29 la cual se considera moderada a baja y los valores genéticos se consideran favorables para la resistencia coccidias en alpacas; de modo que, se podría considerar en programas de mejoramiento genético y realizar otras investigaciones a nivel molecular.

Palabras clave: alpacas, coccidias, heredabilidad, resistencia genética, variabilidad genética.



ABSTRACT

South American camelids constitute an important livestock resource in the south and center of Peru; however, they are affected by various factors such as parasitic diseases, such as coccidiosis, which cause weight loss and vulnerability to other diseases. The objective was to evaluate the genetic variability for resistance to coccidia in alpacas at the Quimsachata Experimental Center, which belongs to the district of Santa Lucia. 996 samples of feces were collected from alpacas of the group campus and animals that had kinship, the count of eggs per grams of feces was performed using the modified McMaster method, a mixed linear regression model was used to determine genetic variability, variance components and genetic parameters. As a result, the egg count ranges from 100 to 100,000 eggs per gram of feces. The heritability for *Eimeria macusaniensis*, *Eimeria alpaca*, *Eimeria lamae* and *Eimeria punoensis* which were 0.41, 0.32, 0.16 and 0.27 respectively and an average heritability of 0.29, breeding values ranging from -0.215 to 0.524 were estimated. It is concluded that the estimated values for the variance components and heritability in general was 0.29, which is considered moderate to low, and the genetic values are considered favorable for coccidia resistance in alpacas; so that it could be considered in genetic improvement programs and carry out other research at the molecular level.

Keywords: alpacas, coccidia, heritability, genetic resistance, genetic variability.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La crianza de camélidos sudamericanos está considerada como un medio de subsistencia económica en las zonas altoandinas o zonas agrícolas, ya que el Perú es reconocido mundialmente como el mayor productor de alpacas. El 90% de las alpacas está a cargo de pequeños productores que están incluidos dentro de la población menos favorecida y que tiene que subsistir en condiciones pobreza extrema (FAO, 2005). Es por ello, que en estos lugares la crianza de alpacas lleva métodos de crianza tradicionales que carecen de tecnificación y esto se transforma a una alta morbilidad y mortalidad neonatal, baja natalidad y una escasa producción. (Rodríguez et al., 2012).

Por otro lado, también se ve afectado el mejoramiento genético, ya que no se pueden aplicar buenos métodos de selección en los rebaños (Málaga y Col., 1998). Y uno de los factores que ocasionan estos problemas, es la presencia de infecciones que son barreras para una buena producción, como por ejemplo las enfermedades parasitarias. (Jiménez et al., 2010), en este caso la coccidiosis o eimeriosis, que afecta principalmente a las crías, causando infecciones subclínicas durante los primeros tres meses de vida, con prevalencias de 30 al 100% (Leguía y Casas, 1999).

Por último, en los rumiantes la resistencia a nivel genético es importante ya que esto puede reducir los efectos negativos de los agentes patógenos, los buenos métodos de selección de los animales podrían considerarse como un comportamiento de prevención contra enfermedades, mantener un equilibrio del nivel de productividad; por otro lado, reforzar la salud y la fertilidad; asimismo, existen evidencias sobre inmunología que está asociado con la genética que demuestran la resistencia contra enfermedades infecciosas que son causados por agentes microbianos. (Cardellino y Rovira, 1987)



Es por esta razón, que una buena mejora genética y selección, es importante el estudio de los valores genéticos en la resistencia a coccidias en alpacas. Existen diversos estudios sobre variabilidad genética para la resistencia a enfermedades parasitarias en otras especies; sin embargo, en alpacas no se ha registrado dichos estudios. En tal sentido, este trabajo de investigación planteó el objetivo principal de determinar la variabilidad genética para la resistencia a coccidias en alpacas en el centro experimental Quimsachata INIA, evaluando la carga parasitaria en diferentes especies de Eimerias en crías, tuis y adultas.

1.1 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1.1 Objetivo general

- Determinar la variabilidad genética para la resistencia a coccidias en alpacas del Centro Experimental Quimsachata INIA

1.1.2 Objetivo específico

- Determinar los componentes de varianza y la heredabilidad para la resistencia contra coccidias en alpacas del INIA.
- Determinar los valores genéticos para la resistencia contra coccidias en las alpacas reproductoras del INIA.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 ANTECEDENTES

En un trabajo de investigación donde se colectaron 1319 muestras coprológicas de alpacas Huacaya, de las cuales 598 fueron de la comunidad Hatun Phinaya y 721 de la comunidad Queracucho. Donde aplicaron el método de McMaster modificado y esporulación para identificar especies de eimerias y medición de ooquistes. Se ha encontrado una alta prevalencia de eimerias entre ($52.4 \pm 2.7\%$). Las alpacas que tenían 5 meses y 1 año y de 1 a 3 años mostraron 13.2 y 2.4 veces mayor riesgo de presentación de *Eimeria* spp, respectivamente, que alpacas mayores de 3 años. La carga parasitaria de eimerias fue baja 187.8 opg. Los resultados concluyen que la eimeriosis constituye un problema potencial de salud en las alpacas de las dos comunidades alpaqueras del distrito de Macusani, Puno. (Camareno et al., 2016)

En una investigación que se realizó en el 2012, donde 478 muestras de crías de alpacas fueron analizadas en el Centro de Investigación y Producción (CIP - La Raya) de la Universidad Nacional del Altiplano, con la técnica de sedimentación y flotación, donde el trabajo concluye que el 87.5% de la población fueron positivas a *Eimeria*, especialmente por *E. lamae* en 60.4% y *E. macusaniensis* 50.4%. Donde también se observó que el mayor porcentaje de crías infectadas se presentó en animales de 31-75 días de edad, y las mayores cargas parasitarias se observaron en el grupo etario de 46-60 días. Las crías se infectan tempranamente con *E. lamae*. (Rodriguez et al., 2012)



En tanto, en 2016, Masson analizó la relación entre parásitos gastrointestinales y condición física de alpacas criadas en potreros en la región de Pasco. La carga parasitaria de *Eimeria macusaniensis* por dos parámetros de producción, los resultados obtenidos muestran una mayor prevalencia en las crías en comparación con los adultos, y la correlación entre el peso corporal y la carga de *Eimeria macusaniensis* indica un menor aumento de peso en las crías. Hay un mayor riesgo de infección. (Mason et al., 2016)

Se recolectaron un total de 350 muestras fecales de alpacas e identificaron los factores de riesgo a la eimeriosis, y el 64% de los animales fueron positivos; la prevalencia del rebaño fue del 96%. Identificando también cinco especies de *Eimeria*, siendo *E. lamae* (91%), *E. alpaca* (87%) y *E. punoensis* (78%) las más prevalentes; *E. macusaniensis* (35%) y *E. ivitaensis* (13%) fueron menos comunes. La alta prevalencia hallada de especies de *Eimeria* altamente patógenas, puede generar importantes pérdidas económicas para los criadores de alpacas y podría requerir la implementación de medidas de control adecuadas. Díaz *et al.* (2016)

De manera similar, un análisis histopatológico de 108 muestras intestinales recolectadas en las ciudades de Arequipa, Puno y Cusco en el sur de Perú durante el período de nacimiento 2005-2008. Los especímenes mostraron la presencia de múltiples etapas asexuales y sexuales de *Eimeria macusaniensis*. Se observó enteritis hemorrágica y necrotizante severa. Se ha demostrado que el daño de la mucosa causada por las coccidias puede promover el crecimiento de *Clostridium perfringens*. *Clostridium perfringens* produce toxinas que son fatales. (Rosádio et al., 2010)

En otro estudio se analizaron se analizaron 78 muestras fecales de crías con el objetivo de evaluar la prevalencia, carga parasitaria y especies de eimerias en la



comunidad Quenamari, con técnicas cuantitativas de McMaster y Stoll modificadas. Mostrando la presencia de ooquistes de *Eimeria* en 68 muestras (87,18%). *E. lamae* en 67 (85,90%), *E. punoensis* en 49 (62,82%), *E. alpaca* en 42 (53,85%), *E. macusaniensis* en 32 (41,03%) y *E. ivitaensis* en cuatro (5,13%). En cuanto a las crías parasitadas, en general se observó media carga de 43,920 ooquistes por gramo de heces (OPG). *Eimeria lamae* tuvo la carga parasitológica más alta (media 206,600 OPG). En este trabajo también se menciona que estos hallazgos podrían ser causados por la contaminación ambiental con ooquistes de diferentes especies de *Eimerias*. (Gomez et al., 2021)

En un estudio se realizó comparaciones de productos lácteos blancos y negrosalinas de ganados mejorados para la afección de parásitos internos, también se estimó la varianza genética para los rasgos de producción lechera de parásitos internos en ganados de color blanco y negro, donde se tomaron un total de 2.006. se determinó Las heredabilidades fueron bajas para nematodos gastrointestinales ($0.05-0.06 \pm 0.04$) y *Dictyocaulus viviparus* (0.05 ± 0.04), pero moderado para trematodos ($0,33 \pm 0,06$). La correlación genética entre nematodos gastrointestinales y *Dictyocaulus viviparus* fue de $1,00 \pm 0,60$, ligeramente negativo entre nematodos gastrointestinales y trematodos ($-0,10 \pm 0,27$), y cerca de cero entre *Dictyocaulus viviparus* y trematodos ($0,03 \pm 0,30$). (May et a., 2017)

En un documento se informa los parámetros genéticos a la resistencia de los parásitos y los rasgos de resistencia en la oveja lechera Manech de cara rubia y los impactos de selección de resistencia a los nematodos gastrointestinales. Donde, a los carneros le fueron infectados artificialmente dos veces con larvas (L)3 de *Haemonchus contortus*. Para las ovejas infectadas experimentalmente, el recuento de huevos la FEC después de la segunda infección fue moderadamente heredable (heredabilidad: 0.35) y



fuertemente correlacionada con recuento de huevos después de la primera infección (correlación genética: 0.92). Para las ovejas naturalmente infectadas, el recuento de huevos también fue hereditaria (0,18). Usando los dos conjuntos de datos juntos, se estimó una relación de 0.56-0.71 entre los valores de recuento de huevos fecales de los carneros infectados experimentalmente y ovejas naturalmente infectadas. En efecto, la variabilidad genética de la resistencia de los parásitos es similar cualquiera que sea el estado fisiológico (machos u ovejas en ordeño / preñadas) y las condiciones de infección (infección experimental con un parásito o infección natural con varios parásitos. En estudio se demostró que la selección de carneros de descendencia femenina permite mejorar la resistencia a parásitos gastrointestinales. (Aguerre et al., 2018)

En bovinos de la raza Nellore se estudiaron parámetros genéticos de resistencia a garrapatas, nematodos gastrointestinales y *Eimeria spp.* Donde se utilizaron 1142 animales, respectivamente, de 146 a 597 días de edad. Se estimó una heredabilidad de baja a moderada magnitud y osciló entre 0,06 y 0,30, 0,06 a 0,33 y 0,04 a 0,33 para resistencia a garrapatas, nematodos gastrointestinales y *Eimeria spp.*, respectivamente. Los intervalos de resistencia eran bajos y los intervalos de alta densidad eran grandes e incluían cero en muchos casos. Las estimaciones de heredabilidad apoyan la inclusión de resistencia a las garrapatas, nemátodos gastrointestinales y *Eimeria spp.* en los programas de cría de Nellore. La selección genética puede aumentar la frecuencia de animales resistentes y ser utilizado como herramienta complementaria en el control de parásitos (Passafaro et al., 2015;)

En 1983, se encontró que la selección directa de resistencia a una enfermedad en particular era efectiva en paralelo con la selección de múltiples rasgos de producción. Sin embargo, muchos patógenos hacen que sea imposible seleccionar una resistencia



particular para todos. La elección indirecta general de resistencia a enfermedades basada en la respuesta inmunitaria puede complementarse mejorando las propiedades no inmunológicas implicadas en la resistencia a enfermedades. La información sobre enfermedades, resistencia, heredabilidad, relaciones genéticas en la producción, resistencia a las enfermedades y características ayuda a los mejoradores a tomar mejores decisiones para una producción eficiente, por lo que la resistencia a las enfermedades y la cantidad son esenciales para desarrollar estrategias de mejoramiento para aumentar la calidad y la eficiencia de la producción. (Gavora y Spencer, 1983)

Se estudió una población de ovejas, donde se infectó artificialmente con *Trichostrongylus colubriformis* y luego con *Haemonchus contortus* para medir el recuento de huevos de lombrices fecales y se utilizaron componentes principales de la matriz de relación. Se estimó que los efectos de marcador más grandes explican un promedio de 0,48% (*T. colubriformis*) o 0,08% (*H. contortus*) de la varianza fenotípica en conteo de huevos fecales. (Kemper et al., 2011)

Mamani (2012) estimó la carga parasitaria e interacción entre madre y cría, desde el nacimiento al destete en alpacas y llamas en el Centro Investigaciones de Camélidos Sudamericanos (CICAS) “La Raya”, utilizando como muestra 15 alpacas madres con sus crías al igual que en llamas sin ser dosificadas, evaluadas desde el nacimiento al destete. Usando el método de Mc master se identificaron las siguientes especies de parásitos: *Eimeria lamae*, *E. alpaca*, *E. punoensis*, *E. macusaniensis* y *E. ivitaensis*, y en nematodos *Nematodirus spathiger*, *N. Lamae*, *Lamanema chavezi*, *Trichuris ssp*, *Capillaria ssp* y huevos tipo *Strongylus* (HTS) en crías y madres de alpaca y llama. Se estimó un alto valor en *Eimeria ssp* con 879, 11 716 y 3593 (HPG) en llama madre y cría y alpaca cría. Para *Nematodirus ssp* con 21 (HPG) y 23 (HPG) en alpacas madre y cría.



Lamanema chavez con 26 (HPG) en llamas madre, HTS con 24 (HPG) tanta alpaca y llama madre. La carga parasitaria fue significativa de madre a cría con valor desde 90,15% al 100% en: *Eimeria* spp, *Nematodirus* spp, *Lamanema chavez* y HTS en alpacas y llamas y un efecto menor en *Trichuris* spp para alpacas.

Se han caracterizado parámetros genéticos en diferentes especies de garrapatas en 586 bovinos Nguni de Sudáfrica. Se estudiaron a seis especies de garrapatas (*Amblyomma hebraeum*, *Rhipicephalus evertsi evertsi*, *Rhipicephalus decolatus* y *microplus* (Boophilids), *Rhipicephalus appendiculatus*, *Rhipicephalus simus* y *Hyalomma marginatum*) que estuvieron adheridas en ocho partes del cuerpo de cada animal. Se logró estimar una heredabilidad, correlaciones fenotípicas y genéticas por medio de modelos lineales mixtos que ajustaron a modelos de sementales univariados y bivariados. A la cuantificación de garrapatas se estimó altos valores, la especie predominante fue *A. hebraeum*. En tanto a la heredabilidad para el conteo de garrapatas hubo variación según el mes y el rasgo y el valor apuntaba entre 0 y 0,89. En conclusión se ha podido observar correlaciones genéticas altas entre el recuento de cuerpos enteros y los recuentos de ubicación anatómica, esto puede significar que no es necesario realizar conteo de cuerpos enteros. El conteo en el vientre y el perineo parecían ser los rasgos sustitutos más convenientes para el recuento corporal total. (Mapholi et al., 2017)

Heckendornetal. (2017) reportó que los nematodos gastrointestinales tienen un impacto dramático en la producción de pequeños rumiantes en todo el mundo. Por ejemplo, la resistencia a los productos anthelmínticos están impulsando a la búsqueda de una solución para el control de los parásitos gastrointestinales es por esta razón que decidieron hacer un estudio en cabras sobre heredabilidad y las correlaciones genéticas entre rasgos fenotípicos relacionados con la (NGI) y la producción de leche en dos razas



de cabras lecheras (Alpina y Saanen). Donde se tomaron como muestra 1303 cabras de 20 rebaños, todas estas tenían antecedentes de infección por (NGI), con pastizales infestados por (NGI). Los valores fenotípicos obtenidos fueron modelados multivariadamente usando el animal como un efecto aleatorio con su estructura de covarianza derivada del pedigrí. Las heredabilidades de NGI, fue 0,07, Nuestros datos sugieren una baja heredabilidad de NGI en cabras Saanen y Alpine

Se ha informado que las ovejas Red Maasai son resistentes a la infección por parásitos gastrointestinales. Las ovejas genotipadas demostraron ser más resistentes y sensibles de acuerdo a la distribución fenotípica en un 10%, varios marcadores de polimorfismo de nucleótido único (SNP) conteo de huevos en las heces. Los marcadores superiores fueron 2,17 %, el 3,7 % y el 2,33 % de la variación fenotípica para volumen de células empaquetadas, peso vivo y conteo promedio de huevos fecales, respectivamente, Estos resultados indican que los genes importantes que se sabe que están involucrados en la respuesta inmune del parásito se ubicaron cerca de los marcadores (SNP) significativamente. Estos hallazgos sugieren que la variación genética en múltiples genes implicados en las tres importantes vías de respuesta inmunitaria de señalización de citocinas, hemostasia y biosíntesis de moco probablemente determinen la respuesta del huésped a la infección por parásitos. (Benavides et al., 2015)

También se identificó regiones genómicas subyacentes a la variación genética en ovinos australianos, haciendo un conteo de huevos de helmintos en muestras de heces tomando esta como un rasgo que indica la resistencia del parásito, que fueron fenotipadas con la matriz de polimorfismo de un solo nucleótido ovino de 600 K de alta densidad. Se tomaron como muestras 7539 ovinos expuestas en pastizales infestadas de diversas especies de helmintos y se cogieron las muestras coprológicas de estróngilos, es decir,



Teladorsagia circumcincta , *Haemonchus contortus* y *Trichostrongylus colubriformis*.

(Al Kalaldehy et al., 2019)

En otro estudio también se estimó los efectos de los marcadores genotípicos para determinar valores genómicos en la raza American Angus. Donde los datos estimados se analizaron para derivar valores genómicos directos para 3570 toros genotipados, los toros fueron agrupados en cinco. Las cinco combinaciones de cuatro grupos se usaron para el entrenamiento modelo, con validación cruzada realizada en el grupo que no se usó en el entrenamiento. Se utilizaron modelos animales bivariados para cada rasgo a fin de estimar la correlación genética entre los valores reproductivos estimados sin regresión y los valores genómicos directos. Las precisiones de los valores genómicos directos oscilaron entre 0,22 y 0,69 para los rasgos estudiados, con un promedio de 0,44. Las predicciones fueron más precisas cuando los animales del grupo de validación estaban más estrechamente relacionados con los animales del grupo de entrenamiento. Cuando los conjuntos de entrenamiento y validación se formaron mediante asignación aleatoria, las precisiones de los valores genómicos directos oscilaron entre 0,38 y 0,85, con un promedio de 0,65, lo que refleja la mayor relación entre los animales en entrenamiento y validación. (Saatchi et al., 2011)

Identificaron genomas en ganado bovino donde relacionados estrechamente con la resistencia a parásitos donde se tomaron registros sobre el daño hepático causado por *Fasciola hepática* en mataderos. Generando valores genéticos para el hígado dañado y 3702 animales estaban disponibles, para respuesta inmunitaria a F. hepática se tomó 6388 vacas, para respuesta a anticuerpos a *Ostertagia ostertagi* 8334 y para efectos no genéticos a *Neospora caninum* en 4597 vacas lecheras genotipadas. Se identificaron cinco polimorfismos de un solo nucleótido (SNP) como significativos (valor $q < 0,05$) para la



respuesta de anticuerpos contra *N. caninum* y se ubicaron en *Bos Taurus* 21 o 25. Para la respuesta de anticuerpos contra *F. hepatica* y *O. ostertagi*, seis y nueve regiones de loci de rasgos cuantitativos (QTL) que incluían al menos un (SNP) con un valor de p inferior a 10^{-6} fueron identificados, respectivamente. El análisis de genes reveló una asociación significativa entre anotaciones funcionales relacionadas con el sistema olfativo y QTL que se asociaron con endoparásitos. Se concluye que varias regiones genómicas novedosas se asociaron de manera significativa con rasgos fenotípicos resistentes a endoparásitos a través del genoma bovino y dos regiones genómicas en (BTA)21 y 25 se asociaron con la respuesta de anticuerpos a *N. canino*. (Twomey et al., 2019)

Se utilizaron líneas merinas sometidas a parásitos para estimar parámetros genéticos para el conteo de huevos por gramo de heces (HPG). Usaron 4994 registros de 1997 a 2000 ($p < 0,001$). La heredabilidad para (HPG) transformado logarítmicamente ascendió a $0,09 \pm 0,02$, sin contribución de la varianza ambiental permanente. Las estimaciones de heredabilidad de tres rasgos para el conteo de huevos transformado logarítmicamente ascendieron a $0,07 \pm 0,05$ en otoño, $0,13 \pm 0,05$ en invierno y $0,19 \pm 0,05$ en primavera. Estos resultados sugieren suficiente variación genética en el conteo de huevos para apoyar la selección de menor transformación logarítmica en el conteo de huevos fecales. Estos resultados proporcionan información útil para el desarrollo de estrategias para el mejoramiento genético de la resistencia ovina a nematodos gastrointestinales en condiciones mediterráneas en Sudáfrica mediante el uso de FWEC como rasgo indicador. (Mpetile et al., 2017)

Se evaluaron los factores ambientales y genéticos en el conteo de huevo por gramo de heces (HPG), utilizando datos de ovejas Merino que fueron seleccionadas de manera divergente para el rendimiento reproductivo en Elsenburg Granja de investigación. Los



huevos de nematodos en estas muestras se contaron utilizando la técnica de McMaster, con una sensibilidad de 100 huevos/g de heces. Los carneros mostraron valores medios más altos de (HPG). El conteo de huevos mostró una heredabilidad significativa pero baja, con estimaciones que van desde 0,06 para datos no transformados hasta 0,10 para datos transformados logarítmicamente. En este experimento, los investigadores estudiaron animales que habían estado expuestas al desafío de parásitos en otoño. Por lo tanto, los resultados de este estudio no pueden ser aplicado directamente a una situación en la que se recogieron muestras fecales en otras temporadas. (Mpetile et al., 2016)

En un trabajo de tesis donde el objetivo fue determinar la variación genómica y los mecanismos moleculares de la respuesta del huésped a nematodos gastrointestinales en cabras. Donde se compararon los perfiles transcriptómicos de la mucosa abomasal y los tejidos de los ganglios linfáticos, haciendo que se infecten de forma experimental con *Haemonchus contortus*. Dado los resultados, se ha comparado la dinámica que existe en la respuesta de la mucosa abomasal en dichos animales. Esta respuesta inmunológica se activó por medio de muchas vías donde se incluye la respuesta inmunológica Th1, en distintos momentos de la infección, por otro lado, se mostró una activación de genes temporales paralelamente que están relacionados con Th2 en crías resistentes y crías susceptibles. El trabajo concluye que existen variantes genómicas en cabras criollas resistentes y susceptibles a *H. contortus* que son originarios de datos de secuenciación de ARN suscitados en cuatro momentos de la infección. Los polimorfismos de un solo nucleótido, las inserciones y las deleciones que distinguen a los grupos resistentes y susceptibles se identificaron y caracterizaron mediante análisis funcional. La vía de señalización del receptor de células T fue una de las principales vías significativas que



distinguen al grupo resistente del susceptible con variantes genómicas en el 78% de los genes en esta vía. (Aboshady, 2020)

Se evaluó la segregación fenotípica contra nematodos gastrointestinales en el 2017 haciendo conteo fecal de huevos en 52 cabras lecheras reproductoras en Cuba. Donde los resultados fueron clasificados como: eliminadoras bajas, 42 como intermedias y seis como altas, con promedios de conteo de huevos fecales de 485.9, 14898.2 y 1895.8 en cada grupo, estos datos permitieron identificar la variabilidad fenotípica entre los animales en la susceptibilidad a parásitos intestinales. Es así como se crean bases para el mejoramiento genético mediante la selección en animales resistentes a parásitos gastrointestinales. (Carballo, 2020)

2.2 GENERALIDADES

2.2.1 Camélidos Sudamericanos en Perú

La alpaca (*Vicugna pacos*) es una especie que se considera dentro de la familia Camelidae, suborden Tylopoda y Orden Artiodactyla, que a su vez se subdivide en 2 variedades fenotípicas marcadas: Huacaya y Suri. (Quispe et al., 2009)

El Perú posee el 85% de la población mundial de alpacas, esto se debe a la capacidad de adaptación a las grandes alturas; por consiguiente, producción de lana y carne genera un sustento económico a las familias de las comunidades altoandinas que están establecidas sobre los 4 000 msnm. (CONACS, 2005).



El sector alpaquero ha denominado a la producción de alpacas como una fuente para generar empleo ya que están comprometidas aproximadamente 165 000 familias y por consiguiente muchas actividades dependen de ello directa o indirectamente. (Quispe et al., 2009)

Así mismo el Ministerio de Agricultura y Riego, detalla que “la explotación de camélidos es importante para los productores desde el punto de vista social, económico, ecológico, estratégico y que en los últimos años en otros países se está despertando interés”. (MINAGRI, 2016). Sin embargo, muchos productores se ven afectados por la serie de problemas en los sistemas de crianza, el manejo de ganado, los recursos, costos y los bajos índices reproductivos que esto lleva a la baja rentabilidad. (Carpio, 2017)

Los Camélidos Sudamericanos (CSA) según Linnaeus (1758), manifiesta que son mamíferos herbívoros considerados pseudorumiante que corresponden al Orden Artiodactyla, Familia Camelidae, Tribu lamini nativos de los Andes, que viene viviendo desde hace 10.000 años atrás encontrándose en casi todo el mundo (Sepúlveda, 2011), la tribu Camelini están pobladas en regiones desérticas de Asia y África donde se les conoce como camélidos del Viejo Mundo. La tribu de los Lamini reside en América del Sur a lo largo de la cordillera de los Andes y se les considera como Camélidos Sudamericanos (CSA) o camélidos del Nuevo Mundo. (Jiménez, 2010) bajo estos conceptos se pueden abarcar que, existen cuatro especies de las cuales dos son silvestres, la Vicuña (*Vicugna vicugna*) y el Guanaco (*Lama guanicoe*); y dos domésticas, la Llama (*Lama glama*) y la Alpaca (*Vicugna pacos*) según la FAO en el 2005.

2.2.2 Coccidias

Las coccidias son protozoarios de gran importancia desde el aspecto económico en los animales domésticos. La mayoría de las especies de coccidias se albergan en el intestino y algunas en el hígado y riñones, tiene un ciclo biológico directo y el mecanismo de transmisión se da por contacto con el suelo y alimentos que están contaminados. (Quiroz, 2008).

2.2.3 Etiología

Las eimerias son consideradas protozoos pertenecientes al Phylum apicomplexa. Según Bowman (2011) en camélidos sudamericanos, existe una variedad de eimerias que causan coccidiosis donde las crías son las más propensas. Las especies causantes de la coccidiosis en alpacas y llamas son del género *Eimeria lamae*, *E. macusaniensis*, *E. alpaca*, *E. punoensis* y *E. ivitaensis* (García et al., 2005; Leguía y Casas, 1998).

2.2.4 Clasificación de Eimerias notificadas en camélidos sudamericanos

Tabla 1. Clasificación de Eimerias Reportadas en Camélidos Sudamericanos

Especie	Alpaca	Llama	Guanaco	Vicuña
<i>E. lamae</i>	+	+	-	+
<i>E. alpaca</i>	+	+	+	+
<i>E. macusanienses</i>	+	+	+	+
<i>E. peruviana</i>	-	+	-	-
<i>E. punoensis</i>	+	+	+	+
<i>E. ivitaensis</i>	+	-	-	-

Fuente: Leguía, 1999; Fernández, 1991.



2.2.5 Morfología de un ooquiste (*Eimeria*)

Un ooquiste esporulado de *Eimeria* sale de las heces de los animales infestados, lo cual se ha descrito morfológicamente. Pero hay que considerar que esta no es más que una fase del ciclo del parásito. El ooquiste tiene una forma esférica, ovoide, elipsoidal, subesférica. Su pared está constituida hasta por dos capas limitado por una membrana. (Quiroz, 2008). La capa del ooquiste (Soulsby, 1987). Son por lo general transparente, con un contorno bien marcado, presentando un tapón de micropilo a un extremo que en mayor de los casos es puntiagudo. (Soulsby, 1987). Presenta también cuatro esporoblastos y dentro de cada uno dos esporozoitos. (Quiroz, 2008).

Puede también presentar un granulo polar retráctil, como también un residuo del ooquiste y de los esporoblastos. Estos esporoblastos así mismo pueden presentar en uno de sus extremos como una especie de botón, también llamado cuerpo de Stiedae. (Quiroz, 2008) Los esporozoitos tienen un citoplasma granular y un núcleo central (Soulsby, 1987).

2.2.6 Epidemiología

2.2.6.1 Factores relacionados al parásito

Gerrero et al. (1970) sostienen que los CSA comparten la misma fauna parasitaria logrando que cualquier especie de *Eimeria spp.* perjudique a la alpaca, llama, guanaco o vicuña, pero en caso de la *E. peruviana* que solo afecta a las llamas, se ha demostrado en estudios sobre prevalencia relacionado al manejo de alpacas sustentando que existe especificidad por su hospedador (Pelayo, 1973). También se demostró que las infecciones por *E. lamae* y *E. macusaniensis* se consideran dentro de las más patógenas.



2.2.6.2 Factores relacionados al hospedador

- a) Como se puede analizar las crías de alpacas, son las más vulnerables las infecciones por eimeriosis, habiéndose hallado estudios que demostraron que pueden infestarse a partir de la segunda semana de nacidos y elevando la expulsión de grandes cantidades de ooquistes dentro de ocho semanas (Melo y Hurtado, 1985; Rojas, 1990). Por otro lado, en caso de los adultos se les considera como portadores que irán eliminando los ooquistes juntamente con las heces y contaminando los pastizales (Guerrero y Leguía, 1987). En cuanto la ingesta de ooquistes sean cantidades menores la infección se dará sin manifestar signos clínicos, en cambio; a grandes cantidades de huevos ingeridos puede causar enfermedad e incluso la muerte así sean adultos (Hidalgo y Cordero, 1990).
- b) De acuerdo con lo anterior la coccidiosis es generalmente un problema que afecta a las crías de las alpacas que están hacinados en la crianza extensiva de CSA la infección puede estar causada por los siguientes factores:
- Ubicación de crías susceptibles en ambientes contaminados.
 - En la época de empadre y parición cada año se suele usar los mismos pastizales; por esta razón es que se acumulan progresivamente los ooquistes, y con la adición de letrinas que favorecen el desarrollo y viabilidad de los ooquistes. También al estar sometidos a estrés continuo en la parición lactación y empadre se ocasiona una inmunodepresión y una elevada cantidad de ooquistes que son eliminados al medio ambiente.
 - En la época del destete los pastizales se reducen en cantidad calidad y esto ocasiona un estrés nutricional.



- Los animales que abarcan espacio reducidos al momento de la esquila, dosificación, baños, etc., todo ello favorece a potenciar la contaminación de los pastos (Leguía y Casas, 1999).

2.2.7 Impacto económico

La pérdida económica es importante y está asociada a las agudizaciones provocadas por la enfermedad. Porque interfiere con el consumo y la conversión de alimentos, lo que resulta en un desarrollo en la constitución corporal deficiente y pérdida de la capacidad de producción. (Rodríguez, 2011)

2.2.8 Tratamiento

El tratamiento temprano con sulfonamidas (sulfametazina al 30% o sulfadoxintrimetoprima) durante 2-3 días proporciona efectos satisfactorios inmediatos en animales con diarrea. En casos de deshidratación se puede recurrir a una fluidoterapia. En la mayoría de los casos, la inmunidad se desarrolla rápidamente. Sin embargo, actualmente no existe un tratamiento específico (síntomas o prevención) para la púrpura en la alpaca. De hecho, se está desarrollando un tratamiento profiláctico con toltrazuril.

2.2.9 Control y prevención

Establece mejorar las técnicas de manejo para reducir la enfermedad, y se tiene los siguientes puntos a tomar en cuenta (Leguía, 1999):

- Rotar los campos de parición, empadres y dormideros
- Evitar la sobrepoblación animal
- Limpieza de letrinas y dormideros, lo cual permite disminuir la carga parasitaria.



- La implementación de tratamientos preventivos con coccidicidas presenta dificultad practica de que deben ser suministrados durante por lo menos una semana.

2.2.10 Parámetros Genéticos

2.2.8.1 Variabilidad genética

Melo (2012) consideró que la variación genética se estima como un instrumento significativo para los productores. Si no existiera diferencia entre animales, no afectaría en el apareamiento de las alpacas, la realidad es que, si existe una variación, pero no se percibe las razones y los productores probablemente obtendrían un mejor manejo en cuanto a variación genética; teniendo como meta, optimar los rebaños con las características propicias y sobre todo evitar que las características perjudiciales se manifiesten. La variación genética es derivación del factor ambiental y no todas las características genotípicas son afectadas en la misma medida. Todas las características que muestran una variación son causadas por los factores genéticos y ambientales; de tal forma que, es fácil observar cómo los factores ambientales externos e internos contribuyen a las variaciones en las alpacas y en ellas se puede señalar la nutrición, enfermedades, clima que son factores que influyen en la supervivencia, la ganancia de peso, la calidad de vellón y otros.

La siguiente ecuación nos explica que la variación fenotípica es influenciada por la variación genética y el efecto del medio ambiente.

$$P=G+E$$

Se explica la misma ecuación en términos de varianza

$$V_P = V_G + V_E + 2Cov(G, E) + V_{GE}$$



V_P = varianza fenotípica,

V_G = varianza genotípica

V_E = la varianza ambiental.

$2Cov(G,E)$, y V_{GE} , corresponden a la covarianza genotipo-ambiente y a la varianza debida a la interacción genotipo-ambiente. (Falconer y Mackay, 1996)

2.2.8.2 Componentes de la Varianza genotípica

Vilela (2014) dice que: “se puede subdividir en varianza génica o aditiva (VA), varianza debida a la dominancia (VD) y varianza debida a la epistasis o interacción entre los loci (VI)”.

2.2.8.3 Varianza aditiva

Son los valores que se pueden mejorar, que ayudan a producir el fenotipo en las crías. Su importancia está en determinar el parecido entre hijos y padres; es decir, se encarga de medir tanto las propiedades genéticas observables en los animales y una buena selección. (Falconer y Mackay, 1996: 128). Dicha varianza proporciona el cociente V_A/V_P , que se denomina heredabilidad (H^2), factor muy importante en programas de selección. (Vilela, 2014)

2.2.8.4 Varianza de dominancia

Se refiere a que, entre un par de alelos, uno tiene el carácter dominante. Puede haber dominancia completa, sobredominancia, sin dominancia o codominancia, y finalmente la dominancia incompleta, como lo mencionan Falconer y Mackay (1996) y Cardellino y Rovira (1998). La característica de dominancia es donde al menos dos alelos actúan en un locus, esta característica puede ser cuantificada como varianza; no



obstante, la información que se transmite de padres a hijos son alelos, uno del padre y otro de la madre. Por lo tanto, se llegan a formar nuevas combinaciones de alelos, pero donde no necesariamente el genotipo sea heredable; en otras palabras, la varianza de dominancia no se transmite o hereda de padres a hijos. (Vilela, 2014)

2.2.8.5 Varianza epistática

Es necesario entender el termino epistasis, que es cuando un alelo en un locus afecta o altera el efecto de un alelo en otro locus;vde modo que, se produce una interacción entre alelos de diferentes loci (Simm, 1998).

2.2.8.6 Varianza ambiental

La varianza ambiental (V_E) también se le puede considerar como un error experimental cuando se realiza el estudio de una población de animales tratando de hacerlo en lo más mínimo porque esto podría camuflar a los verdaderos valores genotípicos; ya que, lo que se puede observar y medir son los valores fenotípicos (Cardellino y Rovira, 1987). Según Cardellino y Rivora (1987) subdividen la varianza ambiental en varianza ambiental permanente (VEp) y varianza ambiental temporal (VET).

2.2.8.7 Heredabilidad

La heredabilidad está considerada como una herramienta de medida con la que expresamos la proporción de la varianza total que es resultado de las diferencias que existen en los valores genéticos que determinan el parecido entre parientes. Por otro lado, esta herramienta destaca por ser predictiva ya que el valor fenotípico otorga un dato confiable del valor mejorante. Se dice que los valores fenotípicos de cada individuo son los únicos que se pueden evaluar; sin embargo, el valor mejorante influye sobre la



descendencia. De manera que, para mejorar o modificar las características de una población y tener éxito es teniendo conocimiento de la correspondencia entre valores genéticos y fenotípico; es así como la heredabilidad se encarga de medir la correspondencia que existe entre ambas. (Falconer y Mackay, 2001)

$$h^2 = \frac{V_A}{V_P}$$

Dicho de otra manera según Falconer y Mackay (2001) definen “heredabilidad como el cociente entre la varianza genética aditiva y la varianza fenotípica”.

Velasco concibió un estudio de heredabilidad en una población de alpacas en “La Raya” de IVITA donde se posee un manejo de tipo extensivo, se usó un método de regresión de cría- madre, donde se estableció un valor de heredabilidad de peso al nacimiento y fue de 0.11 ± 0.14 . (1980) y es gracias a esta información que, encontraron heredabilidad para pesos vivo al nacimiento, destete, primera esquila y el peso de vellón a la primera esquila, y fue de 0.53; 0.39; 0.55 y 0.22. (Bravo y Velasco, 1982)

2.2.8.8 Valores genéticos

El valor genético puede variar de cero a uno, de ser cero nada de lo que varía en el carácter es genético y si se seleccionan será ineficaz, si el valor es uno, es que existe una variación ambiental y el valor fenotípico es igual al valor de cría, eso permite una buena selección, la heredabilidad mayor a 0.7 es muy alta en algunos caracteres.

Otro estudio sobre los valores de herencia en una población de alpacas de raza Huacaya del centro experimental “La Raya” realizadas en una campaña entre los años 1986 a 1990, donde se usaron los registros de madres y crías, se estiman los índices



de herencia en peso vivo al nacimiento, al destete y en primera esquila donde los valores fueron 0.24 ± 0.14 , 0.57 ± 0.25 y 0.47 ± 0.36 , y en el índice para peso de vellón fue 0.37 ± 0.25 . (Maquera, 1996)

El objetivo para establecer programas de mejoramiento genético es tener una selección a los mejores ejemplares para obtener una mejor descendencia y que esa población de animales tengan los rasgos fenotípicos y genotípicos de interés; es decir, los valores genéticos aditivos más altos. Los valores genéticos aditivos tomados a partir del fenotipo del individuo no es exacto; ya que, esta influenciado por el medio ambiente. (Suárez et al., 1982

2.2.9 Parámetros Genéticos para enfermedades parasitarias

2.2.9.1 Resistencia Parasitaria

Los animales pueden resistir a la infección por parásitos por medio de dos estrategias; tales como, resistencia y tolerancia. La resistencia es definida por la capacidad de disminuir la probabilidad de infección, disminuir el crecimiento del agente patógeno dentro del huésped y recuperarse de la infección. En cambio, la tolerancia, se define como la habilidad de delimitar el daño ocasionado por la carga parasitaria y así conservar la salud, rendimiento y el estado físico del huésped a medida que se elevan los niveles de infección (Kause, 2011).

La resistencia a la enfermedad es un término que se usa de forma vaga y genérico que comprende tanto la resistencia a la infección como la resistencia a las consecuencias de la infección; en otras palabras, la tolerancia a la enfermedad. En general, la susceptibilidad a las enfermedades parasitarias puede estar relacionada con factores genéticos, ya que hay estudios de variación genética en la resistencia a la infección por



parásitos entre razas (Sayers y Sweeney, 2005) que es una alternativa a la implementación de la variación genética en la resistencia con el objetivo de criar animales resistentes a enfermedades parasitarias. Además, la variación genética en la tolerancia se ha registrado como variación genética en las pendientes de regresión del rendimiento del huésped a lo largo de un gradiente de aumento de la carga de patógenos (Kause, 2011).

De modo que, el buen manejo para la selección de animales va depender de la existencia de la variación genética entre los animales y su capacidad de resistencia o tolerancia a las enfermedades parasitarias e identificación de razas de los animales más resistentes, ya que presentan menor carga parasitaria en comparación de los animales susceptibles, siendo los primeros aptos para la reducción en la contaminación de los pastos y que necesitaran menor número de tratamientos antiparasitarios consecuentemente generando menos costo en antihelmínticos y de servicios veterinarios (Barger, 1989).

2.2.9.2 Marcadores genéticos moleculares

Se les define como “todo y cualquier fenotipo molecular oriundo de la expresión de un gen o estado alélico” (Ferreira y Grattapaglia 1998). Así mismo, se les considera una herramienta que permite conocer la variabilidad genética de una especie. Existen diferentes tipos de marcadores, tales como: morfológicos (rasgos físicos), bioquímicos (isoenzimas) y marcadores de ADN (molecular). Estos últimos, en la actualidad, son ampliamente usados debido a su abundancia y eficiencia (Gonzales 2008).

Para los estudios de diversidad genética existen diferentes metodologías que ayudan a establecer las características de interés dentro de un genoma, como: Los polimorfismos en la longitud de fragmentos amplificados (AFLP), amplificación aleatoria



de ADN polimórfico (RAPD), repeticiones de secuencias simple (SSR), polimorfismo de nucleótido simple (SNP), entre otros (Collard et al. 2005)

La información del genotípico utilizando el enfoque de marcadores genéticos, está dirigido a identificar marcadores de ADN, que no necesariamente son mutaciones causantes de la resistencia en sí, pero pueden estar en desequilibrio de enlace con la mutación causante (Sayers y Sweeney, 2005). A diferencia de la selección clásica, la selección asistida por marcadores se puede utilizar para acelerar la selección con mayor eficiencia, incluso en los casos en que los alelos deseables para el rasgo se encuentran en bajas frecuencias, además de evitar que los animales sean desafiados con parásitos (Bishop, 2012; Zvinorova et al., 2016).

2.2.9.3 Marcadores fenotípicos

Los marcadores fenotípicos para la resistencia a la infección por parásitos que se deben considerar se han clasificado en la siguiente forma: $\frac{3}{4}$ medidas de resistencia: recuento de huevos fecales, carga larvaria, tamaño de larva y fecundidad. $\frac{3}{4}$ de respuesta inmune, considerando: eosinofilia, anticuerpos como IgA, IgG e IgM. Las medidas de impacto de la infección parasitaria, donde se considera: anemia, pepsinógeno o fructosa amina. $\frac{3}{4}$ de medidas de resiliencia, que abarca: tasa de crecimiento, anemia y frecuencia de tratamiento en respuesta a la carga parasitaria, tamaño de larva y fecundidad (Bishop, 2012; Coutinho et al., 2015).



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 DISEÑO

El diseño para esta investigación es de tipo no experimental cuantitativa transversal correlacional- causal.

3.2 POBLACIÓN SOBRE LA QUE SE HA HECHO EL ESTUDIO

La población a la que se decidió estudiar son 992 alpacas de diferentes edades (238 crías, 289 tuis y 465 adultos) de la raza Suri y Huacaya y de diferentes colores. El muestreo fue de carácter no probabilístico por conveniencia, se analizó todas las muestras de heces de los animales.

3.3 ENTORNO

El estudio se realizó en el centro de investigación y producción Quimsachata del Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA Puno, que se encuentra ubicado en el distrito de Santa Lucía y Cabanillas de las provincias de Lampa y San Román de la región Puno; a $15^{\circ}44'00''$ de Latitud Sur y $70^{\circ}41'00''$ de Longitud Oeste, a una altitud promedio de 4,300 m y a 118 km de la ciudad de Puno. La temperatura fluctúa entre 3°C de mayo a julio y 15°C entre septiembre y diciembre; siendo promedio durante el año de aproximadamente 7°C y con una precipitación pluvial anual de 400 a 688.33 mm (Huanca et al., 2007). El análisis coproparasitológico de las muestras se realizó en el laboratorio de parasitología del centro experimental Quimsachara INIA.



3.4 EQUIPOS, MATERIALES Y REGISTROS

3.4.1 Equipos de laboratorio

- Microscopio óptico
- Balanza digital
- Centrifugador
- Cámara fotográfica digital

3.4.2 Material de laboratorio

- Laminas porta objetos
- Laminas cubre objetos
- Pipetas pasteur
- Tubos de ensayo Falcon de 15ml
- Cámaras de Mc master (4 camaras)
- Gradilla
- Embudo colador
- Mortero
- Solución azucarada (solución Sheather) densidad: 1.30
- Contómetro
- Densímetro

3.4.3 Material de campo para muestreo

- Bolsas de polietileno
- Cajas refrigerantes
- Mameluco



- Guantes
- Botas
- Sogas
- Lápiz
- Marcadores permanentes
- Marcador pintura
- Registros

3.5 MÉTODOS

3.5.1 Metodología para la colección de muestras

3.5.1.1 Identificación de los animales

Las alpacas fueron identificadas de acuerdo con el número de arete ya que en ella especifica el año de nacimiento, raza, fecha de nacimiento y sexo, que se obtuvieron de los cuadernos de parición; y se marcaron con pintura con más facilidad

3.5.1.2 Toma de muestra

Se tomaron muestras fecales en horas tempranas de la mañana entre las 5.00 a 8.00 de la mañana, colectando de 4 a 10 gramos de materia fecal en bolsas de polietileno, registrando la fecha de muestreo, número de arete y sexo respectivamente. El muestreo se realizó en crías, tuis y adultos en el mismo lugar. Las muestras fueron trasladadas al laboratorio de parasitología del centro experimental Quimsachata INIA, para realizar el análisis coproparasitológico.



3.5.2 Metodología para el análisis de muestras

3.5.2.1 Método de Mc-Máster modificado

Para determinar la cuantificación de ooquistes por gramo de heces (OPGH) se efectuó a través del método de Mc-Máster modificado

1. En una balanza digital se pesó 2 gramos de heces
2. Se insertó en un mortero para homogenizar con 28mL de solución azucarada (Sheather) completando aun volumen total de 30mL
3. Se tamizó a través de un embudo de malla metálica (40 hilos/ pulgada), en tubos Fálcon
4. Se colectó lo filtrado, agitando y llenando en un tubo fálcon de 15 ml
5. Con una pipeta Pasteur se llenó a la cámara de Mc-Máster
6. Se esperó de 3 a 5 minutos con el propósito de que los ooquistes floten a la superficie de la cámara
7. Se llevó al microscopio, ubicando bien las líneas de las cámaras, se realizó el conteo de los ooquistes que están ubicados en cada recuadro en un enfoque de 10x

3.5.2.2 Método cualitativo de flotación

1. Se pesó 2 gramos de heces con 10 ml de solución flotadora (Shether) con densidad de 1.30
2. Se pasó por un tamiz, colocando un tubo de 15 ml. Completando con más solución hasta formar un menisco convexo en el borde del tubo
3. Se colocó un cubreobjetos sobre el menisco y se dejó reposar durante 20 minutos
4. Se retiró el cubreobjetos y se colocó sobre un portaobjetos para poder observar en el microscopio con objetivos de 5-10x



5. Se interpretó cada lamina como negativa (-), moderada (+), mediana (++) y masiva (+++)

3.5.2.3 Interpretación del conteo de ooquistes por método de Mc-Máster modificado

Si en 30 ml.....2 g/heces

15 ml.....X

$$X= 1 \text{ g}$$

Si en 15 ml.....1g/heces

0.15 ml.....X

$$X= 0.01 \text{ g}$$

- a) Esto significa que:
- 0.15 ml. Representa la centésima parte de 15 ml.
 - 0.01 gr. Representa la centésima parte de 1gr./heces
- d) El factor de corrección para cada área fue de 100

3.6 MÉTODO ESTADÍSTICO

3.6.1 Estimación de los parámetros genéticos

Las covarianzas y heredabilidades para la resistencia a coccidias, fue estimada mediante un modelo animal. La metodología de estimación de los parámetros genéticos fue del tipo no frecuentista basada en el Método Bayesiano, como rasgo umbral utilizando THRGIBBS1F90b de los programas de la familia BLUPF90 (Misztal & Tsuruta, 2015). Esto a razón que no se logró convergencia con los valores transformados de recuento (HPGH) por lo que se usó las categorías de infección (negativo = 0 HPGH, leve = 50 a 200 HPGH, moderado >200 a 800 HPGH, elevada > 800 HPGH). Como efectos fijos se incluyeron la clase animal (Adulto, Tui y cría) y el sexo (Macho y Hembra). Se estableció

una matriz de parentesco, considerando las generaciones, con todos los animales disponibles en la genealogía.

El modelo animal aplicado fue el siguiente:

$$\mathbf{y} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \mathbf{Z}\mathbf{u} + \mathbf{e}$$

Se realizó una estimación REML unicaracter, donde “y” es el vector de observaciones; “ $\boldsymbol{\beta}$ ” es el vector de efectos fijos que incluyó los efectos fijos; “u” es el vector de los efectos genéticos aditivos, “e” es el vector de los residuales, y X, Z son las matrices de incidencia para los efectos fijos y aleatorios.

Los efectos aleatorios se consideraron independientes con una distribución normal de media cero y varianzas: $\text{Var}(\mathbf{u}) = \mathbf{A}\sigma^2$ y $\text{Var}(\mathbf{e}) = \mathbf{I}\sigma^2$, que fueron respectivamente las matrices de varianzas y covarianzas aditivas y residuales, donde A es la matriz numerador de relaciones aditivas, e I la matriz identidad.

3.6.2 Valores genéticos (valores de cría) (VA).

El Valor de Cría es una medida de la mejora que puede lograrse con distintos reproductores: aquel reproductor que tenga un “VA” por encima de la media poblacional va a contribuir con una descendencia superior. El “VA” depende no solo del reproductor sino también de la población que se toma como referencia. Los valores de cría fueron calculados utilizando THRGIBBS1F90b de los programas de la familia BLUPF90 (Misztal & Tsuruta, 2015), con la opción “**solutions**” esta opción nos entregan valores para todos los animales ingresados en el análisis, pero los de mayor importancia y los que fueron interpretados fueron los valores para los reproductores, siendo estos los que traspasan la información genética a la siguiente generación.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 DETERMINAR LOS COMPONENTES DE VARIANZA Y LA HEREDABILIDAD PARA LA RESISTENCIA CONTRA COCCIDIAS EN ALPACAS DEL INIA

El conteo de ooquistes por gramo de heces es importante para realizar estudios epidemiológicos, pero en este caso fue importante para realizar los cálculos de parámetros genéticos para un nuevo carácter con posibilidad de ser incluido en los programas de mejoramiento genético en la crianza de alpacas.

Tabla 2. Distribución de Frecuencias y Recuento de Huevos por Gramo de Heces de Eimerias en Alpacas del Anexo Quimsachata INIA

Clase de parasito	Genero/Especie	Casos	Mín.	Máx.
Adultos (n = 465)	<i>E. macusaniensis</i>	3	100	200
	<i>E. alpaca</i>	51	100	1400
	<i>E. lamae</i>	12	100	1100
	<i>E. punoensis</i>	56	100	1000
	Total		105	100
Tuis (n = 289)	<i>E. macusaniensis</i>	2	100	600
	<i>E. alpaca</i>	49	100	700
	<i>E. lamae</i>	12	100	300
	<i>E. punoensis</i>	37	100	10000
	Total		81	100
Crías (n = 238)	<i>E. macusaniensis</i>	89	100	18500
	<i>E. alpaca</i>	137	100	68900
	<i>E. lamae</i>	126	100	58000
	<i>E. punoensis</i>	134	100	36900
	Total		194	100

Nota. E=Eimeria. n= número de animales. OPG= ooquistes por gramo de heces para eimerias en alpacas adultas Tuis y crías.



En la tabla 2 se estimó la clasificación por edades (adultos, tuis y crías) y el número de casos por especies de eimerias (*Eimeria macusaniensis*, *E. alpaca*, *E. lamae* y *E. punoensis*). De 996 muestras fecales que se tomaron, 380 muestras fueron positivas a eimerias. En el grupo de adultos se observa un total de 105 casos positivos de entre 100 a 3500 OPG. La especie con número de casos más alto en adultos es *E. punoensis* con 56 casos entre 100 a 1000 OPG, y el más bajo en *E. macusaniensis* con 3 casos entre 100 a 300 OPG. En el grupo de tuis se observa 81 número de casos positivos entre 100 hasta 10000 OPG, del cual la especie más alta observada es *E. alpaca* con 49 casos entre 100 a 700 OPG, y la especie con número de casos más bajo viene a ser *E. macusaniensis* con 2 casos entre 100 a 600 OPG. Y en el grupo de las crías se observa también buen número de casos, se puede ver que es el grupo con más alto valor de casos positivos, donde la especie *E. alpaca* es el mayor con 194 casos entre 100 a 125200 OPG dentro de este grupo y el más bajo con la especie *E. punoensis* entre 100 a 18500 OPG.

Los datos obtenidos con respecto a las edades en las alpacas, las crías son las más vulnerables y expuestas a infecciones por coccidias como se sustenta en un estudio sobre prevalencia de *Eimeria spp* realizada por (Camareno et al., 2016) que se efectuó en dos comunidades del distrito de Macusani en la región Puno, en la época de seca colectando 1319 muestras fecales de alpacas Huacaya (5 meses a <1 año, 1-3 años, >3 años), siendo 598 de la comunidad Hatun Phinaya y 721 de la comunidad Queracucho, entre agosto y octubre de 2010. Se halló una alta prevalencia de eimerias ($52.4 \pm 2.7\%$). El análisis de riesgo mediante regresión logística múltiple demostró que las alpacas de 5 meses a <1 año y aquellas de 1 a 3 años tuvieron 13.2 y 2.4 veces, respectivamente, más riesgo de infección que las >3 años.

La carga parasitaria estimada por especies de eimerias, la especie *E. lamae* en las crías con 58000 (HPG), demostrando que es el rango más alto, se asemeja con el trabajo



de (Gomez et al., 2021), donde estudió la relación que tiene la infestación de Eimerias con el complejo diarreico neonatal en las crías de alpacas, que se realizó en la comunidad de Quenamari del distrito de Marangani, Cusco, donde tomaron muestras coprológicas de 78 crías aparentemente sanas para evaluar así la prevalencia, carga parasitaria e identificar las diversas especies de Eimerias, dando como resultado 68 casos positivos de las 78 (87,18%). Se identificó *E. lamae* en 67 (85,90%), *E. punoensis* en 49 (62,82%), *E. alpaca* en 42 (53,85%), *E. macusaniensis* en 32 (41,03%) y *E. ivitaensis* en cuatro (5,13%). Dentro del grupo de las crías parasitadas, se halló un promedio de carga parasitaria de 43.920 ooquistes por gramo de heces (HPG) *Eimeria lamae* tuvo la mayor carga parasitológica (promedio 206.600 HPG).

Con respecto a la prevalencia, los porcentajes más altos se presentaron en cría, donde la especie de *Eimeria alpaca* presenta en un 76.52% siendo el más alto, y podemos comparar con otro trabajo donde se evaluó la prevalencia de Eimerias spp. e identificaron los factores que predisponen a la infección en alpacas, donde se presentó 96% de prevalencia, siendo *E. lamae* (91%), *E. alpaca* (87%) y *E. punoensis* (78%); *E. macusaniensis* (35%) y *E. ivitaensis* (13%) fueron menos comunes. (Díaz et al., 2016). Por consiguiente, podemos sustentar que nuestros valores están cerca a los porcentajes estimados por Díaz *et al.* (2016)

Por otro lado, se evaluó la carga parasitaria y su interacción de madre a cría, en el cual se halló que las especies de *Eimeria ssp* se encontraban en los valores más altos en madres, crías de alpacas y llamas con 879, 11 716 y 3593 OPG, y que el efecto es significativo ante la carga parasitaria entre madre hacia su cría con valor desde 90,15% al 100% de relación (Mamani, 2012)

Por último, para este primer resultado, dentro del grupo de tuis, estimamos el más alto valor de 68900 OPG en la especie de *Eimeria alpaca*, y el grupo de crías con 58000 OPG en la especie *Eimeria lamae*, siendo estos dos valores más altos estimados, podemos hacer semejanza con los datos de otro trabajo, donde muestrearon 478 muestras fecales en crías de alpacas en la Estación experimental de La Raya en el 2008, donde determinaron prevalencia y factores de riesgo en eimerias en crías de alpacas, donde 87.45% fueron positivas a *Eimeria spp.* El 50% de 24 muestras de crías menores a 30 días, fueron positivas (3825 OPGH), el 93% de 82 muestras de las edades entre 31-45 días (8700 OPGH), 85% de 144 en las edades de 46-60 (5900 OPG), 94% de 183 muestras de 61-75 días (3750 OPG) y el 80% de 45 muestras de 76-90 (1750 OPG). (Rodríguez et al., 2012), estas altas prevalencias pueden estar influenciadas por la susceptibilidad de las crías como lo indican (Melo y Hurtado, 1985; Rojas, 1990) y por otro lado se considera que los adultos son portadores, ya que contaminan los pastizales con ooquistes. (Guerrero y Leguía, 1987).

Con la información antes elaborada en la tabla 2, se estimaron los componentes de varianza y la heredabilidad para la resistencia contra coccidias en alpacas del INIA, las mismas que se observan en la siguiente tabla.

Tabla 3. Componentes de Varianza Fenotípica, Genético Adictiva y Residual, Heredabilidad para la Resistencia a Eimerias en el Anexo Quimsachata INIA

Eimeria	Varianzas		h^2	Límites de confianza (95%)	
	σ_a^2	σ_e^2		LI	LS
<i>E. macusaniensis</i>	1,283	1,009	0,41	0,025	0,815
<i>E. alpaca</i>	0,696	1,012	0,32	0,041	0,666
<i>E. lamae</i>	0,214	1,012	0,16	0,061	0,386
<i>E. punoensis</i>	0,489	1,016	0,27	0,022	0,567
TOTAL	0,671	1,012	0,29	0,037	0,609



Nota. E=Eimeria. σ_a^2 =Varianza aditiva. σ_e^2 =Varianza residual. h^2 =Heredabilidad, LI=Límite inferior. LS=Límite superior.

En la Tabla 3 se observa los componentes de varianza fenotípica, genético aditiva y residual, como también heredabilidad en adultos, tuis y crías respectivamente. Donde se puede observar que en la especie E. macusaniensis se obtuvo el componente varianza genético-aditiva (σ_a^2) de 1,283 y una varianza residual (σ_e^2) de 1,009; mostrando una heredabilidad (h^2) de 0.41. Para la especie de E. alpacae la (σ_a^2) es de 0,696 y (σ_e^2) de 1,012; con una (h^2) de 0.32. En el caso de E. lamae la (σ_a^2) fue de 0.214; y la (σ_e^2) 1,012 con una heredabilidad (h^2) de 0,16. Y por último para E. punoensis una (σ_a^2) de 0,489; y (σ_e^2) de 1,016, observando una heredabilidad de 0,27. Al realizar la acumulación de los casos positivos se estimó los componentes de varianza y fueron de 0,671 para (σ_a^2) y 1.012 para (σ_e^2), obteniendo una heredabilidad (h^2) de 0,29.

Los datos registrados sobre componentes de varianza fenotípica, genético aditiva y residual, como también heredabilidad, son superiores a los datos que se realizaron en Nueva Zelanda sobre resistencia a enfermedades en otras especies que muestran valores bajos, donde reportaron heredabilidades bajas para el conteo de huevos fecales (FEC) de nematodos gastrointestinales que fue de 0.05 a 0.06 ± 0.04 y en el conteo de larvas fecales del gusano pulmonar bovino Dictyocaulus viviparus fue de 0.05 ± 0.04 , pero moderado para conteo de huevos fecales para trematodos fue de $0,33 \pm 0,06$ (May et al.,2017). Siendo estos últimos Similares a lo reportado en el presente trabajo para E. alpacae y macusaniensis.

Además, en bovinos Nellore, los autores sustentan una heredabilidad moderada entre 0,06 y 0,30, 0,06 a 0,33 y 0,04 a 0,33 para resistencia a garrapatas, nematodos gastrointestinales y Eimeria spp. que se realizó en Brazil (Passafaro et al., 2015) Estos



datos se comparan con los datos estimados en este proyecto; sin embargo, superan estos parámetros hasta 0.43 en caso de *E. macusaniensis*.

En otra investigación se estimaron caracteres de resistencia a garrapatas entre ellas *Amblyomma hebraeum*, *Rhipicephalus evertsi evertsi*, *Rhipicephalus decoleratus* y *microplus*, *Rhipicephalus appendiculatus*, *Rhipicephalus simus* y *Hyalomma marginatum*, y reportaron valores de heredabilidad que oscilan entre 0 a 0.89; es decir; cerca al 90% de variación explicada por el componente genético aditivo indicando un valor muy alto en comparación con los datos obtenidos en el presente trabajo. (Mapholi et al., 2017)

De igual manera en Sudáfrica estudiaron factores ambientales y genéticos que afectan el recuento de huevos de gusanos en heces en merinos divergentemente seleccionados para la reproducción y se halló datos para el recuento de HPG mostró una heredabilidad significativa pero baja, con estimaciones que van desde 0,06 hasta 0,10; lo que indica que la selección al recuento de HPG baja; podría ser lenta. No hubo vigor híbrido y evidencia convincente de cambio genético en el recuento de HPG transformado logarítmicamente en ninguna de las líneas, lo que indica una correlación genética insignificante entre el recuento de HPG y la reproducción, los animales estaban expuestos al desafío de parásitos en la época de otoño. (Mpetile et al., 2017)

La estimación del promedio h^2 de las especies de *Eimeria* con 0.17 o 17% hereditariamente baja, puede tener relación con datos de otra investigación (Aguerre et al.2018) donde estimaron parámetros genéticos para la resistencia a parásitos en ovinos, donde la heredabilidad fue de 0.35 para el grupo que fue infectado de forma artificial y 0.18 para los que fueron de forma natural; es decir, ellos indican de que la variabilidad genética no está influenciada por el estado físico de los animales, y que el 50% de las

crías nacidas en cada rebaño es más resistente, mientras los otros más susceptibles a las infecciones por parásitos.

4.2 DETERMINAR LOS VALORES GENÉTICOS PARA LA RESISTENCIA CONTRA COCCIDIAS EN LAS ALPACAS REPRODUCTORAS DEL INIA.

Uno de los aspectos más importantes en el mejoramiento genético es poder seleccionar animales desde un enfoque genético mas no de un enfoque fenotípico, de esta manera la importancia de calcular valores de cría o valores reproductivos es primordial, para así tener el valor de mejora que tendrá un reproductor en la futura generación, este aspecto es descrito y discutido en este objetivo específico.

Tabla 4. Valores Genéticos para la Resistencia a Parásitos Gastrointestinales de los Reproductores.

N°	Mínimos	Máximos
1	-0,215	0,524
2	-0,188	0,497
3	-0,187	0,487
4	-0,182	0,482
5	-0,145	0,478
6	-0,145	0,474
7	-0,144	0,474
8	-0,142	0,461
9	-0,142	0,455
10	-0,139	0,455

En la Tabla 4 se observa que se encontraron animales con valores genéticos para animales utilizando el modelo donde se incluye todas las especies de parásitos los mismos que están ordenados de mayor a menor, donde un animal que muestra un valor de -0,053



significa que este reproductor disminuye la posibilidad de tener eimerias en comparación al animal con un valor de 0,085 el mismo que nos indica que este aumentara la probabilidad de contraer enfermedades parasitarias en la siguiente generación. De la misma manera se reportaron también otros animales con valores negativos y otros con valores positivos, para este cuadro se seleccionaron 10 animales con los valores mas bajos y 10 animales con los valores más altos, es importante indicar que estos valores tienen una baja precisión por los mismos intervalos de confianza que tiene la heredabilidad siendo uno de los primeros trabajos que estima este tipo de valores en alpacas.

El fenotipo no es buen predictor del genotipo, por lo mismo que no podemos atribuir a una alpaca con carga parasitaria de cero como una alpaca resistente, pero al realizar la estimación de los valores genéticos o valores de cría, si podemos tener seguridad de contar con animales mejoradores que transmitan los genes de resistencia a la siguiente generación.

Una investigación señala valores genéticos en ganado vacuno, se asemeja con los datos de este proyecto, en donde tomaron 3570 toros genotipados, se precisaron los valores genómicos directos que oscilaron entre 0,22 y 0,69 para los rasgos estudiados, con un promedio de 0,44 (Saatchi et al., 2011)

Algunos investigadores hallaron animales con baja carga parasitaria y que se puede considerar como una característica fenotípica que podríamos seleccionar para mejorar la población de camélidos; así como se menciona en el trabajo de Carballo et al. (2020) donde evalúan la varianza fenotípica en 52 cabras y los datos que estiman son en tres grupos de acuerdo con la carga parasitaria: eliminadoras bajas, intermedios y altos, donde el promedio fue de 485,9; 1 498,2 y 1 895,8 en cada grupo. Así que, podemos tomar esto como una referencia de la importancia de la característica de que la carga



parasitaria puede ser alta y baja; es decir, los animales con carga parasitaria baja resultan ser beneficiosas en el momento de la selección.

El valor máximo de $-0,215$ nos indica que este reproductor transmite menos probabilidad de susceptibilidad a las coccidias y así se acumula mayores resistentes a estos parásitos además que estos puedan tener una mejor expresión de genes involucrados con el sistema inmunitario como lo demuestran algunos trabajos donde encontraron varios marcadores de polimorfismo de nucleótido único (SNP) involucrados en la resistencia contra parásitos (Benavides et al., 2015). En el anterior trabajo los investigadores indican que las ovejas Red Massai mostraron resistencia a parásitos gastrointestinales, y se mostró 10% de distribución genotípica. Donde además plantean que la variabilidad genética es el efecto de la vía de respuesta inmunitaria ligada al efecto de las citocinas, hemostasia y biosíntesis de moco como efecto protector contra los parásitos gastrointestinales.

La importancia de usar herramientas genómicas para la mejorar la estimación de parámetros genéticos está cobrando mucha importancia en los últimos años además que muchas de estas variantes están distribuidas a través de todo el genoma. Saatchi et al. (2011) lograron encontrar genes involucrados en la resistencia a parásitos donde comprobaron que un 78% de los genes involucrados en la vía de señalización del receptor de células T tiene más de una variante genómica en animales resistentes, y no animales susceptibles. Se dice que es muy probable que las variantes genómicas podrían ser la clave para la diferencia en las células T que son activadas en el mecanismo de defensa ante los parásitos en un hospedador tanto susceptibles como resistentes. Por otro lado, en otro documento Benavides et al. (2015) se sustenta resultados indicando que los genes más importantes involucrados en la respuesta inmunológica respuesta inmune del parásito se ubicaron cerca de los marcadores (SNP) significativamente.



Muchos trabajos se realizaron para asociar genes que puedan estar involucrados en la respuesta a la resistencia genética a parásitos gastrointestinales y es importante mencionarlos es así como Kemper *et al.* (2012), que señala que los múltiples genes para la resistencia fueron sustituidos por el polimorfismo de nucleótido único (SNP) ya que poseen un alto rendimiento y un método más económico. Por lo tanto, los autores sugirieron que haya cientos o miles de variantes genéticas que contribuya a la resistencia a nematodos gastrointestinales en ovinos (Kemper *et al.*, 2012). Este estudio se puede relacionar con los valores de esta investigación; ya que, se estimó -0.42 o 42% de susceptibilidad siendo un dato moderado y podríamos considerar el estudio de Kemper *et al.* (2012) para poder implementar dicha técnica de los (SNP)

Es importante precisar que existe muy poca información sobre estas características en especies domésticas y menos en camélidos, además pocos trabajos donde comparan o estiman valores genéticos para características de resistencia a enfermedades o parásitos, pero sabemos que la utilidad de estos es de suma importancia para seleccionar animales en cada generación y ser utilizados como reproductores, además de la formación de índices de selección, como lo hacen el centros de crianzas en la región Puno, en muchas especies se usa información molecular para estimar valores genéticos teniendo así mejores precisiones y así mejorar el progreso genético.

Complementando estos estudios Aboshady (2020) abordó temas sobre los valores genómicos y los mecanismos de respuesta inmunológica o de defensa ante la infestación de larvas de *Haemonchus contortus* en cabras criollas, donde se comparó la dinámica de respuesta inmunológica en la mucosa abomasal, donde se activa a través de muchas vías, incluida la respuesta de Th1, en momento después de la infección. determinaron variantes genómicas en las cabras criollas resistente y susceptibles y se destaca que; la vía de señalización de receptores de las células T fue una de las principales vías que se



distinguen entre resistente y susceptibles con una variación genómica de 78% de todos los genes identificados (Aboshady, 2020). Por consiguiente, este trabajo, se puede relacionar con los resultados de valores genéticos estimados en la Tabla 3, que valores negativos indican que se disminuye la probabilidad de ser susceptible a las coccidias; de lo contrario, a mayores valores, hay más probabilidad de ser susceptibles.



V. CONCLUSIONES

- Los valores de los componentes de varianza y la heredabilidad general a la resistencia a coccidias en alpacas del Centro Experimental Quimsachata INIA fue de 0.29 la cual se considera como un valor moderado, aunque con límites de confianza elevados, pero es posible incluir este nuevo rasgo en programas de mejoramiento genético mediante el enfoque de selección genómica.
- Se estimó que existen animales con valores genéticos que son favorables para la resistencia contra coccidias en las alpacas reproductores del Centro Experimental Quimsachata INIA, así como animales que no tienen valores genéticos favorables teniendo valores entre 0.524 a -0.215.



VI. RECOMENDACIONES

- Realizar estudios sobre variabilidad genética en diferentes épocas, tales como: época de lluvia y época seca.
- Incrementar el registro de animales muestreados.
- Incluir información molecular para estimar valores genómicos y mejorar la precisión de las estimaciones
- Realizar estudios de variabilidad genética para la resistencia a otros parásitos gastrointestinales y para otras enfermedades.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aboshady, H. (2020). *Genomic variation and molecular mechanisms of the host response to gastrointestinal nematodes in small ruminants* [Swedish University of Agricultural Sciences]. <http://pub.epsilon.slu.se/>
- Aguerre, S., Jacquet, P., Brodier, H., Bournazel, J. P., Grisez, C., Prévot, F., Michot, L., Fidelle, F., Astruc, J. M., & Moreno, C. R. (2018). Resistance to gastrointestinal nematodes in dairy sheep: Genetic variability and relevance of artificial infection of nucleus rams to select for resistant ewes on farms. *Veterinary Parasitology*, 256, 16-23. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2018.04.004>
- Al Kalalkeh, M., Gibson, J., Duijvesteijn, N., Daetwyler, H. D., MacLeod, I., Moghaddar, N., Lee, S. H., & van der Werf, J. H. J. (2019). Using imputed whole-genome sequence data to improve the accuracy of genomic prediction for parasite resistance in Australian sheep. *Genetics Selection Evolution*, 51(1), 32. <https://doi.org/10.1186/s12711-019-0476-4>
- Al Kalalkeh, M., Gibson, J., Lee, S. H., Gondro, C., & van der Werf, J. H. J. (2019). Detection of genomic regions underlying resistance to gastrointestinal parasites in Australian sheep. *Genetics Selection Evolution*, 51(1), 37. <https://doi.org/10.1186/s12711-019-0479-1>
- Ameghino, E., & DeMartini, J. (1991). *Mortalidad en crías de alpacas*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Centro de Investigación Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales y de Altura.
- Balmus, G., Trifonov, V., Biltueva, L., O'Brien, P., Alkalaeva, E. S., Fu, B., Skidmore, J. A., Allen, T., Graphodatsky, A., Yang, F., & Ferguson-Smith, M. (2007). Cross-



- species chromosome painting among camel, cattle, pig and human: Further insights into the putative Cetartiodactyla ancestral karyotype. *Chromosome Research*. <https://doi.org/10.1007/s10577-007-1154-x>
- Bell, A., McNally, J., Smith, D. V., Rahman, A., Hunt, P., Kotze, A. C., Dominik, S., & Ingham, A. (2019). Quantification of differences in resistance to gastrointestinal nematode infections in sheep using a multivariate blood parameter. *Veterinary Parasitology*, 270, 31-39. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2019.05.007>
- Beltrán Saavedra, L. F., Gonzáles Acuña, D., Nallar Gutiérrez, R., & Ticona Challco, H. (2014). *Estudio coproparasitario y ectoparasitario en alpacas (Vicugna pacos Linnaeus, 1758) de Apolobamba, con nuevos registros de Phth.* http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:i8qWBa8eSCEJ:www.scielo.org.bo/pdf/jsaas/v1n2/v1n2_a01.pdf+&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=pe
- Benavides, M. V., Sonstegard, T. S., Kemp, S., Mugambi, J. M., Gibson, J. P., Baker, R. L., Hanotte, O., Marshall, K., & Van Tassell, C. (2015). Identification of Novel Loci Associated with Gastrointestinal Parasite Resistance in a Red Maasai x Dorper Backcross Population. *PLOS ONE*, 10(4), e0122797. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0122797>
- Berardino, D. D., Nicodemo, D., Coppola, G., King, A., Ramunno, L., Cosenza, G., Iannuzzi, L., Meo, G. D. D., Balmus, G., & Rubes, J. (2006). Cytogenetic characterization of alpaca (*Lama pacos*, fam. Camelidae) prometaphase chromosomes. *undefined*. [https://www.semanticscholar.org/paper/Cytogenetic-characterization-of-alpaca-\(Lama-pacos%2C-Berardino-Nicodemo/bd7581f077db37a68327c9b7266ffc3caf71bf0e](https://www.semanticscholar.org/paper/Cytogenetic-characterization-of-alpaca-(Lama-pacos%2C-Berardino-Nicodemo/bd7581f077db37a68327c9b7266ffc3caf71bf0e)



- Bianchi, N., Larramendy, M., Bianchi, M., & Cortés, L. (1986). Karyological conservatism in South American camelids. *Experientia*.
<https://doi.org/10.1007/BF01955563>
- Camacho, L. A. C. (2017). *Parámetros genéticos de caracteres funcionales y secundarios en alpacas* [Http://purl.org/dc/dcmitype/Text, Universidad Complutense de Madrid]. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=129537>
- Camareno H., E., Chávez V., A., Pinedo V., R., & Leyva V., V. (2016). Prevalencia de Eimeria spp en Alpacas de Dos Comunidades del Distrito de Macusani, Puno, Perú. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 27(3), 573.
<https://doi.org/10.15381/rivep.v27i3.11990>
- Carballo-Silverio, L. de la C., Arece-García, J., López-Leyva, Y., & Luck-Montero, R. (2020). Variación en la resistencia fenotípica a parásitos gastrointestinales en un rebaño de cabras. *Pastos y Forrajes*, 43(1), 50-55.
- Cardellino, R., & Rovira, J. (1987). *Mejoramiento genético animal* (1er ed.). Editorial Agropecuaria Hemisferio Sur. S.R.L.
- Carmen, M., Pinto, C., & Cid, M. (2010). *Camélidos Sudamericanos: Estado sanitario de sus crías*
<https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:05Fu6ZHKy0sJ:https://revistas.ucm.es/index.php/RCCV/article/download/RCCV1010120037A/22352/0+&cd=19&hl=es&ct=clnk&gl=pe>
- Carrera, I., Chávez, J., & Meza, E. (2015). Parámetros Genéticos e Índices de Selección para Corderos y Borregas Hampshire bajo Crianza Intensiva en un Rebaño de la Costa Central del Perú. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 26(1), 66.
<https://doi.org/10.15381/rivep.v26i1.10908>



- Díaz, P., Panadero, R., López, R., Cordero, A., Pérez-Creo, A., López, C. M., Fernández, G., Díez-Baños, P., & Morrondo, P. (2016). Prevalence and risk factors associated to *Eimeria* spp. Infection in unweaned alpacas (*Vicugna pacos*) from Southern Peru. *Acta Parasitologica*, 61(1), 74-78. <https://doi.org/10.1515/ap-2016-0008>
- Estrada, N., & Henríquez, B. (2006). *Parámetros y evaluación genética preliminar de hembras de un hato criollo reyna en el trópico seco, Rivas, Nicaragua*. Universidad Nacional Agraria UNA.
- Falconer, D. S., & Mackay, T. F. C. (2001). *Introducción a la Genética Cuantitativa* (4ta Edición). Acribia, S.A.
- FAO. (2004). *Resistencia a los antiparasitarios: Estado actual con énfasis en América Latina*. Dirección de Producción y Sanidad Animal; No. 157, Roma; 52 pags.
- Farías Batista, L., Ramos, L. F., Brito, S., de Olivera Castro, A. L., Antunes, C. R., & dos Santos Oliveira, L. L. (2017). *Resistência anti-helmíntica em nematoides gastrintestinais de ovinos*. <https://www.semanticscholar.org/paper/Resist%C3%A2ncia-anti-helm%C3%A2ntica-em-nematoides-de-ovinos-Batista-Ramos/ce686a900526e84e34ba549d5edc7319ab36eebc>
- Fellows, E., Kutzler, M., Avila, F., Das, P. J., & Raudsepp, T. (2014). Ovarian Dysgenesis in an Alpaca with a Minute Chromosome 36. *Journal of Heredity*, 105(6), 964-968. <https://doi.org/10.1093/jhered/ess069>
- Gallegos D. 1994. Parasitismo gastrointestinal en crías de alpacas. Tesis de Médico Veterinario. Lima: Facultad de Medicina Veterinaria, Univ Nacional Mayor de San Marcos. 37 p.



- Gavora, & Lloyd, J. (1983). Breeding for immune responsiveness and disease resistance1. *Animal Blood Groups and Biochemical Genetics*, 14(2), 159-180.
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2052.1983.tb01070.x>
- Gomez, L. A., Carrasco, J., Robles, K., Vargas-Calla, A., Cribillero, N. G., Arroyo, G., Castillo, H., Lopez-Urbina, M. T., & Gonzalez, A. E. (2021). Coccidiosis in clinically asymptomatic alpaca (*Vicugna pacos*) crias from the Peruvian Andes. *Parasitology International*, 85, 102438.
<https://doi.org/10.1016/j.parint.2021.102438>
- Guerrero C, Alva J, Bazalar H, Tabacci L. 1970a. Infección experimental de alpacas con *Eimeria lamae*. Bol Ext IVITA, Perú 4: 79-83.
- Guerrero C, Alva J, Leguía G, Bazalar H. 1970b. Prevalencia de coccidias (Protozoa: Eimeriidae) en alpacas (*Lama pacos*). Bol Ext IVITA 4: 84-90.
- Guerrero, C., Alva, J., Bazalar, H., & Tabacci, L. (1970). *Infección experimental de alpacas con Eimeria lamae*.
- Heckendorn, F., Bieber, A., Werne, S., Saratsis, A., Maurer, V., & Stricker, C. (2017). The genetic basis for the selection of dairy goats with enhanced resistance to gastrointestinal nematodes. *Parasite*, 24, 32.
<https://doi.org/10.1051/parasite/2017033>
- Hou, Y., Liu, G. E., Bickhart, D. M., Matukumalli, L. K., Li, C., Song, J., Gasbarre, L. C., Van Tassell, C. P., & Sonstegard, T. S. (2012). Genomic regions showing copy number variations associate with resistance or susceptibility to gastrointestinal nematodes in Angus cattle. *Functional & Integrative Genomics*, 12(1), 81-92.
<https://doi.org/10.1007/s10142-011-0252-1>



- Hsu, T. C., & Benirschke, K. (1967). *Un atlas de cromosomas de mamíferos: Vol. Vol. 1.* Springer. <https://wellcomecollection.org/works/f3zprnhc>
- Jiménez, C. E. P., Espada, C. M., & Vázquez, M. D. C. (2010). Camélidos Sudamericanos: Estado sanitario de sus crías. *Revista Complutense de Ciencias Veterinarias*, 4(1), 37-50.
- Leguía, G., & Casas A., E. (1970). *Eimeria ivitaensis n. Sp (Protozoa:Eimeriidae) en alpacas (Lama pacos).* https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:9C9scYwoTGYJ:https://sisbib.unmsm.edu.pe/BVRevistas/parasitologia/v13_n1/pdf/a01v13n1.pdf+&cd=2&hl=es&ct=clnk&gl=pe
- Leguía, P. G., & Casas, E. (1999). Enfermedades parasitarias y atlas parasitologico de camélidos sudamericanos. *undefined.* <https://www.semanticscholar.org/paper/Parasitological-survey-to-address-major-risk-in-Frezzato-Stelletta/5eb2bd2dc8e8266036663f199a6d1e6a0780f5bc>
- Mamani, J. E. (2013). *Evaluación de la Carga Parasitaria y su Interacción Madre-Cría, Desde el Nacimiento al Destete, en Alpacas (Vicugna pacos) y Llamas (Lama glama) en Cicas La Raya, Cusco | Semantic Scholar.* <https://www.semanticscholar.org/paper/Evaluaci%C3%B3n-de-la-Carga-Parasitaria-y-su-Interacci%C3%B3n-Fern%C3%A1ndez-Erick/8c7971996fd29f75e3600293a6615ef700daeabd>
- Mamani, J., Condemayta Condemayta, Z., & Calle Charaja, L. (2009). *Causas de mortalidad de alpacas en tres principales centros de producción ubicados en puna seca y humeda del departame.*



https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:_0mEQpEBx9AJ:https://www.redalyc.org/pdf/636/63617143002.pdf+&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=pe

Mapholi, N. O., Maiwashe, A., Matika, O., Riggio, V., Banga, C., MacNeil, M. D., Muchenje, V., Nephawe, K., & Dzama, K. (2017). Genetic parameters for tick counts across months for different tick species and anatomical locations in South African Nguni cattle. *Tropical Animal Health and Production*, 49(6), 1201-1210. <https://doi.org/10.1007/s11250-017-1336-2>

Mason, M., Gutiérrez, G., Puicón, V., & Zárate, D. (2016). Helminthiasis y Eimeriosis Gastrointestinal en Alpacas Criadas al Pastoreo en Dos Granjas Comunales de la Región Pasco, Perú, y su Relación con el Peso y Condición Corporal. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 27(4), 805-812. <https://doi.org/10.15381/rivep.v27i4.12566>

Misztal, I. & Tsuruta, S. Manual for BLUPF90 Family of Programs, (2015).

May, K., Brügemann, K., Yin, T., Scheper, C., Strube, C., & König, S. (2017). Genetic line comparisons and genetic parameters for endoparasite infections and test-day milk production traits. *Journal of Dairy Science*, 100(9), 7330-7344. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-12901>

May, K., Scheper, C., Brügemann, K., Yin, T., Strube, C., Korcuć, P., Brockmann, G. A., & König, S. (2019). Genome-wide associations and functional gene analyses for endoparasite resistance in an endangered population of native German Black Pied cattle. *BMC Genomics*, 20(1), 277. <https://doi.org/10.1186/s12864-019-5659-4>

Moreno, P. G., Schroeder, N. M., Taraborelli, P. A., Gregorio, P., Carmanchahi, P. D., & Beldomenico, P. M. (2015). La comunidad de parásitos gastrointestinales de



- guanacos silvestres (*Lama guanicoe*) de la reserva provincial La Payunia, Mendoza, Argentina. *Mastozoología neotropical*, 22(1), 63-71.
- Morón Barraza, J. A., Yalta, C., Gutiérrez, G., & Veli, E. (2020). Diversidad genética en ovinos (*Ovis aries*) Asblack de Lima, Perú, utilizando marcadores microsatélites. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 30(4), 1552-1561. <https://doi.org/10.15381/rivep.v30i4.14733>
- Mpetile, Z., Cloete, S., Kruger, A., & Dzama, K. (2016). Environmental and genetic factors affecting faecal worm egg counts in Merinos divergently selected for reproduction. *South African Journal of Animal Science*, 45(5), 510. <https://doi.org/10.4314/sajas.v45i5.8>
- Mpetile, Z., Dzama, K., & Cloete, S. W. P. (2017). Genetic variation in and relationships among faecal worm eggs recorded in different seasons of the year at the Tygerhoek farm in South Africa. *Journal of the South African Veterinary Association*, 88. <https://doi.org/10.4102/jsava.v88i0.1484>
- Passafaro, T. L., Carrera, J. P. B., Santos, L. L. dos, Raidan, F. S. S., Santos, D. C. C. dos, Cardoso, E. P., Leite, R. C., & Toral, F. L. B. (2015). Genetic analysis of resistance to ticks, gastrointestinal nematodes and *Eimeria* spp. in Nellore cattle. *Veterinary Parasitology*, 210(3-4), 224-234. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2015.03.017>
- Pérez R., H., Chávez V., A., Pinedo V., R., & Leyva V., V. (2014). Helmintiasis y eimeriasis en Alpacas de dos comunidades de Cusco, Perú. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 25(2), 245-253. <https://doi.org/10.15381/rivep.v25i2.8497>
- Quiroz, H. (2008). *Parasitología y enfermedades parasitarias de animales domésticos* (2da Edición). LIMUSA.



- Ramos Gonzalez, M. (2014). Descripción del patrón de diferenciación longitudinal de los cromosomas de alpacas y llamas. *Repositorio de Tesis - UNMSM*.
<https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/9921>
- Rodríguez, A., Casas, E., Luna, L., Gavidia, C., Zanabria, V., & Rosadio, R. (2012). Eimeriosis en crías de alpacas: Prevalencia y factores de riesgo. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 23(3), 289-298.
<https://doi.org/10.15381/rivep.v23i3.911>
- Rojas, M., Manchego, A., Rocha, C. B., Fornells, L. A., Silva, R. C., Mendes, G. S., Dias, H. G., Sandoval, N., Pezo, D., & Santos, N. (2016). Outbreak of diarrhea among preweaning alpacas (*Vicugna pacos*) in the southern peruvian highland. *Journal of Infection in Developing Countries*, 269-274. <https://doi.org/10.3855/jidc.7398>
- Romero M. 1992. Prevalencia y carga parasitaria de *Eimeria* sp en crías de alpacas. Tesis de Bachiller. Lima: Facultad de Medicina Veterinaria, Univ Nac Mayor de San Marcos. 28 p.
- Saatchi, M., McClure, M. C., McKay, S. D., Rolf, M. M., Kim, J., Decker, J. E., Taxis, T. M., Chapple, R. H., Ramey, H. R., Northcutt, S. L., Bauck, S., Woodward, B., Dekkers, J. C., Fernando, R. L., Schnabel, R. D., Garrick, D. J., & Taylor, J. F. (2011). Accuracies of genomic breeding values in American Angus beef cattle using K-means clustering for cross-validation. *Genetics Selection Evolution*, 43(1), 40. <https://doi.org/10.1186/1297-9686-43-40>
- Simm, G. (1998). *Genetic Improvement of cattle and sheep* (1st ed.). Farming Press.
- Sweeney, T., Hanrahan, J. P., Ryan, M. T., & Good, B. (2016). Immunogenomics of gastrointestinal nematode infection in ruminants—Breeding for resistance to



- produce food sustainably and safely. *Parasite Immunology*, 38(9), 569-586.
<https://doi.org/10.1111/pim.12347>
- Toro, A., Rubilar, L., Palma, C., & Pérez, R. (2014). Anthelmintic resistance of gastrointestinal nematode in sheep treated with ivermectin and fenbendazole. *Archivos de medicina veterinaria*, 46(2), 247-252. <https://doi.org/10.4067/S0301-732X2014000200010>
- Twomey, A. J., Berry, D. P., Evans, R. D., Doherty, M. L., Graham, D. A., & Purfield, D. C. (2019). Genome-wide association study of endo-parasite phenotypes using imputed whole-genome sequence data in dairy and beef cattle. *Genetics Selection Evolution*, 51(1), 15. <https://doi.org/10.1186/s12711-019-0457-7>
- Valencia, M. (2003). *Obtención del valor genético predicho en animales incluyendo el efecto del medio ambiente permanente*.
https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:zlhpTx_Kl5YJ:https://www.redalyc.org/pdf/416/41613305.pdf+&cd=19&hl=es&ct=clnk&gl=pe
- Van Vleck, L. D., Hakim, A. F., Cundiff, L. V., Koch, R. M., Crouse, J. D., & Boldman, K. G. (1992). Estimated breeding values for meat characteristics of crossbred cattle with an animal model. *Journal of Animal Science*, 70(2), 363-371.
<https://doi.org/10.2527/1992.702363x>
- Vilela, J. (2014). *Mejoramiento genético en animales domésticos* (Primera edición).
Empresa Editora Macro E.I.R.L.

ANEXOS

Fotografías de ooquistes de *Eimerias sp*

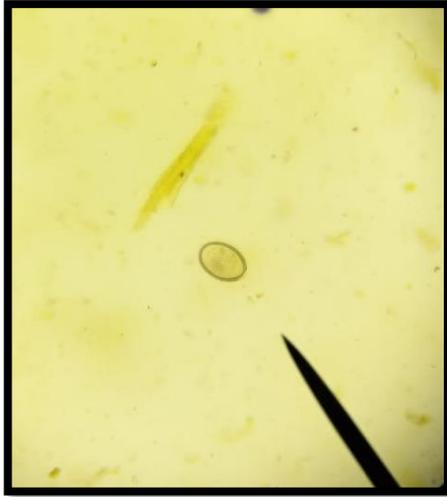


Figura 1. Ooquiste de *Eimeria lamae* a 10x



Figura 2. Ooquiste de *Eimeria macusaniensis* y *Eimeria lamae* a 10x

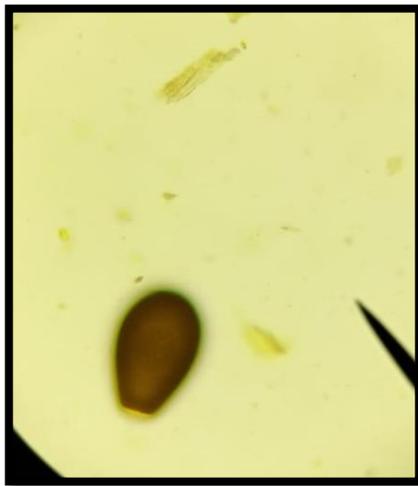


Figura 3. Ooquiste de *Eimeria macusaniensis* a 10x

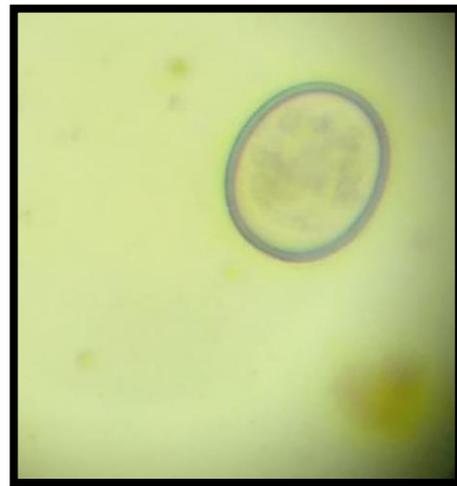


Figura 4. Ooquiste de *Eimeria punoensis* a 40 x

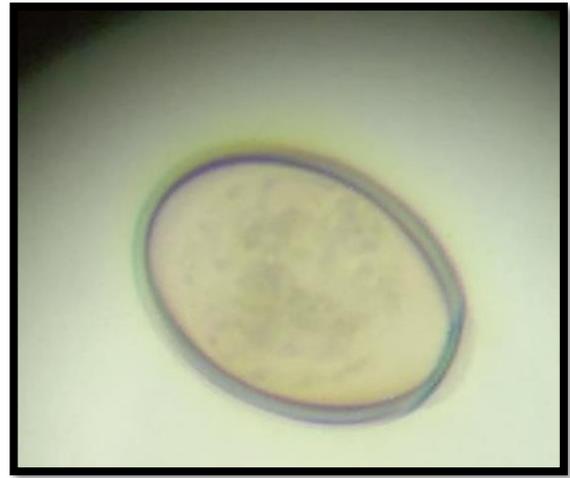


Figura 5. Ooquiste de *Eimeria lamae* a **Figura 6.** Ooquiste de *Eimeria alpaca* 40x
40x



Tabla 5. Resultados generales del análisis coproparasitológico

N	Clase	Arete	<i>Eimeria macusaniensis</i>	<i>Eimeria Alpacae</i>	<i>Eimeria lamae</i>	<i>Eimeria punoensis</i>	TOTAL
1	Adulto	79118	0	0	0	0	0
2	Adulto	98216	0	0	0	0	0
3	Adulto	260317	0	0	0	0	0
4	Adulto	62111	0	0	0	0	0
5	Adulto	169115	0	0	0	0	0
6	Adulto	226210	0	0	0	100	100
7	Adulto	30115	0	0	0	100	100
8	Adulto	93114	0	100	0	100	200
9	Adulto	161217	0	0	0	0	0
10	Adulto	118114	0	0	0	0	0
11	Adulto	206214	0	100	0	0	100
12	Adulto	300209	0	0	0	100	100
13	Adulto	83112	0	0	0	0	0
14	Adulto	45112	0	0	0	100	100
15	Adulto	424213	0	100	0	0	100
16	Adulto	54216	0	100	100	0	200
17	Adulto	152214	0	200	0	0	200
18	Adulto	199217	0	0	0	0	0
19	Adulto	106216	0	0	0	200	200
20	Adulto	393309	0	0	0	200	200
21	Adulto	140218	0	0	0	0	0
22	Adulto	230214	0	100	0	0	100
23	Adulto	58112	0	0	0	0	0
24	Adulto	1112	0	0	0	0	0
25	Adulto	70111	0	0	0	0	0
26	Adulto	275215	0	100	0	200	300
27	Adulto	138215	0	0	0	200	200



28	Adulto	237204	0	0	0	0	0
29	Adulto	67118	0	0	0	0	0
30	Adulto	110216	0	100	0	200	300
31	Adulto	479309	0	0	0	0	0
32	Adulto	0612	0	0	0	0	0
33	Adulto	219317	0	0	0	0	0
34	Adulto	90216	0	0	0	0	0
35	Adulto	227317	0	0	0	0	0
36	Adulto	258213	0	100	0	0	100
37	Adulto	19117	0	0	0	0	0
38	Adulto	104118	0	100	0	0	100
39	Adulto	52114	0	0	0	0	0
40	Adulto	68118	0	0	0	0	0
41	Adulto	111215	0	0	0	0	0
42	Adulto	404213	0	200	0	0	200
43	Adulto	23116	0	0	0	200	200
44	Adulto	324315	0	0	0	0	0
45	Adulto	164215	0	0	0	100	100
46	Adulto	27114	0	0	0	0	0
47	Adulto	101217	0	0	0	0	0
48	Adulto	242210	0	0	0	0	0
49	Adulto	328310	0	0	0	0	0
50	Adulto	138209	0	0	0	0	0
51	Adulto	29114	0	0	0	0	0
52	Adulto	218215	0	0	0	300	300
53	Adulto	286212	0	0	0	100	100
54	Adulto	152212	0	0	0	0	0
55	Adulto	115114	0	0	0	0	0
56	Adulto	224215	0	100	0	0	100
57	Adulto	102118	0	0	0	0	0



58	Adulto	122216	0	0	0	0	0
59	Adulto	12210	0	0	0	0	0
60	Adulto	91216	0	0	0	0	0
61	Adulto	303310	0	0	0	0	0
62	Adulto	33112	0	0	0	0	0
63	Adulto	164316	0	0	0	0	0
64	Adulto	234211	0	0	0	0	0
65	Adulto	292315	0	0	0	100	100
66	Adulto	140216	0	0	0	100	100
67	Adulto	93216	0	0	0	0	0
68	Adulto	221212	0	0	0	0	0
69	Adulto	356204	0	0	0	0	0
70	Adulto	305310	0	0	0	0	0
71	Adulto	761215	0	100	0	100	200
72	Adulto	36110	0	0	0	0	0
73	Adulto	367312	0	0	0	0	0
74	Adulto	214212	0	0	0	0	0
75	Adulto	110104	0	0	0	0	0
76	Adulto	211204	0	0	0	0	0
77	Adulto	199215	0	0	0	100	100
78	Adulto	166212	0	0	0	0	0
79	Adulto	297318	0	0	0	0	0
80	Adulto	352410	0	0	0	0	0
81	Adulto	83216	0	0	0	0	0
82	Adulto	128215	0	0	0	0	0
83	Adulto	244211	0	100	0	0	100
84	Adulto	104114	0	100	0	0	100
85	Adulto	291315	0	0	0	0	0
86	Adulto	109216	0	0	0	0	0
87	Adulto	58718	0	0	0	100	100



88	Adulto	633213	0	0	0	0	0
89	Adulto	56112	0	0	0	0	0
90	Adulto	158218	0	0	0	0	0
91	Adulto	43115	0	0	0	0	0
92	Adulto	162316	0	200	0	0	200
93	Adulto	283214	0	0	0	100	100
94	Adulto	365312	0	0	0	100	100
95	Adulto	355213	0	0	0	0	0
96	Adulto	126215	0	0	0	0	0
97	Adulto	187209	0	0	0	0	0
98	Adulto	264317	0	0	0	100	100
99	Adulto	245215	0	0	0	0	0
100	Adulto	258215	0	0	0	0	0
101	Adulto	77111	0	0	0	200	200
102	Adulto	263214	0	100	0	100	200
103	Adulto	58117	0	0	0	0	0
104	Adulto	284218	0	100	0	100	200
105	Adulto	77117	0	0	0	0	0
106	Adulto	193211	0	100	0	100	200
107	Adulto	20117	0	0	0	0	0
108	Adulto	258317	0	100	0	0	100
109	Adulto	031109	0	0	0	0	0
110	Adulto	100118	0	0	0	0	0
111	Adulto	29117	0	0	0	0	0
112	Adulto	78115	0	0	0	0	0
113	Adulto	228215	0	0	0	0	0
114	Adulto	160113	0	0	0	0	0
115	Adulto	113216	0	0	0	0	0
116	Adulto	59115	0	0	0	0	0
117	Adulto	322209	0	100	0	0	100



118	Adulto	29217	0	0	0	0	0
119	Adulto	203218	0	0	0	0	0
120	Adulto	432305	0	0	0	0	0
121	Adulto	265317	0	0	0	0	0
122	Adulto	30118	0	0	0	0	0
123	Adulto	120212	0	0	0	0	0
124	Adulto	261218	0	0	0	0	0
125	Adulto	139216	0	0	0	100	100
126	Adulto	257317	0	0	0	0	0
127	Adulto	156218	0	0	0	0	0
128	Adulto	24118	0	0	0	0	0
129	Adulto	65113	0	0	0	0	0
130	Adulto	101114	0	0	0	0	0
131	Adulto	42115	0	0	0	0	0
132	Adulto	201113	0	0	0	0	0
133	Adulto	24116	0	0	0	0	0
134	Adulto	154718	0	0	0	0	0
135	Adulto	323310	0	0	0	0	0
136	Adulto	244211	0	0	0	0	0
137	Adulto	0613	0	0	0	0	0
138	Adulto	193516	0	0	0	0	0
139	Adulto	174316	0	0	0	0	0
140	Adulto	46115	0	0	0	0	0
141	Adulto	53115	0	0	0	0	0
142	Adulto	23118	0	200	0	0	200
143	Adulto	156215	0	100	0	0	100
144	Adulto	13118	0	0	0	0	0
145	Adulto	266212	0	0	0	0	0
146	Adulto	46118	0	0	0	0	0
147	Adulto	28116	0	0	0	0	0



148	Adulto	221317	0	0	0	0	0
149	Adulto	66112	0	0	0	0	0
150	Adulto	272211	0	0	0	0	0
151	Adulto	120216	0	0	0	0	0
152	Adulto	151216	0	0	0	0	0
153	Adulto	104215	0	0	0	0	0
154	Adulto	157218	0	0	0	0	0
155	Adulto	436309	0	0	0	0	0
156	Adulto	192113	0	0	0	0	0
157	Adulto	177218	0	0	0	0	0
158	Adulto	122215	0	0	0	0	0
159	Adulto	226218	0	0	0	0	0
160	Adulto	290311	0	0	0	100	100
161	Adulto	024103	0	0	0	0	0
162	Adulto	267510	0	0	0	0	0
163	Adulto	180218	0	0	0	100	100
164	Adulto	229212	0	0	0	0	0
165	Adulto	248213	0	0	0	100	100
166	Adulto	0614	0	0	0	0	0
167	Adulto	41118	0	0	0	0	0
168	Adulto	188211	0	0	0	0	0
169	Adulto	249215	0	0	0	0	0
170	Adulto	196211	0	0	0	0	0
171	Adulto	339205	100	0	0	0	100
172	Adulto	83117	0	0	0	100	100
173	Adulto	105118	0	0	0	0	0
174	Adulto	515407	0	0	0	0	0
175	Adulto	225211	0	0	0	0	0
176	Adulto	95118	0	0	0	0	0
177	Adulto	269214	0	100	0	0	100



178	Adulto	436213	0	200	0	0	200
179	Adulto	268613	0	0	0	0	0
180	Adulto	187210	0	0	0	0	0
181	Adulto	52216	0	0	0	0	0
182	Adulto	469309	0	0	0	0	0
183	Adulto	R/A	0	0	0	0	0
184	Adulto	S/A	0	0	0	0	0
185	Adulto	S/A	0	0	0	0	0
186	Adulto	S/A	0	0	0	0	0
187	Adulto	S/A	0	0	0	0	0
188	Adulto	S/A	0	0	0	0	0
189	Adulto	S/A	0	0	0	0	0
190	Adulto	6871	0	0	0	0	0
191	Adulto	029	0	0	0	0	0
192	Adulto	027	0	0	0	0	0
193	Adulto	0779	0	0	0	0	0
194	Adulto	1970	0	100	0	0	100
195	Adulto	10363	0	0	0	0	0
196	Adulto	10365	0	0	0	0	0
197	Adulto	21161	0	0	0	0	0
198	Adulto	231270	0	0	0	0	0
199	Adulto	10367	0	0	0	0	0
200	Adulto	0634	0	0	0	0	0
201	Adulto	0589	0	0	0	0	0
202	Adulto	0582	0	0	0	0	0
203	Adulto	0622	0	0	0	0	0
204	Adulto	49E	0	0	0	100	100
205	Adulto	122981	0	1400	1100	1000	3500
206	Adulto	MCC1544	0	0	0	0	0
207	Adulto	163106	0	0	0	0	0



208	Adulto	5118	0	0	0	0	0
209	Adulto	146215	0	0	0	0	0
210	Adulto	570	0	0	0	0	0
211	Adulto	57113	0	0	0	0	0
212	Adulto	72114	0	0	0	0	0
213	Adulto	150216	0	0	0	0	0
214	Adulto	145218	0	0	0	0	0
215	Adulto	121118	0	0	0	0	0
216	Adulto	609	0	0	0	0	0
217	Adulto	90217	0	0	0	0	0
218	Adulto	638	0	0	100	100	200
219	Adulto	113115	0	0	0	0	0
220	Adulto	129118	0	100	0	0	100
221	Adulto	331212	0	0	0	0	0
222	Adulto	328213	0	0	0	0	0
223	Adulto	12112	0	0	0	0	0
224	Adulto	379213	0	0	0	0	0
225	Adulto	9118	0	0	0	0	0
226	Adulto	165217	0	0	0	0	0
227	Adulto	1074	0	0	0	0	0
228	Adulto	46118	0	0	0	0	0
229	Adulto	114220	0	0	0	0	0
230	Adulto	152215	0	0	0	0	0
231	Adulto	105216	0	0	0	0	0
232	Adulto	274220	0	0	0	0	0
233	Adulto	142220	0	0	0	0	0
234	Adulto	175217	0	0	0	0	0
235	Adulto	5111	0	0	0	0	0
236	Adulto	87113	0	0	0	0	0
237	Adulto	19115	0	0	0	0	0



238	Adulto	24120	0	0	0	0	0
239	Adulto	67120	0	0	0	100	100
240	Adulto	293311	0	0	0	0	0
241	Adulto	105120	0	100	0	0	100
242	Adulto	131217	0	0	0	0	0
243	Adulto	129211	0	0	0	0	0
244	Adulto	350518	0	100	0	0	100
245	Adulto	131212	0	0	0	0	0
246	Adulto	227212	0	0	0	0	0
247	Adulto	264220	0	100	0	0	100
248	Adulto	271215	0	0	0	0	0
249	Adulto	540309	0	0	0	0	0
250	Adulto	244317	0	0	0	0	0
251	Adulto	117220	0	0	0	0	0
252	Adulto	236215	0	0	0	0	0
253	Adulto	187220	0	0	0	0	0
254	Adulto	80114	0	0	0	0	0
255	Adulto	329220	0	200	0	100	300
256	Adulto	294220	0	0	0	0	0
257	Adulto	115220	0	0	0	0	0
258	Adulto	304214	0	0	0	0	0
259	Adulto	300220	0	0	0	0	0
260	Adulto	511220	0	0	0	0	0
261	Adulto	98120	0	0	0	0	0
262	Adulto	136220	0	0	0	0	0
263	Adulto	96120	0	0	0	0	0
264	Adulto	152220	0	0	0	0	0
265	Adulto	150220	0	0	0	0	0
266	Adulto	203220	0	0	0	100	100
267	Adulto	1120	0	0	0	0	0



268	Adulto	254220	0	0	0	0	0
269	Adulto	97120	0	0	0	0	0
270	Adulto	304220	0	100	0	0	100
271	Adulto	257213	0	0	0	0	0
272	Adulto	143220	0	0	0	0	0
273	Adulto	280220	0	0	0	0	0
274	Adulto	29220	0	0	0	0	0
275	Adulto	179220	0	0	0	0	0
276	Adulto	153220	0	0	0	0	0
277	Adulto	271220	0	0	0	0	0
278	Adulto	159220	0	0	0	0	0
279	Adulto	345420	0	0	0	0	0
280	Adulto	143220	0	0	0	0	0
281	Adulto	96120	0	0	0	0	0
282	Adulto	142220	0	300	0	500	800
283	Adulto	257213	0	0	0	200	200
284	Adulto	153220	0	0	0	100	100
285	Adulto	114220	0	100	0	100	200
286	Adulto	271215	0	0	0	100	100
287	Adulto	300220	0	0	0	0	0
288	Adulto	227220	0	0	0	0	0
289	Adulto	98120	0	0	0	0	0
290	Adulto	115220	0	0	0	100	100
291	Adulto	225220	0	0	0	0	0
292	Adulto	294220	0	0	0	0	0
293	Adulto	52120	0	0	0	0	0
294	Adulto	1120	0	0	0	0	0
295	Adulto	187220	0	0	0	0	0
296	Adulto	274220	0	0	0	0	0
297	Adulto	150220	0	0	0	0	0



298	Adulto	159220	0	0	0	0	0
299	Adulto	175217	0	0	0	0	0
300	Adulto	280220	0	0	0	0	0
301	Adulto	304220	0	0	0	0	0
302	Adulto	329220	0	0	0	0	0
303	Adulto	152220	0	0	0	0	0
304	Adulto	350518	0	0	0	100	100
305	Adulto	179220	0	0	0	0	0
306	Adulto	203211	0	0	0	0	0
307	Adulto	87113	0	0	0	0	0
308	Adulto	S/A	0	0	0	0	0
309	Adulto	293311	0	0	0	0	0
310	Adulto	131217	0	0	0	0	0
311	Adulto	67120	0	0	0	0	0
312	Adulto	254220	0	0	0	0	0
313	Adulto	97120	0	0	0	0	0
314	Adulto	117220	0	0	0	0	0
315	Adulto	136220	0	0	0	0	0
316	Adulto	51120	0	0	0	0	0
317	Adulto	271220	0	0	0	0	0
318	Adulto	9120	0	0	0	0	0
319	Adulto	29220	0	0	0	0	0
320	Adulto	540309	0	0	0	0	0
321	Adulto	189220	0	0	0	0	0
322	Adulto	152215	0	0	0	0	0
323	Adulto	236215	0	0	0	0	0
324	Adulto	244317	0	0	0	0	0
325	Adulto	231220	0	0	0	0	0
326	Adulto	123216	0	0	0	0	0
327	Adulto	80114	0	0	0	0	0



328	Adulto	105120	0	100	0	0	100
329	Adulto	11115	0	0	0	0	0
330	Adulto	5111	0	0	0	0	0
331	Adulto	912501	0	0	0	0	0
332	Adulto	264220	0	0	0	0	0
333	Adulto	131212	0	0	0	0	0
334	Adulto	129211	0	0	0	0	0
335	Adulto	35120	0	0	0	0	0
336	Adulto	304214	0	0	0	0	0
337	Adulto	225209	0	0	0	0	0
338	Adulto	24120	0	0	0	0	0
339	Adulto	345420	0	0	0	0	0
340	Adulto	100120	200	0	0	0	200
341	Adulto	267213	0	0	0	0	0
342	Adulto	65120	0	0	0	100	100
343	Adulto	19120	0	0	0	500	500
344	Adulto	184220	0	0	0	400	400
345	Adulto	210220	0	0	100	400	500
346	Adulto	234214	0	0	100	0	100
347	Adulto	100216	0	0	100	200	300
348	Adulto	62112	0	0	100	0	100
349	Adulto	280214	0	0	100	0	100
350	Adulto	116215	0	0	0	0	0
351	Adulto	126220	0	0	0	0	0
352	Adulto	111118	0	0	100	0	100
353	Adulto	244220	100	0	0	0	100
354	Adulto	99120	0	0	0	0	0
355	Adulto	244215	0	0	0	0	0
356	Adulto	163210	0	0	100	0	100
357	Adulto	94120	0	0	100	0	100



358	Adulto	102114	0	0	0	100	100
359	Adulto	134220	0	0	0	0	0
360	Adulto	290207	0	0	0	0	0
361	Adulto	198215	0	0	0	0	0
362	Adulto	462213	0	0	0	0	0
363	Adulto	301220	0	0	0	100	100
364	Adulto	28120	0	0	0	0	0
365	Adulto	323320	0	0	0	0	0
366	Adulto	244418	0	0	0	0	0
367	Adulto	18225	0	100	0	0	100
368	Adulto	65220	0	100	0	0	100
369	Adulto	337320	0	0	0	0	0
370	Adulto	26120	0	0	0	0	0
371	Adulto	170215	0	0	0	0	0
372	Adulto	145113	0	0	0	100	100
373	Adulto	86118	0	0	0	0	0
374	Adulto	88120	0	0	0	0	0
375	Adulto	108220	0	100	100	0	200
376	Adulto	22114	0	0	0	0	0
377	Adulto	210214	0	0	0	0	0
378	Adulto	260220	0	0	0	0	0
379	Adulto	241220	0	0	0	0	0
380	Adulto	344319E	0	0	0	0	0
381	Adulto	186220	0	0	0	0	0
382	Adulto	0 13109	0	0	0	0	0
383	Adulto	290220	0	0	0	0	0
384	Adulto	112220	0	0	0	0	0
385	Adulto	211220	0	0	0	0	0
386	Adulto	151217	0	0	0	0	0
387	Adulto	168220	0	100	0	0	100



388	Adulto	74120	0	100	0	0	100
389	Adulto	76120	0	100	0	0	100
390	Adulto	179215	0	0	0	0	0
391	Adulto	324320	0	0	0	0	0
392	Adulto	204220	0	0	0	0	0
393	Adulto	275220	0	0	0	0	0
394	Adulto	539313	0	0	0	100	100
395	Adulto	2120	0	100	0	0	100
396	Adulto	51115	0	0	0	0	0
397	Adulto	7120	0	0	0	0	0
398	Adulto	192416	0	100	0	0	100
399	Adulto	117114	0	0	0	0	0
400	Adulto	273220	0	0	0	0	0
401	Adulto	297220	0	0	0	0	0
402	Adulto	267220	0	0	0	0	0
403	Adulto	184221	0	0	0	0	0
404	Adulto	222220	0	0	0	0	0
405	Adulto	258220	0	0	0	0	0
406	Adulto	195215	0	0	0	0	0
407	Adulto	353420	0	0	0	0	0
408	Adulto	164220	0	0	0	0	0
409	Adulto	379319	0	0	0	0	0
410	Adulto	304219	0	0	0	0	0
411	Adulto	226220	0	0	0	0	0
412	Adulto	88111	0	0	0	0	0
413	Adulto	159217	0	0	0	0	0
414	Adulto	200220	0	0	0	0	0
415	Adulto	182220	0	0	0	0	0
416	Adulto	116120	0	0	0	0	0
417	Adulto	325320	0	0	0	0	0



418	Adulto	285220	0	0	0	0	0
419	Adulto	214220	0	0	0	0	0
420	Adulto	192214	0	0	0	0	0
421	Adulto	185217	0	0	0	0	0
422	Adulto	40120	0	0	0	0	0
423	Adulto	291206	0	0	0	0	0
424	Adulto	31117	0	0	0	0	0
425	Adulto	339320	0	0	0	0	0
426	Adulto	171220	0	0	0	0	0
427	Adulto	307220	0	0	0	0	0
428	Adulto	298220	0	0	0	0	0
429	Adulto	120220	0	0	0	0	0
430	Adulto	0 642	0	0	0	0	0
431	Adulto	292220	0	100	0	0	100
432	Adulto	146220	0	100	0	0	100
433	Adulto	61120	0	0	0	0	0
434	Adulto	255220	0	0	0	200	200
435	Adulto	317311	0	100	0	0	100
436	Adulto	330220	0	0	0	0	0
437	Adulto	181218	0	0	0	0	0
438	Adulto	312220	0	0	0	0	0
439	Adulto	516313	0	0	0	0	0
440	Adulto	26112	0	0	0	0	0
441	Adulto	8120	0	0	0	0	0
442	Adulto	237220	0	200	0	0	200
443	Adulto	277220	0	100	0	0	100
444	Adulto	203220	0	0	0	0	0
445	Adulto	80120	0	0	0	0	0
446	Adulto	167220	0	0	0	0	0
447	Adulto	249220	0	100	0	0	100



448	Adulto	178217	0	0	0	0	0
449	Adulto	251310	0	0	0	0	0
450	Adulto	208220	0	100	0	0	100
451	Adulto	117111	0	0	0	0	0
452	Adulto	35117	0	0	0	0	0
453	Adulto	199210	0	0	0	0	0
454	Adulto	193220	0	0	0	0	0
455	Adulto	354620	0	0	0	100	100
456	Adulto	321320	0	0	0	0	0
457	Adulto	340220	0	0	0	0	0
458	Adulto	225220	0	0	0	0	0
459	Adulto	9120	0	0	0	0	0
460	Adulto	123216	0	0	0	0	0
461	Adulto	225209	0	0	0	0	0
462	Adulto	52120	0	0	0	0	0
463	Adulto	231220	0	0	0	0	0
464	Adulto	35120	0	0	0	0	0
465	Adulto	189220	0	0	0	200	200
466	Tui	991119	0	0	0	0	0
467	Tui	1820	0	0	0	0	0
468	Tui	48220	0	0	0	0	0
469	Tui	113220	0	0	0	0	0
470	Tui	170220	0	0	0	0	0
471	Tui	282220	600	0	0	0	600
472	Tui	278220	0	0	0	0	0
473	Tui	195220	0	0	0	0	0
474	Tui	111220	0	0	0	0	0
475	Tui	181220	0	100	0	0	100
476	Tui	122220	0	0	0	0	0
477	Tui	212220	0	0	0	0	0



478	Tui	350420	0	0	0	0	0
479	Tui	107220	0	0	0	0	0
480	Tui	149220	0	0	0	0	0
481	Tui	281220	0	0	0	0	0
482	Tui	110220	0	0	0	100	100
483	Tui	139220	0	500	0	900	1400
484	Tui	37120	0	100	0	300	400
485	Tui	128220	0	0	0	0	0
486	Tui	156220	0	0	0	0	0
487	Tui	158220	0	0	0	0	0
488	Tui	129220	0	0	0	0	0
489	Tui	263220	0	0	0	0	0
490	Tui	4120	0	0	0	0	0
491	Tui	90120	0	700	100	500	1300
492	Tui	232220	0	0	0	0	0
493	Tui	23120	0	0	0	0	0
494	Tui	89120	0	0	0	0	0
495	Tui	54120	0	0	0	100	100
496	Tui	322320	0	0	0	0	0
497	Tui	47120	0	0	0	0	0
498	Tui	192220	0	200	0	0	200
499	Tui	348420	0	200	0	0	200
500	Tui	177220	0	0	0	0	0
501	Tui	230220	100	0	0	0	100
502	Tui	220220	0	0	0	0	0
503	Tui	309220	0	0	0	0	0
504	Tui	328320	0	100	0	0	100
505	Tui	73120	0	100	0	0	100
506	Tui	229220	0	100	0	0	100
507	Tui	314220	0	0	0	0	0



508	Tui	49120	0	0	0	0	0
509	Tui	356620	0	100	0	100	200
510	Tui	86120	0	0	0	0	0
511	Tui	289220	0	0	0	0	0
512	Tui	333320	0	100	100	200	400
513	Tui	63120	0	0	0	0	0
514	Tui	87120	0	0	0	0	0
515	Tui	93120	0	0	0	0	0
516	Tui	209220	0	0	0	0	0
517	Tui	119220	0	0	0	100	100
518	Tui	91120	0	0	0	0	0
519	Tui	147220	0	0	0	200	200
520	Tui	311220	0	0	0	0	0
521	Tui	122220	0	200	0	0	200
522	Tui	103120	0	100	0	300	400
523	Tui	308220	0	100	0	0	100
524	Tui	317320	0	100	0	0	100
525	Tui	135220	0	0	0	100	100
526	Tui	59120	0	0	0	0	0
527	Tui	160220	0	0	0	0	0
528	Tui	13120	0	0	0	0	0
529	Tui	125220	0	0	0	0	0
530	Tui	42120	0	0	0	0	0
531	Tui	269220	0	0	0	0	0
532	Tui	137220	0	0	100	0	100
533	Tui	92120	0	100	0	100	200
534	Tui	22120	0	0	0	0	0
535	Tui	238220	0	0	0	0	0
536	Tui	291220	0	0	0	0	0
537	Tui	151220	0	0	0	0	0



538	Tui	50120	0	0	0	0	0
539	Tui	462213	0	0	0	0	0
540	Tui	301220	0	0	0	100	100
541	Tui	28120	0	0	0	0	0
542	Tui	323320	0	0	0	0	0
543	Tui	244418	0	0	0	0	0
544	Tui	18225	0	100	0	0	100
545	Tui	65220	0	100	0	0	100
546	Tui	337320	0	0	0	0	0
547	Tui	26120	0	0	0	0	0
548	Tui	170215	0	0	0	0	0
549	Tui	S/A	0	0	0	0	0
550	Tui	145113	0	0	0	100	100
551	Tui	86118	0	0	0	0	0
552	Tui	88120	0	0	0	0	0
553	Tui	108220	0	100	100	0	200
554	Tui	22114	0	0	0	0	0
555	Tui	210214	0	0	0	0	0
556	Tui	260220	0	0	0	0	0
557	Tui	241220	0	0	0	0	0
558	Tui	344319E	0	0	0	0	0
559	Tui	186220	0	0	0	0	0
560	Tui	0 13109	0	0	0	0	0
561	Tui	290220	0	0	0	0	0
562	Tui	112220	0	0	0	0	0
563	Tui	211220	0	0	0	0	0
564	Tui	151217	0	0	0	0	0
565	Tui	168220	0	100	0	0	100
566	Tui	74120	0	100	0	0	100
567	Tui	76120	0	100	0	0	100



568	Tui	179215	0	0	0	0	0
569	Tui	324320	0	0	0	0	0
570	Tui	204220	0	0	0	0	0
571	Tui	275220	0	0	0	0	0
572	Tui	539313	0	0	0	100	100
573	Tui	2120	0	100	0	0	100
574	Tui	51115	0	0	0	0	0
575	Tui	7120	0	0	0	0	0
576	Tui	192416	0	100	0	0	100
577	Tui	117114	0	0	0	0	0
578	Tui	273220	0	0	0	0	0
579	Tui	297220	0	0	0	0	0
580	Tui	267220	0	0	0	0	0
581	Tui	184221	0	0	0	0	0
582	Tui	222220	0	0	0	0	0
583	Tui	258220	0	0	0	0	0
584	Tui	195215	0	0	0	0	0
585	Tui	353420	0	0	0	0	0
586	Tui	164220	0	0	0	0	0
587	Tui	379319	0	0	0	0	0
588	Tui	304219	0	0	0	0	0
589	Tui	226220	0	0	0	0	0
590	Tui	88111	0	0	0	0	0
591	Tui	159217	0	0	0	0	0
592	Tui	200220	0	0	0	0	0
593	Tui	182220	0	0	0	0	0
594	Tui	116120	0	0	0	0	0
595	Tui	325320	0	0	0	0	0
596	Tui	285220	0	0	0	0	0
597	Tui	214220	0	0	0	0	0



598	Tui	192214	0	0	0	0	0
599	Tui	185217	0	0	0	0	0
600	Tui	40120	0	0	0	0	0
601	Tui	291206	0	0	0	0	0
602	Tui	31117	0	0	0	0	0
603	Tui	339320	0	0	0	0	0
604	Tui	171220	0	0	0	0	0
605	Tui	307220	0	0	0	0	0
606	Tui	298220	0	0	0	0	0
607	Tui	120220	0	0	0	0	0
608	Tui	0 642	0	0	0	0	0
609	Tui	292220	0	100	0	0	100
610	Tui	146220	0	100	0	0	100
611	Tui	61120	0	0	0	0	0
612	Tui	255220	0	0	0	200	200
613	Tui	317311	0	100	0	0	100
614	Tui	330220	0	0	0	0	0
615	Tui	181218	0	0	0	0	0
616	Tui	312220	0	0	0	0	0
617	Tui	516313	0	0	0	0	0
618	Tui	26112	0	0	0	0	0
619	Tui	8120	0	0	0	0	0
620	Tui	237220	0	200	0	0	200
621	Tui	277220	0	100	0	0	100
622	Tui	203220	0	0	0	0	0
623	Tui	80120	0	0	0	0	0
624	Tui	167220	0	0	0	0	0
625	Tui	249220	0	100	0	0	100
626	Tui	178217	0	0	0	0	0
627	Tui	251310	0	0	0	0	0



628	Tui	208220	0	100	0	0	100
629	Tui	117111	0	0	0	0	0
630	Tui	35117	0	0	0	0	0
631	Tui	199210	0	0	0	0	0
632	Tui	193220	0	0	0	0	0
633	Tui	354620	0	0	0	100	100
634	Tui	321320	0	0	0	0	0
635	Tui	340220	0	0	0	0	0
636	Tui	225220	0	0	0	0	0
637	Tui	9120	0	0	0	0	0
638	Tui	123216	0	0	0	0	0
639	Tui	225209	0	0	0	0	0
640	Tui	52120	0	0	0	0	0
641	Tui	231220	0	0	0	0	0
642	Tui	35120	0	0	0	0	0
643	Tui	189220	0	0	0	200	200
644	Tui	53120	0	0	0	0	0
645	Tui	101120	0	600	0	10000	10600
646	Tui	213220	0	0	0	0	0
647	Tui	278219	0	700	0	0	700
648	Tui	70120	0	200	0	200	400
649	Tui	116220	0	0	0	0	
650	Tui	293519E	0	100	0	0	100
651	Tui	60120	0	0	0	0	
652	Tui	286220	0	100	0	0	100
653	Tui	279220	0	0	0	0	
654	Tui	133220	0	0	0	0	
655	Tui	202220	0	200	0	0	200
656	Tui	399519	0	0	0	0	
657	Tui	185220	0	0	0	0	



658	Tui	223220	0	0	0	0	
659	Tui	143220	0	0	100	0	100
660	Tui	96120	0	0	0	0	0
661	Tui	142220	0	300	0	500	800
662	Tui	257213	0	0	0	200	200
663	Tui	153220	0	0	0	100	100
664	Tui	114220	0	100	100	100	300
665	Tui	271215	0	0	0	100	100
666	Tui	300220	0	0	0	0	0
667	Tui	227212	0	0	0	0	0
668	Tui	98120	0	0	0	0	0
669	Tui	115220	0	0	0	100	100
670	Tui	225220	0	0	100	0	100
671	Tui	294220	0	0	0	0	0
672	Tui	52120	0	0	0	0	0
673	Tui	1120	0	0	0	0	0
674	Tui	187220	0	0	100	0	100
675	Tui	274220	0	0	0	0	0
676	Tui	159220	0	0	0	0	0
677	Tui	175217	0	0	0	0	0
678	Tui	280820	0	0	300	0	300
679	Tui	304220	0	0	0	0	0
680	Tui	329220	0	0	0	0	0
681	Tui	152220	0	0	0	0	0
682	Tui	350518	0	0	0	100	100
683	Tui	179220	0	0	0	0	0
684	Tui	203211	0	0	0	0	0
685	Tui	87113	0	0	0	0	0
686	Tui	S7N	0	0	0	0	0
687	Tui	293311	0	0	100	0	100



688	Tui	131217	0	0	0	0	0
689	Tui	67120	0	0	0	0	0
690	Tui	254220	0	0	0	0	0
691	Tui	97120	0	0	0	0	0
692	Tui	117220	0	0	0	0	0
693	Tui	100120	0	200	0	0	200
694	Tui	267213	0	0	0	0	0
695	Tui	65120	0	0	0	0	0
696	Tui	19120	0	0	100	0	100
697	Tui	184220	0	0	0	0	0
698	Tui	210220	0	0	0	100	100
699	Tui	234214	0	0	0	100	100
700	Tui	100216	0	0	0	100	100
701	Tui	62112	0	0	0	100	100
702	Tui	280214	0	0	0	100	100
703	Tui	116215	0	0	0	0	0
704	Tui	126220	0	0	0	0	0
705	Tui	111118	0	0	0	100	100
706	Tui	244220	0	100	100	0	200
707	Tui	99120	0	0	0	0	0
708	Tui	244215	0	0	0	0	0
709	Tui	163210	0	0	0	100	100
710	Tui	94120	0	200	0	100	300
711	Tui	102114	0	0	0	0	0
712	Tui	134220	0	0	0	0	0
713	Tui	290207	0	0	0	0	0
714	Tui	198215	0	0	0	0	0
715	Tui	136220	0	0	0	0	0
716	Tui	51120	0	0	0	0	0
717	Tui	271220	0	0	0	0	0



718	Tui	9120	0	0	0	0	0
719	Tui	29220	0	0	0	0	0
720	Tui	540309	0	0	0	0	0
721	Tui	189220	0	0	0	0	0
722	Tui	152215	0	0	0	0	0
723	Tui	236215	0	0	0	0	0
724	Tui	244317	0	0	0	0	0
725	Tui	231220	0	0	0	0	0
726	Tui	123216	0	0	0	0	0
727	Tui	80114	0	0	0	0	0
728	Tui	105120	0	100	0	0	100
729	Tui	11115	0	0	0	0	0
730	Tui	5111	0	0	0	0	0
731	Tui	912501	0	0	0	0	0
732	Tui	264220	0	0	0	0	0
733	Tui	131212	0	0	0	0	0
734	Tui	129211	0	0	0	0	0
735	Tui	35120	0	0	0	0	0
736	Tui	304214	0	0	0	0	0
737	Tui	225209	0	0	0	0	0
738	Tui	24120	0	0	0	0	0
739	Tui	345420	0	0	0	0	0
740	Tui	53120	0	0	0	0	0
741	Tui	101120	0	600	0	10000	10600
742	Tui	213220	0	0	0	0	0
743	Tui	278219	0	700	0	0	700
744	Tui	70120	0	200	0	200	400
745	Tui	116220	0	0	0	0	0
746	Tui	293519E	0	100	0	0	100
747	Tui	60120	0	0	0	0	0



748	Tui	286220	0	100	0	0	100
749	Tui	279220	0	0	0	0	0
750	Tui	133220	0	0	0	0	0
751	Tui	202220	0	200	0	0	200
752	Tui	399519	0	0	0	0	0
753	Tui	185220	0	0	0	0	0
754	Tui	223220	0	0	0	0	0
755	cría	331321	2400	0	0	0	2400
756	cría	189221	3300	700	2000	300	6300
757	cría	219221	0	0	0	0	0
758	cría	245221	0	100	0	0	100
759	cría	364321	0	0	0	0	0
760	cría	131221	0	0	0	0	0
761	cría	369621	0	0	0	0	0
762	cría	246221	300	300	200	0	800
763	cría	233221	0	1700	0	0	1700
764	cría	284221	0	1200	0	400	1600
765	cría	216221	0	6200	4200	400	10800
766	cría	212221	600	300	0	0	900
767	cría	369321	0	100	27200	200	27500
768	cría	244321	0	0	0	0	0
769	cría	188221	0	400	0	100	500
770	cría	163221	800	0	0	0	800
771	cría	329321	0	1500	0	400	1900
772	cría	203221	400	1800	1800	0	4000
773	cría	267221	0	1900	0	200	2100
774	cría	172221	0	1900	15100	800	17800
775	cría	166221	0	300	300	0	600
776	cría	177221	0	1000	0	100	1100
777	cría	247221	200	0	0	0	200



778	cría	330321	100	0	0	0	100
779	cría	239221	0	1300	100	600	2000
780	cría	205221	0	0	0	0	0
781	cría	302321	0	0	0	0	0
782	cría	310321	100	0	600	0	700
783	cría	232221	0	0	1400	0	1400
784	cría	180221	400	1400	0	0	1800
785	cría	328321	1400	100	0	0	1500
786	cría	334321	0	0	0	0	0
787	cría	170221	0	0	0	0	0
788	cría	357321	0	300	0	0	300
789	cría	248221	800	400	2400	500	4100
790	cría	209221	0	0	0	0	0
791	cría	312321	0	0	8200	0	8200
792	cría	380321	100	15000	600	4100	19800
793	cría	265221	400	700	5300	100	6500
794	cría	s/a	6500	900	7400	300	15100
795	cría	1755221	100	0	8400	0	8500
796	cría	259221	0	0	0	0	0
797	cría	199221	0	0	0	0	0
798	cría	378321	0	0	0	0	0
799	cría	277221	200	1100	400	1200	2900
800	cría	378321	0	0	0	0	0
801	cría	187221	100	500	9800	500	10900
802	cría	364321	400	900	0	100	1400
803	cría	260221	0	3300	300	200	3800
804	cría	384321	0	0	52200	400	52600
805	cría	165221	700	100	300	0	1100
806	cría	197221	300	0	0	0	300
807	cría	104221	100	0	0	0	100



808	cría	320321	0	0	0	0	0
809	cría	323221	0	0	1900	0	1900
810	cría	301321	200	0	0	0	200
811	cría	358321	0	0	3100	0	3100
812	cría	303321	0	0	0	0	0
813	cría	363321	0	0	0	0	0
814	cría	308321	2600	800	2300	600	6300
815	cría	363321	0	0	0	0	0
816	cría	262221	0	0	0	0	0
817	cría	348321	700	600	0	200	1500
818	cría	362321	0	0	0	0	0
819	cría	339321	0	0	6300	0	6300
820	cría	336321	0	0	0	0	0
821	cría	217221	0	100	800	0	900
822	cría	179221	0	0	0	0	0
823	cría	385321	0	0	0	0	0
824	cría	190221	200	2100	200	200	2700
825	cría	325321	0	2900	16500	500	19900
826	cría	304321	0	1000	3600	0	4600
827	cría	173221	200	100	0	100	400
828	cría	350321	100	22500	500	0	23100
829	cría	183221	2500	3400	200	0	6100
830	cría	298321	200	0	0	0	200
831	cría	231221	0	700	0	300	1000
832	cría	281221	0	300	3700	500	4500
833	cría	234221	600	900	300	0	1800
834	cría	229221	0	0	5300	0	5300
835	cría	208221	0	0	0	0	0
836	cría	318321	0	0	0	0	0
837	cría	365321	0	0	0	0	0



838	cría	257221	0	1000	14500	0	15500
839	cría	287321	1700	1700	200	200	3800
840	cría	191221	0	0	0	0	0
841	cría	253221	400	0	0	0	400
842	cría	340321	400	0	1200	0	1600
843	cría	293321	400	100	100	0	600
844	cría	249221	300	100	700	100	1200
845	cría	250221	100	900	21200	0	22200
846	cría	377321	0	200	10000	0	10200
847	cría	321321	0	4900	2100	900	7900
848	cría	240221	0	0	0	0	0
849	cría	355321	0	600	35900	1300	37800
850	cría	354321	100	0	0	0	100
851	cría	171221	100	0	400	0	500
852	cría	361321	100	100	54300	0	54500
853	cría	186221	0	100	2200	100	2400
854	cría	342321	0	1100	0	0	1100
855	cría	372321	700	100	100	0	900
856	cría	252221	200	1100	0	0	1300
857	cría	196221	3600	1000	0	0	4600
858	cría	176221	0	0	0	0	0
859	cría	162221	0	600	200	0	800
860	cría	157221	0	7400	300	2200	9900
861	cría	341321	0	0	0	0	0
862	cría	207221	300	1700	400	1100	3500
863	cría	169221	100	1000	200	100	1400
864	cría	213221	100	100	58000	0	58200
865	cría	235221	0	1200	400	400	2000
866	cría	273221	700	100	13000	0	13800
867	cría	337321	1100	32800	300	100	34300



868	cría	289321	0	8600	300	1600	10500
869	cría	243221	400	400	0	0	800
870	cría	356321	0	0	0	0	0
871	cría	221221	100	400	0	0	500
872	cría	367321	1400	200	0	0	1600
873	cría	297321	0	0	0	0	0
874	cría	242321	0	0	0	0	0
875	cría	346321	0	0	18500	0	18500
876	cría	276221	0	0	0	0	0
877	cría	374321	0	0	0	0	0
878	cría	338321	0	0	8000	700	8700
879	cría	305321	0	0	30100	1500	31600
880	cría	333321	700	0	24000	0	24700
881	cría	322321	1000	0	3600	0	4600
882	cría	373321	100	0	300	500	900
883	cría	214221	0	0	100	100	200
884	cría	230221	0	100	100	500	700
885	cría	272221	200	500	0	1400	2100
886	cría	241221	0	0	0	0	0
887	cría	22121	300	300	0	300	900
888	cría	39121	0	100	100	200	400
889	cría	140221	0	0	0	0	0
890	cría	130221	200	0	0	1000	1200
891	cría	7121	0	200	0	0	200
892	cría	117221	3000	2000	3600	3400	12000
893	cría	133221	0	19300	2900	3000	25200
894	cría	136221	0	300	0	800	1100
895	cría	112221	0	200	1200	700	2100
896	cría	151221	100	2000	200	300	2600
897	cría	58121	0	3100	4500	2300	9900



898	cría	38121	0	1800	100	1000	2900
899	cría	12121	0	300	200	1100	1600
900	cría	127221	0	400	100	500	1000
901	cría	144221	0	500	1100	5200	6800
902	cría	76221	0	1700	400	400	2500
903	cría	13121	0	1100	100	800	2000
904	cría	106221	0	0	0	3000	3000
905	cría	89221	0	0	0	1000	1000
906	cría	36121	0	500	0	400	900
907	cría	66121	0	1500	300	600	2400
908	cría	4121	2000	200	100	1400	3700
909	cría	20121	0	2900	1000	2500	6400
910	cría	147221	0	1500	0	1000	2500
911	cría	61121	0	0	0	100	100
912	cría	103221	0	2300	0	300	2600
913	cría	53121	500	3300	600	1600	6000
914	cría	65121	0	1800	500	1700	4000
915	cría	134221	0	400	800	600	1800
916	cría	88221	300	2000	0	6400	8700
917	cría	114221	300	1800	900	500	3500
918	cría	27121	100	0	100	1900	2100
919	cría	1121	7000	2500	1000	2700	13200
920	cría	135221	7800	0	0	0	7800
921	cría	123221	0	100	100	800	1000
922	cría	48121	0	1000	0	2900	3900
923	cría	138221	300	68900	19100	36900	125200
924	cría	100221	100	100	0	500	700
925	cría	40121	200	100	500	0	800
926	cría	31121	0	300	300	200	800
927	cría	121221	600	1300	400	3400	5700



928	cría	41121	0	1200	200	500	1900
929	cría	62121	0	1300	1200	4200	6700
930	cría	82221	0	900	400	500	1800
931	cría	63121	0	200	0	400	600
932	cría	23121	200	600	4500	800	6100
933	cría	28121	0	300	0	500	800
934	cría	26121	0	3300	2900	3600	9800
935	cría	143121	0	0	0	200	200
936	cría	151221	0	5000	500	4100	9600
937	cría	150221	0	4500	1300	2900	8700
938	cría	44121	300	200	0	0	500
939	cría	120221	0	2400	0	900	3300
940	cría	118221	0	0	0	200	200
941	cría	6121	0	7300	200	6400	13900
942	cría	57121	600	500	300	1200	2600
943	cría	46121	400	1300	400	3500	5600
944	cría	129221	200	900	500	2200	3800
945	cría	111221	0	0	0	500	500
946	cría	119221	0	700	700	1700	3100
947	cría	32121	2300	300	300	800	3700
948	cría	73121	0	700	300	100	1100
949	cría	5121	300	1800	400	1200	3700
950	cría	15121	0	1700	400	2400	4500
951	cría	47121	500	0	0	200	700
952	cría	71121	0	500	200	1100	1800
953	cría	24121	0	0	0	0	0
954	cría	142221	0	0	0	0	0
955	Cría	279203	0	0	0	0	0
956	Cría	59121	0	0	0	0	0
957	Cría	115221	100	0	0	100	200



958	Cría	52121	0	0	0	100	100
959	Cría	10121	0	2700	1400	2700	6800
960	Cría	116221	0	6200	900	2000	9100
961	Cría	96221	900	3300	400	1800	6400
962	Cría	124221	6600	200	100	2300	9200
963	Cría	107221	200	0	0	100	300
964	Cría	72121	0	0	0	300	300
965	cría	141221	0	0	100	0	100
966	cría	122981	0	0	0	0	0
967	cría	75121	0	0	500	0	500
968	cría	67121	0	0	0	200	200
969	cría	25121	0	3000	600	2000	5600
970	cría	108221	0	200	0	100	300
971	cría	109221	0	2100	100	2800	5000
972	cría	113221	0	0	0	800	800
973	cría	50121	0	0	200	300	500
974	cría	14121	0	0	0	200	200
975	cría	94221	0	700	500	2600	3800
976	cría	11121	2900	5100	1900	4300	14200
977	cría	51121	3000	2400	22400	900	28700
978	cría	137221	0	1000	500	3300	4800
979	cría	43121	18500	500	2200	500	21700
980	cría	153221	0	400	100	200	700
981	cría	146221	1200	0	0	100	1300
982	cría	90221	400	0	0	200	600
983	cría	154221	200	0	0	0	200
984	cría	78221	0	0	0	2500	2500
985	Cría	128221	0	1000	0	3800	4800
986	Cría	145221	0	0	200	1600	1800
987	Cría	9121	0	0	1800	1600	3400



988	Cría	139221	0	0	0	100	100
989	Cría	85221	0	0	0	0	0
990	Cría	110221	100	0	200	1100	1400
991	Cría	16121	0	0	100	700	800
992	Cría	102221	0	0	0	0	0