

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE AGRONOMIA Y ZOOTENIA**



TESIS

**ESTIMACIÓN DE HEREDABILIDAD, CORRELACIÓN
FENOTÍPICA Y GENÉTICA PARA PESO VIVO Y PESO VELLÓN
EN ALPACAS HUACAYA DEL CIP QUIMSACHATA, INIA - PUNO**

PRESENTADA POR:

Bach. Wilber Quispe Ticona

PARA OPTAR EL TÍTULO DE:

**INGENIERO AGRÓNOMO
CON MENCIÓN EN ZOOTECNIA**

PUNO - PERÚ

2010

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE AGRONOMÍA Y ZOOTECNIA**

TESIS

**ESTIMACIÓN DE HEREDABILIDAD, CORRELACIÓN FENOTÍPICA Y
GENÉTICA PARA PESO VIVO Y PESO VELLÓN EN ALPACAS HUACAYA
DEL CIP QUIMSACHATA, INIA – PUNO**

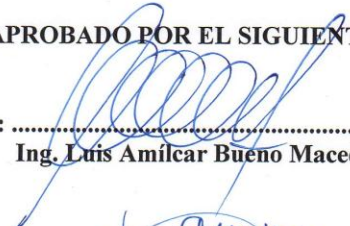
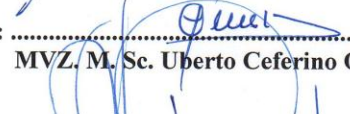

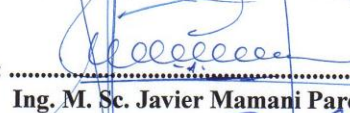
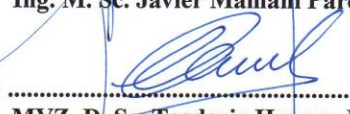
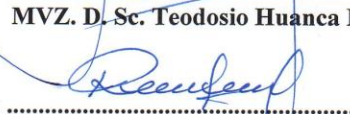
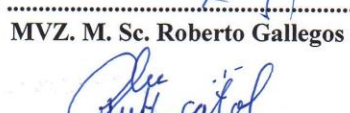
PRESENTADA POR:

WILBER QUISPE TICONA

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

**INGENIERO AGRÓNOMO
CON MENCIÓN EN ZOOTECNIA**

REVISADO Y APROBADO POR EL SIGUIENTE JURADO:

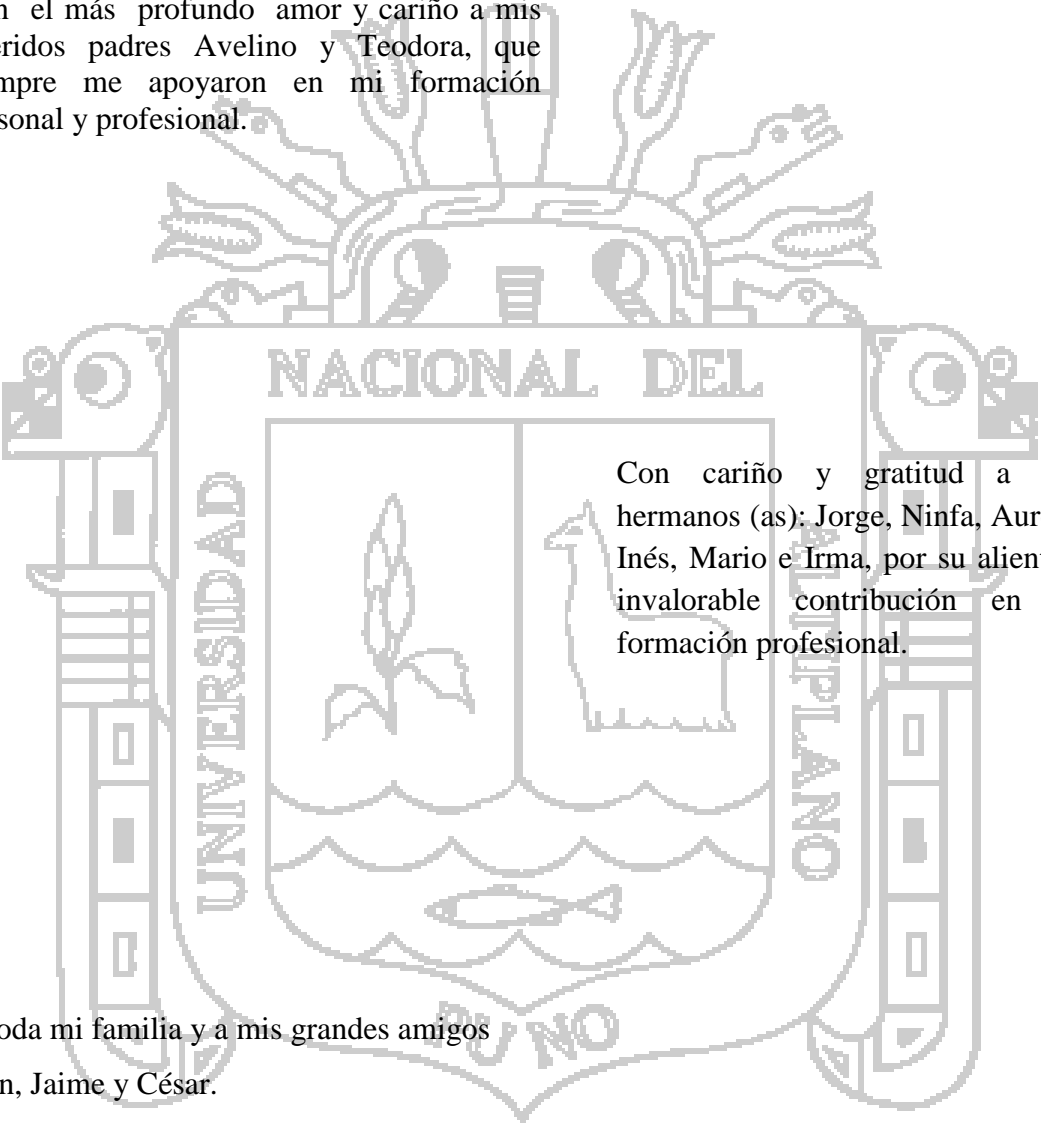
PRESIDENTE	:	
		Ing. Luis Amílcar Bueno Macedo	
PRIMER MIEMBRO	:	
		MVZ. M. Sc. Uberto Ceferino Olarte Daza	
SEGUNDO MIEMBRO	:	
		Ing. M. Sc. Jesús Sánchez Mendoza	
DIRECTOR DE TESIS	:	
		Ing. M. Sc. Javier Mamani Paredes	
ASESOR DE TESIS	:	
		MVZ. D. Sc. Teodosio Huanca Mamani	
ASESOR DE TESIS	:	
		MVZ. M. Sc. Roberto Gallegos Acero	
ASESOR DE TESIS	:	
		MVZ. Rubén Herbert Mamani Cato	

PUNO – PERÚ

2010

DEDICATORIA

Con el más profundo amor y cariño a mis queridos padres Avelino y Teodora, que siempre me apoyaron en mi formación personal y profesional.



Con cariño y gratitud a mis hermanos (as): Jorge, Ninfa, Aurora, Inés, Mario e Irma, por su aliento e invaluable contribución en mi formación profesional.

A toda mi familia y a mis grandes amigos Juan, Jaime y César.

Wilber

MI SINCERO AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional del Altiplano, especialmente a la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica, por la oportunidad de la realización de mis estudios superiores y a su plana docente, por haber compartido sus sabias enseñanzas.

Al Ing. M. Sc. Javier Mamani Paredes, por aceptar la dirección del presente trabajo de investigación y haberme orientado en esta tarea, mostrando un constante e inestimable apoyo incondicional, paciencia y entusiasmo.

A los MVZs Teodosio Huanca Mamani, Roberto Gallegos Acero y Rubén Herbert Mamani Cato, por haberme prestado una generosa ayuda en el desarrollo de este trabajo como Asesores.

A los distinguidos miembros de jurado: Ing. Luis Amílcar Bueno Macedo, MVZ. M. Sc. Uberto Ceferino Olarte Daza e Ing. M. Sc. Jesús Sánchez Mendoza, por acceder amablemente a formar parte del mismo y por su contribución en los aspectos de aprobación del proyecto, ejecución y redacción final del presente trabajo.

A mis compañeros de trabajo Ingenieros: Eloy Ccaso Quispe, Hector Chambi Condori, Beltrán Ccuno Arenas, José Alberto Maquera Lope, Sergio Guillermo Guerra Diaz y otros, por su comprensión y apoyo incondicional durante la ejecución del presente trabajo.

A aquellas personas que, directa o indirectamente, han estado a mi lado durante todo este tiempo, en el que me han ofrecido su amistad sin pedir nada a cambio.

Wilber

ÍNDICE GENERAL

Pág.

RESÚMEN	iv
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
2.1. Clasificación taxonómica de las alpacas.....	3
2.2. Población de alpacas.....	3
2.3. Características productivas de la alpaca.....	6
2.3.1. Peso vivo.....	6
2.3.1.1. Peso vivo al nacimiento.....	6
2.3.1.2. Peso vivo al destete.....	6
2.3.1.3. Peso vivo al año de edad.....	7
2.3.2. Peso vellón.....	7
2.3.2.1. Peso vellón a la primera esquila.....	7
2.4. Marco conceptual.....	7
2.4.1. Mejoramiento genético.....	7
2.4.2. Genotipo.....	8
2.4.3. Fenotipo.....	8
2.5. Parámetros genéticos.....	9
2.5.1. Heredabilidad.....	9
2.5.1.1. Métodos de estimación de heredabilidad.....	10
2.5.2. Correlación genética (r_g).....	11
2.5.2.1. Métodos de estimación de correlación genética.....	12
2.5.3. Correlación fenotípica (r_p).....	12
2.5.3.1. Métodos de estimación de correlación fenotípica.....	13
2.5.3.2. Coeficientes de correlación.....	13
2.5.4. Factores ambientales modificantes.....	13
2.6. Valores sobre estimaciones de heredabilidad, correlaciones fenotípicas y genéticas.....	15
2.6.1. Heredabilidad.....	15
2.6.2. Correlaciones fenotípicas.....	16
2.6.3. Correlaciones genéticas.....	18
III. MATERIALES Y MÉTODOS	20
3.1. Ámbito de estudio.....	20
3.2. Material de estudio.....	20
3.3. Manejo y alimentación.....	21
3.4. Metodología.....	21
3.4.1. Sistematización de datos.....	21
3.4.2. Orden, emparejamiento y clasificación de datos.....	22
3.4.3. Ajuste de datos por fecha al nacimiento.....	22
3.4.3.1. Para peso vivo.....	23
3.4.3.2. Para peso vellón.....	23
3.4.4. Ajuste por efectos medio ambientales.....	24
3.4.5. Ajuste de datos por factores de corrección.....	24

3.4.6. Distribución de los datos finales.....	25
3.4.7. Análisis para estimar los componentes de varianza.....	25
3.4.8. Análisis para estimar los componentes de covarianza.....	25
3.4.9. Estimación de heredabilidad (h^2).....	26
3.4.9.1. Precisión de la estimación de la heredabilidad....	27
3.4.10. Estimación de las correlaciones.....	28
3.4.10.1. Correlación genética.....	28
3.4.10.2. Correlación fenotípica.....	28
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	30
4.1. Efecto de factores fijos.....	30
4.2. Heredabilidad (h^2).....	31
4.2.1. Heredabilidad de peso vivo al nacimiento.....	32
4.2.2. Heredabilidad de peso vivo al destete.....	33
4.2.3. Heredabilidad de peso vellón a la primera esquila.....	33
4.2.4. Heredabilidad de peso vivo al año de edad.....	34
4.3. Correlaciones fenotípica (r_p).....	34
4.3.1. Peso vivo al nacimiento con peso vivo al destete.....	35
4.3.2. Peso vivo al nacimiento con peso vellón a la 1ra. esquila...	36
4.3.3. Peso vivo al nacimiento con peso vivo al año de edad.....	37
4.3.4. Peso vivo al destete con peso vellón a la primera esquila....	37
4.3.5. Peso vivo al destete con peso vivo al año de edad.....	38
4.3.6. Peso vellón a la 1ra. esquila con peso vivo al año de edad..	39
4.4. Correlación genética (r_g).....	40
4.4.1. Peso vivo al nacimiento con peso vivo al destete.....	41
4.4.2. Peso vivo al nacimiento con peso vellón a la 1ra. esquila...	41
4.4.3. Peso vivo al nacimiento con peso vivo al año de edad.....	42
4.4.4. Peso vivo al destete con peso vellón a la primera esquila...	43
4.4.5. Peso vivo al destete con peso vivo al año de edad.....	43
4.4.6. Peso vellón a la 1ra. esquila con peso vivo al año de edad..	44
V. CONCLUSIONES.....	46
VI. RECOMENDACIONES.....	47
VII. BIBLIOGRAFIA.....	48
VIII. ANEXOS.....	52

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Población mundial de alpacas al 2010.....	3
Cuadro 2. Población de alpacas por regiones al 2010.....	4
Cuadro 3. Población de alpacas en la Región Puno.....	4
Cuadro 4. Población de alpacas de la provincia de Lampa al 2010.....	5
Cuadro 5. Población de alpacas de la provincia de San Román al 2010.....	5
Cuadro 6. Correlaciones fenotípicas para peso vivo en alpacas de la raza....	18
Cuadro 7. Distribución de los registros finales de alpacas para la estimación de parámetros genéticos.....	25
Cuadro 8. Índice de herencia para peso vivo y peso vellón en alpacas Huacaya del CIP Quimsachata INIA – Puno.....	31
Cuadro 9. Correlaciones fenotípicas para peso vivo y peso vellón en alpacas Huacaya del CIP Quimsachata INIA – Puno.....	35
Cuadro 10. Correlaciones genéticas para peso vivo y peso vellón en alpacas Huacaya del CIP Quimsachata INIA – Puno.....	40

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Índice de herencia para peso vivo y peso vellón en alpacas Huacaya del CIP Quimsachata INIA – Puno.....	32
Figura 2. Correlaciones fenotípicas para peso vivo y peso vellón en alpacas Huacaya del CIP Quimsachata INIA – Puno.....	35
Figura 3. Correlación fenotípica entre peso vivo al destete y peso vivo al año de edad en alpacas Huacaya del CIP Quimsachata-INIA-Puno.....	38
Figura 4. Correlación fenotípica entre peso vivo al año de edad y peso vellón a la primera esquila en alpacas Huacaya del CIP Quimsachata-INIA-Puno.....	39
Figura 5. Correlaciones genéticas para peso vivo y peso vellón en alpacas Huacaya del CIP Quimsachata INIA – Puno.....	41

RESUMEN

El presente estudio se desarrolló en el Centro de Investigación y Producción Quimsachata, INIA – Puno, a partir de los datos base tomados de los registros de reproducción y producción de alpacas Huacaya, acumuladas desde 1997 a 2010. Los objetivos fueron estimar la heredabilidad (h^2), correlaciones fenotípicas (r_p) y genéticas (r_g) de peso vivo y peso vellón. Para estimar dichos parámetros, los datos originales previamente fueron ajustados por edad al nacimiento y luego corregidos por factores de corrección para los efectos medioambientales (año de producción, sexo de la cría y edad de la madre) por el método de Mínimos Cuadrados. La heredabilidad se estimó por el método de componentes de varianza y las correlaciones fenotípicas y genéticas fueron estimadas a partir de los componentes de covariancia, bajo un diseño completamente al azar. Los resultados muestran que las heredabilidades obtenidas para el peso vivo al nacimiento, destete, peso vellón a la primera esquila y peso vivo al año de edad son: 0.07 ± 0.12 ; 0.11 ± 0.13 ; 0.58 ± 0.21 y 0.12 ± 0.16 , respectivamente. Las correlaciones fenotípicas (r_p) para peso vivo al nacimiento con: peso vivo al destete, peso vellón a la primera esquila y peso vivo al año de edad son: 0.12, 0.02 y 0.09, respectivamente; para peso vivo al destete con peso vellón a la primera esquila y peso vivo al año de edad son: 0.05 y 0.46, respectivamente; y para peso vellón a la primera esquila con peso vivo al año de edad es: 0.07. En tanto, las correlaciones genéticas para peso vivo al nacimiento con: peso vivo al destete, peso vellón a la primera esquila y peso vivo al año de edad son: -0.02 ± 1.01 ; -1.28 ± 0.36 y 1.14 ± 0.32 , respectivamente; para peso vivo al destete con peso vellón a la primera esquila y peso vivo al año de edad son: 0.43 ± 0.38 y 1.89 ± 2.28 , respectivamente; y para peso vellón a la primera esquila con peso vivo al año de edad es: 0.48 ± 0.38 . Por ende, se concluye que las características de heredabilidad, correlación fenotípica y genética, son medianamente altas y positivas, los que permitirán elegir el método de selección más adecuado en un programa de mejoramiento genético.

Palabras clave: Heredabilidad, correlaciones fenotípicas y genéticas, alpacas y Huacaya.

I. INTRODUCCIÓN

En el altiplano peruano, la crianza de alpacas es una actividad de gran importancia socioeconómica, a su vez en esta región se encuentra concentrada la mayor población de alpacas (2 180,670 alpacas) que representa el 54.87% de la población nacional y de ésta el 90% se encuentra en comunidades y parcialidades campesinas (MINAG, 2010); a pesar de las serias limitaciones que impiden un eficiente aprovechamiento de los mismos. Por esta razón, la mejora del nivel de vida del productor alpaquero, expresado ya sea por su mayor capacidad de ahorro o por un mayor consumo, necesariamente dependerá de los mayores ingresos económicos obtenidos. Un incremento de la producción de peso vivo y peso vellón, dependerá de una mayor población de su capital pecuario o de una mayor eficiencia de los individuos de su población ganadera.

La mejora genética actual de la alpaca en los rebaños familiares de los criadores individuales se realiza sin ninguna base genética en la producción de carne y/o vellón, considerando solamente su expresión fenotípica (Málaga y Col., 1998). Por esta razón, los productores de alpacas tienen una preocupación, que viene a ser no sólo la productividad de un animal sino la productividad de sus rebaños en conjunto; los que quieren utilizar técnicas de mejoramiento genético específicos, basados en el conocimiento de parámetros genéticos importantes tales como la heredabilidad, correlaciones fenotípicas y genéticas, para poder mejorar la población de alpacas como un todo. Sin embargo, estos caracteres de interés económico son mensurables y se manifiestan repetidamente de un registro a otro, durante la vida de la alpaca, y estos mismos caracteres guardan ciertas relaciones de interdependencia, los que permiten estimar parámetros genéticos como son: heredabilidad y correlaciones fenotípicas y genéticas.

Actualmente, existe escasa información sobre estimación de parámetros genéticos de las características de interés económico, a pesar de que existen algunos trabajos, pero que no permiten hacer inferencias para el desarrollo de programas de mejoramiento genético específicos, debido a que las características medioambientales en que se desarrollan las alpacas son distintas, es así que, en nuestra región, la cordillera oriental (puna húmeda) posee ventajas comparativas y competitivas que permiten brindar condiciones

favorables principalmente en la alimentación de las alpacas, frente a la cordillera occidental (puna seca).

Por esta razón, el mejoramiento genético de la alpaca tiene decisiva importancia para incrementar la producción y productividad, del peso vellón como del peso vivo, seleccionando los animales de mejor rendimiento para estas características, que darán lugar a una descendencia superior al promedio de la población donde fueron elegidos los progenitores con un fenotipo promedio superior a las anteriores generaciones. En base a lo referido, los objetivos del presente trabajo fueron:

- a. Estimar la heredabilidad para el peso vivo al nacimiento, al destete, peso vellón a la primera esquila y peso vivo al año de edad.
- b. Estimar las correlaciones fenotípicas entre peso vivo al nacimiento con: destete, peso vellón a la primera esquila y peso vivo al año de edad; peso vivo al destete con: peso vellón a la primera esquila y peso vivo al año de edad; y peso vellón a la primera esquila con peso vivo al año de edad.
- c. Estimar las correlaciones genéticas entre peso vivo al nacimiento con: destete, peso vellón a la primera esquila y peso vivo al año de edad; peso vivo al destete con: peso vellón a la primera esquila y peso vivo al año de edad; y peso vellón a la primera esquila con peso vivo al año de edad.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Clasificación taxonómica de la alpaca

Reino	:	Animal
Tipo	:	Mamífero herbívoro
Orden	:	Artiodactyla
Sub-orden	:	Tylópoda
Familia	:	Camelidae
Género	:	<i>Vicugna</i>
Especie	:	<i>Vicugna pacos</i> L. (Kadwell y Col., 2001).

2.2. Población de alpacas

Cuadro1. Población mundial de alpacas al 2010.

País	Población(Nº de animales)	Porcentaje (%)
Perú	3 973,952	83.12
Bolivia	416,952	8.72
Argentina	23,615	0.49
Chile	52,317	1.09
Ecuador	4,600	0.10
Estados Unidos	126,971	2.66
Oceanía	25,000	0.52
Australia	100,000	2.09
Asia	17,814	0.37
Nueva Zelandia	20,814	0.44
Canadá	6,971	0.15
China	4,143	0.09
Israel	2,486	0.05
Europa	5,392	0.11
Total	4 781,027	100

Fuente: Elaborado en base a datos de MINAG – DRA – DIA-Puno, 2010.

Según el Cuadro 1, el Perú posee la mayor población de alpacas (3'973,952 alpacas), ocupando así el primer lugar a nivel mundial, el mismo que representa el 83.12% de la población mundial, seguido por Bolivia con 8.72%, Estados Unidos con 2.66%, Chile con 1.09%, Nueva Zelandia con 0.44%, Australia con 2.09%; y el resto de los países completan la población total.

Cuadro 2. Población de alpacas por regiones al 2010.

Región	Población(N° de animales)	Porcentaje (%)
Puno	2'180,670	54.87
Cusco	489,162	12.31
Arequipa	384,239	9.67
Huancavelica	242,018	6.09
Ayacucho	204,373	5.14
Apurímac	179,495	4.52
Moquegua	105,507	2.65
Tacna	42,724	1.08
Pasco	38,294	0.96
Junin	43,162	1.09
Lima	36,561	0.92
Ancash	13,015	0.33
Cajamarca	1,486	0.04
La libertad	8,522	0.21
Huanuco	4,724	0.12
Total	3'973,952	100

Fuente: Elaborado en base a datos de MINAG – DRA – DIA-Puno, 2010.

Según el Cuadro 2, Puno alberga 2'180,670 alpacas, el mismo que representa el 54.87% de la población nacional, seguido por Cusco con 12.31%, Arequipa con 9.67%, Huancavelica con 6.09%, Ayacucho con 5.14%, Apurímac con 4.52%, Moquegua con 2.65% y el resto de las regiones completan la población total.

Cuadro 3. Población de alpacas en la Región Puno.

Cordillera	Provincia	Población (N° de animales)	Porcentaje (%)
Oriental (Puna húmeda)	Melgar	296,050	13.58
	Carabaya	273,550	12.54
	Azangaro	232,980	10.68
	Huancane	189,040	8.67
	San Antonio de Putina	141,630	6.49
	Sandia	53,950	2.47
	Moho	13,300	0.61
	Sub total		1'200,500
Occidental (Puna seca)	Lampa	368,930	16.92
	Chujuito – Juli	212,150	9.73
	Puno	177,550	8.14
	El Collao	168,680	7.74
	San Román	52,130	2.39
	Yunguyo	730	0.03
	Sub total		980,170
Total	13 Provincias	2'180,670	100

Fuente: Elaborado en base a datos de MINAG – DRA – DIA-Puno, 2010.

Según el Cuadro 3, referente a la población de alpacas de la Región Puno por provincias, se puede apreciar que la mayor población de alpacas se encuentra en la Cordillera Oriental (puna húmeda) con una población de 1'200,500 alpacas, constituyendo el 55.05% de la población regional, mientras que en la Cordillera Occidental tiene una población de 980,170 alpacas constituyendo el 44.95%.

Cuadro 4. Población de alpacas de la provincia de Lampa al 2010.

Región	Población (N° de animales)
Cabanillas	11,790
Calapuja	985
Lampa	41,430
Nicasio	530
Ocuviri	39,973
Palca	31,170
Paratía	54,500
Pucara	13,109
Santa Lucía	142,570
Vila Vila	27,873
Total	368,930

Fuente: Elaborado en base a datos de MINAG – DRA – DIA-Puno, 2010.

Según el Cuadro 4, referente a la población de alpacas de la provincia de Lampa y sus distritos, se puede apreciar que la mayor población de alpacas se encuentra en el distrito de Santa Lucía con una población de 142,570 alpacas, constituyendo el 38.64% de la población provincial.

Cuadro 5. Población de alpacas de la provincia de San Román al 2010.

Región	Población (N° de animales)
Cabana	8,260
Cabanillas	41,274
Caracoto	946
Juliaca	1,650
Total	52,130

Fuente: Elaborado en base a datos de MINAG – DRA – DIA-Puno, 2010.

Según el Cuadro 5, referente a la población de alpacas de la provincia de San Román y sus distritos, se puede apreciar que la mayor población de alpacas se encuentra en el distrito de Cabanillas con una población de 41,274 alpacas, constituyendo el 79.18% de la población provincial, mientras que los distritos de Cabana. Juliaca y Caracoto poseen una población de 8260; 1650 y 946 alpacas, respectivamente.

2.3. Características productivas de la alpaca

2.3.1. Peso vivo

2.3.1.1. Peso vivo al nacimiento

El peso promedio de las alpacas, al nacimiento varía según el sistema de producción, por ejemplo en las comunidades campesinas, se encuentra entre 6,21 a 6,84 kg (Días, 1989; Cruz y Col, 1991; y Medina, y Col, 1988); y en los Centros Experimentales, varían desde 7,5 a 9,44 kg (Barcena, 1988; Bustinza, y Col, 1970). La edad de la madre es otro factor que influye en el peso al nacimiento, siendo menores (8,14 kg) en las crías de las alpacas de 2 años de edad, pero este se incrementa en las crías de madres de 5 a 12 años de edad (8,61 kg) y partir de los 13 años disminuye (Bustinza y Col, 1988). Igualmente ha observado que alpacas de 10 años parieron crías de mayor peso (7,61 kg) en comparación a las madres de 6 a 9 años de edad (7,3 kg) (Ampuero, 1987). Estos resultados demuestran que los factores como, lugar de procedencia, sistema de producción y la edad de la madre tienen influencia en el peso al nacimiento de sus crías.

2.3.1.2. Peso vivo al destete

El peso vivo promedio al destete de las alpacas en comunidades campesinas varía en machos de 23,05 a 24,38 kg, y en hembras de 20,98 a 25,32 kg (Cruz y Col, 1991; Díaz, 1989), lo cual demuestra que existe diferencia de peso al destete. En un estudio similar, (Barcena, 1988) determinó un promedio superior (27,63 kg) en ambos sexos, lo cual posiblemente se debe a las mejores condiciones de manejo que se practica, en un Centro Experimental. De este modo la diferencia de promedios de peso al destete entre machos y hembras indican que el factor sexo tiene influencia sobre este carácter. Actividad que se realiza aproximadamente entre los 7 a 8 meses de edad (Bustinza, 2001).

2.3.1.3. Peso vivo al año de edad

El peso vivo promedio al año de edad de alpacas (29,0 kg) de la raza Huacaya, (Ruiz de castilla, 2004), mientras que (Bustinza, 2001) señala que al año de edad alcanza un peso de 30 kg; diferencias que probablemente esté influenciada por los factores sexo y año de producción, los cuales se consideran para estimar los parámetros genéticos.

2.3.2. Peso vellón

2.3.2.1. Peso vellón a la primera esquila

En comunidades campesinas el peso vellón de alpacas a la primera esquila reportado por Cruz y Col. (1991), fue de 2,65 y 2,13 lb.; en cambio Díaz (1989) menciona 1,49 y 1,41 kg en macho y hembras, respectivamente. En el C.E. La Raya, Velarde y Col. (1987) encontraron un promedio de 1,33 kg a la primera esquila en alpacas machos de la raza Huacaya. Tal como ocurre con el peso vivo, estos resultados demuestran que la diferencia de promedios de peso vellón varía según el lugar de procedencia, el sistema de crianza y el sexo. Esta actividad que se realiza aproximadamente a la edad de 9 a 10 meses de edad, (Bustinza, 2001).

2.4. Marco conceptual

2.4.1. Mejoramiento genético

El mejoramiento genético, consiste en aplicar principios biológicos, económicos y matemáticos, con el fin de encontrar estrategias óptimas para aprovechar la variación genética existente en una especie de animales en particular para maximizar su mérito. Esto involucra tanto la variación genética entre los individuos de una raza, como la variación entre razas y cruza. El mejoramiento genético involucra procesos de evaluación genética y difusión del material genético seleccionado, en los cuales se pueden usar tecnologías reproductivas artificiales tales como la inseminación artificial, la transferencia de embriones y la fertilización

in vitro, así como el uso de marcadores de ADN (Cardellino y Rovira, 1987). Los dos principales problemas en un programa de mejoramiento genético son:

- a. Cómo definir el mérito (objetivo del programa) y ,
- b. Cómo lograr este objetivo (sistema de evaluación, usos y difusión de la mejora a la población comercial).

Las dos herramientas primordiales del mejoramiento genético son:

- a. La selección (determinar cuáles individuos van a dejar descendencia).
- b. Los sistemas de apareamiento (determinar cómo los individuos seleccionados serán apareados (Cardellino y Rovira, 1987).

2.4.2. Genotipo

El Genotipo, es como un mapa de las características genéticas de un individuo (por ej. Genes recesivos y dominantes), es la información o carga genética (almacenada en el ADN) que se posee un organismo y es transmitido de una generación a otra, es decir: Genotipo = Transmisión (Cardellino y Rovira, 1987).

2.4.3. Fenotipo

El Fenotipo, es como un mapa de las características físicas del individuo que consiste en el conjunto de rasgos morfológicos de un ser vivo, así como todas aquellas tangibles, resaltantes y observables los mismos que se expresan a partir del genotipo, es decir: Fenotipo = Expresión (Cardellino y Rovira, 1987).

La investigación en el mejoramiento genético de las alpacas, recién está poniendo un esfuerzo dirigido a la estimación de parámetros genéticos y fenotípicos y a la evaluación de respuestas a la selección de los principales caracteres de importancia económica. Es muy importante poner un esfuerzo grande para diseñar un programa de mejoramiento genético global para las alpacas, que consiga conciliar lo que propone el genetista con lo que tiene en mente el productor alpaquero (Mamani, 1988). Los pasos secuenciales en el diseño de este programa de mejoramiento genético de alpacas son:

Dónde:

h^2 = Heredabilidad

V_G = Varianza genética total

V_P = Varianza fenotípica total

Otro concepto define la heredabilidad en el sentido limitado como la fracción de la variación genética aditiva sobre la varianza fenotípica total:

$$h^2 = \frac{V_A}{V_P}, \text{ (Lush, 1969).}$$

Dónde:

h^2 = Heredabilidad

V_G = Varianza genética aditiva

V_P = Varianza fenotípica total

Esta variabilidad en los estimados de valores de heredabilidad depende de factores como:

- Tamaño de la población
- Frecuencias genéticas que gobiernan
- Ausencia de dominancia o epistasis, si es que se trata de genes en uno o en diferentes locus respectivamente
- Diseño experimental y
- Efectos ambientales (Falconer, 1986).

2.5.1.1. Métodos de estimación de heredabilidad

Correlación intraclase entre medios hermanos (H.S.)

Es un método en el que se utiliza la semejanza entre hermanos, es el más utilizado y recomendado en el mejoramiento animal, porque no posee influencia de dominancia materna e interacción, estima $\frac{1}{4}$ de la heredabilidad, se adapta muy

bien al tipo de datos que pueden ser obtenidos tanto en estaciones experimentales como en centros de producción (Cardellino y Rovira, 1987). La estructura de la población es de padres apareados con diferentes madres originando descendientes. Es un diseño típico para animales uníparos y de intervalos de generaciones elevados, como vacunos y ovinos. La heredabilidad es igual a: $h^2=4t$, donde t, es el coeficiente de correlación intraclase y 4 la covarianza entre medios hermanos paternos (Becker, 1986).

2.5.2. Correlación genética (r_G)

La causa genética de las correlaciones es principalmente la pleiotropía propiedad de un gen merced a la cual afecta a dos o más características, de manera que si un gen se segrega causa una variación simultánea en los caracteres que afecta. Pero la correlación que resulta por pleiotropía o es el efecto total o neto de todos los genes segregantes que afectan ambos caracteres. Algunos pueden incrementar los valores de ambos caracteres, mientras que otros pueden incrementar en uno y disminuir en otro, aunque el ligamiento es también una causa transitoria de correlación particularmente en poblaciones derivadas de cruzas entre estirpes divergentes, aunque con el tiempo la correlación causada por el ligamiento tiende a desaparecer a medida que el entrecruzamiento va separando los genes que estaban originalmente en el mismo bloque en el cromosoma (Falconer, 1986; Cardellino y Rovira, 1987; Lasley, 1970).

Las causas de la correlación genética entre A_1 y A_2 pueden ser permanentes o transitorias. La causa permanente de que dos caracteres estén genéticamente correlacionados es la pleiotropía; algunos de los genes que afectan a 1, afectan también 2. Una causa no permanente de correlación genética entre dos caracteres, es el ligamiento (linkage), en particular el llamado “desequilibrio genético” (linkage disequilibrium). Con el tiempo, la correlación causada por el ligamiento tiende a desaparecer, a medida que el entrecruzamiento crossing-over va desapareciendo los genes que estaban originando en el mismo bloque en el cromosoma. La correlación genética entre dos caracteres de un mismo animal, puede ser medido, observando a un gran número de pares de individuos íntimamente emparentados, y correlacionando el carácter X en un miembro del par

con el carácter Y en el otro. Esto requiere un número elevado de individuos, y las estimaciones adolecen de serios errores de muestreo (Cardellino y Rovira, 1987).

2.5.2.1. Métodos de estimación de correlación genética

Los métodos para estimar correlaciones genéticas son esencialmente los mismos que para estimar la heredabilidad. La base de los métodos es también la covarianza entre parientes, con la diferencia de que ahora se mide dos caracteres en un mismo pariente, de modo que en lugar de sumas de cuadrados lo que se calcula es sumas de productos (Cardellino y Rovira, 1987).

2.5.3. Correlación fenotípica (r_p)

La correlación fenotípica, es el grado de correlación que existe entre dos caracteres que pueden ser observadas directamente. Este índice es útil para escoger aquellos caracteres que deben ser usados en un programa de mejoramiento genético. Biológicamente, se define como el resultado de la contribución de elementos comunes del medio ambiente y del genotipo de dos características en estudio.

En otras palabras, viene a ser la suma de las correlaciones genéticas y ambientales, indica además que las correlaciones pueden ser positivas o negativas. El primer caso es, cuando la variación va dirigida en el mismo sentido y en el segundo, varían en sentido opuesto (Stonaker, 1977).

La causa de la correlación fenotípica observada entre dos caracteres no necesariamente es genética, lo cual quiere decir que aunque haya una correlación fenotípica positiva entre 1 y 2 (características), la selección por uno no resultará necesariamente una ganancia genética por dos, así como una correlación fenotípica cero, no implica total independencia genética entre 1 y 2 (Cardellino y Rovira, 1987).

La asociación entre dos caracteres que puede ser observada directamente es la correlación de los valores fenotípicos, o correlación fenotípica. Esta se estima usando las mediciones de los caracteres hechos en varios individuos de la

población, (Falconer, 1983). En términos estadísticos, la correlación es la medición del grado de interrelación que existe entre dos o más variables. La correlación mide el grado de asociación que existe entre ellas, presuponiendo que la causa de interrelación es común en ambas (Calzada, 1983).

El rango de valores posibles de la correlación es de -1 a 1. La causa de la correlación fenotípica observada entre dos caracteres no es necesariamente genética, lo cual quiere decir que aunque haya una correlación fenotípica total, es la correlación ambiental entre 1 y 2, que es la correlación entre los desvíos ambientales más las fuentes genéticas no aditivas, dominancia, interacción y ambiental (Cardellino y Rovira, 1987).

2.5.3.1. Métodos de estimación de correlación fenotípica. (r_p)

Los métodos para estimar correlaciones fenotípicas son esencialmente los mismos que para estimar la heredabilidad. La base de los métodos es también la covarianza entre parientes, con la diferencia de que ahora se mide dos caracteres en un mismo pariente, de modo que en lugar de sumas de cuadrados lo que se calcula es sumas de productos (Cardellino y Rovira, 1987).

2.5.3.2. Coeficientes de correlación

Los coeficientes de correlación, se resume de la siguiente manera:

- De $r = 0.2$ a $r = 0.3$ Coeficiente muy bajo
- De $r = 0.4$ a $r = 0.5$ Coeficiente bajo
- De $r = 0.6$ a $r = 0.7$ Coeficiente alto
- De $r = 0.8$ a $r = 1.0$ Coeficiente muy alto (Calzada, 1983).

2.5.4. Factores ambientales modificantes

El medio ambiente que modifica la expresión genotípica y produce variabilidad en el fenotipo, es debido a factores externos que actúan sobre el individuo, como son el clima, la alimentación, enfermedades, etc., los cuales pueden influir en la etapa prenatal y postnatal. Para reducir la variación de los factores ambientales que

influyen en la manifestación de una característica, es conveniente uniformizar los sistemas de alimentación, manejo, sanidad, etc., en los hatos ganaderos.

La magnitud de la varianza ambiental para un carácter en distintos periodos de la vida de un animal, puede ser causado por efectos permanentes o sea aquellos que prevalecen en todos los periodos y por efectos temporales, los cuales varían de un periodo a otro (Herrera, 1985).

La gran cantidad de cambios en los genes y en los cromosomas, es la causa de la variación genética en los animales; esta variación genética se expresa. Sin embargo, solo en la medida en que las condiciones y los estímulos ambientales se lo permiten.

El ambiente no modifica en forma directa la constitución genética de un individuo, sino las circunstancias ambientales determinan la expresión con la cual se expresa la tendencia genética, siempre se debe tener en mente la interacción constante entre la herencia y el ambiente. Aun cuando la varianza ambiental no se transmite, esto no debe obstaculizar o limitar a los criadores para conseguir mantener un ambiente favorable como sea posible desde el punto de vista económico, para permitir el desarrollo total de las potencialidades inherentes a los animales (Warwick y Legates, 1980).

Las causas de la correlación ambiental son las desviaciones ambientales (mas dominancia y epistasis), si frente a la misma influencia ambiental de dos caracteres reacciona en la misma dirección tendremos una correlación ambiental positiva y se reacciona en sentido contrario será negativa (Cardellino y Rovira, 1987).

Entre los factores ambientales que modifican la respuesta productiva de las alpacas están: el efecto del año de nacimiento y la edad de la madre. El efecto de los años en la mayoría de los caracteres, persiste hasta la primera esquila y en otras hasta el tercer año de edad. Asimismo, la influencia del día de nacimiento persiste hasta los diez meses de edad. Crías nacidas en los primeros días de la estación de parición muestran una mayor tasa de sobrevivencia (Bustinza y Col. 1988).

2.6. Valores sobre estimaciones de heredabilidad, correlaciones fenotípicas y genéticas

2.6.1. Heredabilidad

En la población de alpacas de la estación principal de Altura “La Raya” del IVITA, ubicado en la puna húmeda del distrito de Maranganí, Canchis, Cusco, en condiciones extensivas de manejo, usando el método de regresión cría – madre, encontró un valor de heredabilidad para peso al nacimiento, de 0.11 ± 0.14 (Velasco, 1980).

En base a la información de esta misma población encontraron heredabilidades para pesos vivos al nacimiento, destete, primera esquila y peso vellón a la primera esquila de 0.53; 0.39; 0.55 y 0.22, respectivamente (Bravo y Velasco, 1982).

Los valores de índices de herencia de una población de alpacas de la raza Huacaya del Centro Experimental La Raya UNSAAC – Cusco, procedentes de 1441 registros productivos y reproductivos. Como el doble de la regresión cría – madre fueron estimados los índices de herencia para pesos vivos al nacimiento, destete, primera esquila y peso vellón a la primera esquila, siendo los valores: 0.32 ± 0.12 , 0.41 ± 0.14 , 0.32 ± 0.23 y 0.31 ± 0.17 , respectivamente (Quirita y Col, 1990).

Los valores de índices de herencia en una población de alpacas de la raza Huacaya del centro Experimental La Raya de la UNA – Puno, correspondiente a las campañas 1981 – 1985, procedentes de los registros de 450 alpacas madres y de sus respectivas crías. Como el doble de la regresión cría – madre fueron estimados los índices de herencia para pesos vivos al nacimiento, destete (7 meses) y primera esquila (9 meses), siendo los valores 0.17 ± 0.16 , 0.73 ± 0.36 y 0.62 ± 0.48 , respectivamente. Las heredabilidades estimadas para peso vellón y longitud de mecha a la primera esquila fueron de 0.38 ± 0.34 y 0.43 ± 0.39 , respectivamente (Mamani, 1995).

Los valores de índices de herencia de una población de alpacas de la raza Huacaya del Centro Experimental La Raya de la UNA – Puno, correspondiente a las

campañas de 1982 – 1994, procedentes de los registros de 1857 de alpacas madres y de sus respectivas crías. Como el doble de la regresión cría – madre fueron estimados los índices de herencia para el peso vivo al nacimiento, siendo el valor estimado de 0.491 ± 0.032 (Málaga y Olarte, 1996).

Los valores de índices de herencia de una población de alpacas de la raza Huacaya del Centro Experimental La Raya de la UNA – Puno, correspondiente a las campañas de 1986 – 1990, procedentes de los registros de madres y de sus respectivas crías, fueron estimados los índices de herencia para peso vivo al nacimiento, al destete (7 meses) y primera esquila (9 meses), siendo los valores encontrados de 0.24 ± 0.14 , 0.57 ± 0.25 y 0.47 ± 0.36 , respectivamente. El índice de herencia estimado para peso vellón a la primera esquila (9 meses), fue de 0.37 ± 0.25 (Maquera, 1996).

Los valores de índices de herencia de una población de alpacas de la raza Huacaya del Centro Experimental La Raya de la UNA – Puno, correspondiente a las campañas de 1982 – 1994, procedentes de los registros de 1857 alpacas madres y de sus respectivas crías. Por el método de componentes de covarianza, fueron estimados los índices de herencia para peso vivo al nacimiento, al destete, primera y segunda esquila, siendo 0.52 ± 0.04 ; 0.42 ± 0.04 ; 0.50 ± 0.04 y 0.44 ± 0.06 , respectivamente (Málaga y Col, 1998).

2.6.2. Correlaciones fenotípicas

En la C.A.P. Huaycho (Nuñoa – Macusani), en 840 alpacas entre Suri y Huacaya encontró correlación entre peso vivo y peso vellón un coeficiente de correlación alto y positivo para machos obtuvo un $r = 0.99$, para hembras un $r = 0.52$, para Huacaya un $r = 0.63$, para Suri un $r = 0.57$ y un promedio general de $r = 0.60$ (Blanco, 1980).

Las correlaciones fenotípicas para peso vivo y longitud de mecha, para peso vivo y peso vellón y para peso al nacimiento y sobrevivencia de 0.12, 0.25 y 0.26, respectivamente. Por otro lado, se determinaron valores medianos de 0.32, 0.36, 0.49 y 0.52, para las asociaciones fenotípicas de peso vivo de madre y peso vivo al

nacimiento, peso vivo de madre y peso al destete, peso de vellón y longitud de mecha, y peso vivo y peso vellón, respectivamente (Bustinza y Buferning, 1988).

Las correlaciones fenotípicas de 0.22 y 0.20; entre el peso vivo al nacimiento con el peso al destete, peso vivo al nacimiento con peso vivo a la primera esquila, respectivamente, en una población de alpacas de la raza Huacaya del Centro Experimental La Raya UNSAAC – Cusco (Quirita y Col. (1990).

En una población de alpacas Huacaya del Centro Experimental La Raya de la UNA – Puno, que corresponden a las campañas 1981 – 1985, procedentes de los registros de 450 alpacas madres y de sus respectivas crías. Estimó correlaciones fenotípicas entre el peso al nacimiento con pesos al destete y primera esquila encontrando valores de 0.41 y 0.39, respectivamente y la correlación fenotípica entre peso vivo al destete con peso a la primera esquila fue de 0.84 (Mamani, 1991).

Las correlaciones fenotípicas de una población de alpacas de la raza Huacaya del Centro Experimental La Raya de la UNA – Puno, correspondiente a las campañas de 1986 – 1990, procedentes de los registros de madres y de sus respectivas crías, entre peso al nacimiento con pesos al destete y primera esquila y peso de vellón a la primera esquila, siendo los valores encontrados, de: 0.49, 0.52 y 0.32, respectivamente. El estimado de correlación fenotípica entre peso corporal a la primera esquila con peso de vellón a la primera esquila fue de 0.40 (Maquera, 1996).

Los valores de correlaciones fenotípicas para peso vivo en alpacas de la raza Huacaya del Centro Experimental La Raya de la UNA – Puno, correspondiente a las campañas de 1982 – 1994, procedentes de los registros de 1857 alpacas madres y de sus respectivas crías. Por el método de regresión cría – madre (Málaga y Col. 1998).

Cuadro 6. Correlaciones fenotípicas para peso vivo en alpacas de la raza Huacaya del Centro Experimental La Raya de la UNA- Puno

Características	Peso		
	Al destete	A la 1ra. esquila	A la 2da. esquila
Peso al nacimiento	0.43	0.35	0.29
Peso al destete	-	0.80	0.67
Peso a la 1ra. Esquila	-	-	0.75

Fuente: Málaga, 1998.

La correlación fenotípica estimada para peso vivo y peso vellón a la primera esquila en alpacas de la raza Huacaya del Centro Experimental La Raya de la UNA – Puno, siendo este valor de 0.24 (Olarde, 1998).

Las correlaciones fenotípicas, estimadas de una población de alpacas de la raza Huacaya de color del Centro de Innovación y Producción Quimsachata INIA – Puno, correspondiente a las campañas de 1998 – 2003, procedentes de los registros de parición, destete y año de edad, entre peso al nacimiento con peso vivo al destete fue de 0.41, peso al nacimiento con peso vivo al año de edad 0.36 y peso vivo al destete con peso vivo al año de edad 0.77 (Mamani, 2005).

2.6.3. Correlaciones genéticas

Los valores de correlaciones genéticas de peso al nacimiento con el peso al destete, peso a la primera esquila y peso vellón a la primera esquila, en una población de alpacas de la raza Huacaya del Centro Experimental La Raya UNSAAC – Cusco, procedentes de 1441 registros productivos y reproductivos; siendo los valores: 0.57 ± 0.17 , 0.67 ± 0.20 y 0.34 ± 0.28 , respectivamente (Quirita y Col., 1990).

La correlación genética para peso vivo y peso vellón a la primera esquila, en una población de alpacas de la raza Huacaya del Centro Experimental La Raya de la UNA – Puno, correspondiente a las campañas 1981 – 1985, siendo el valor de 0.39 ± 0.23 (Mamani, 1995).

Las correlaciones genéticas de una población de alpacas de la raza Huacaya del Centro Experimental La Raya de la UNA – Puno, correspondiente a las campañas de 1986 – 1990, procedentes de los registros de madres y de sus respectivas crías,

para peso vivo y peso vellón a la primera esquila fue de 0.41 ± 0.24 (Maquera, 1996).

La correlación genotípica entre peso vivo y peso vellón a la primera esquila en alpacas de la raza Huacaya del Centro Experimental La Raya de la UNA – Puno, siendo este valor de 0.58 ± 0.08 (Olarate, 1998).



III.MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. **Ámbito de estudio**

El presente estudio se realizó en el Centro de Innovación y Producción (CIP) Quimsachata, del Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA – Puno, que se encuentra ubicada entre los distritos de Santa Lucía y Cabanillas de las provincias de Lampa y San Román de la región Puno, respectivamente a 15° 44'00'' Latitud Sur y 70° 41' 00'' Longitud Oeste de Greenwich (INCAGRO, 2007) a una altitud promedio de 4,300 msnm. La temperatura media anual es de 7°C (fluctúa entre 3°C y 15°C), con una humedad relativa de 40% y con una precipitación pluvial anual que varía entre 400 y 688.33, abarca una extensión total de 6,281.5 hás (INIA Illpa, 2008).

El Centro de Innovación y Producción (CIP) Quimsachata, del Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA – Puno, de acuerdo al mapa ecológico del Perú, pertenece a la zona agroecológica de Puna seca. La composición florística y cobertura de pastos en la época de lluvias es buena, disminuyendo notoriamente en la época de estiaje, observándose especies anuales y perennes, donde predominan en su mayoría gramíneas y en menor grado compuestas, ciperáceas, juncáceas y rosáceas, que varían en su composición fundamentalmente de acuerdo a la humedad del suelo, exposición y características edafológicas con textura y materia orgánica (MINAG, 2001).

3.2. **Material de estudio**

El presente trabajo, se realizó en base a los registros reproductivos y productivos de la población de alpacas Huacaya del Centro de Innovación y Producción (CIP) Quimsachata INIA – Puno, correspondiente a los años 1997 al 2010; los registros utilizados fueron de nacimiento, destete, año de edad y esquila (peso vellón de la primera esquila); los cuales se digitaron en hoja de cálculo del programa Microsoft Excel

3.3. Manejo y alimentación

El manejo de las alpacas en el Centro de Innovación y Producción Quimsachata, se realiza de acuerdo al calendario alpaquero establecido para la zona, bajo la dirección de profesionales especializados, quienes no solo contribuyen en la mejora de la producción y productividad de la alpaca y llama de dicho Centro, sino que también realizan trabajos de investigación a fin de proponer nuevas alternativas tecnológicas para la producción de Camélidos Sudamericanos.

El sistema de alimentación, es totalmente extensivo en praderas nativas. La composición florística y cobertura de pastos en la época de lluvias es buena, observándose especies anuales y perennes tales como *Muhlenbergia peruviana* (llapa pasto), *Hipchoeris stenocephala* (pilli), *Eleocharis albibracteata* (k'emillo), *Distichia muscoïdes* (kunkuna), *Trifolium amabili* (layo), *Festuca dolichophylla* (chilligua), *Alchemilla pinnata* (sillu sillu), *Calamagrostis rigecens* (callo callo), *Stipa ichu* (ichu), *Calamagrostis vicunarum* (crespillo), *Alchemilla diplophylla* (libro libro), *Stipa brachiphylla*, *Parastrephia* sp., *Astragalus garbancillos* (garbancillo), *Baccharis* sp. (tola), *Festuca orthophylla* (iru ichu), *Margiricarpus pinnatus* (kanlli), *Muhlenbergia fastigiata* (chiji), entre otros (Miranda, 1990).

3.4. Metodología

3.4.1. Sistematización de datos

Luego de recopilado los registros o cuadernos de producción de cada año y para cada característica registrada; se procedió a realizar la digitación de los datos, introduciéndose a una base de datos creado en la hoja de cálculo del Programa Microsoft Excel, los datos fueron introducidos tal y como se registraron y con los criterios de registro considerados en cada actividad productiva, correspondiente a los registros de producción (peso vivo al nacimiento, destete, peso vellón a la primera esquila y peso vivo al año de edad) de los años 1997 al 2010 de alpacas Huacaya.

3.4.2. Orden, emparejamiento y clasificación de datos

Luego se realizó el ordenamiento de los datos, eliminándose los registros incompletos; seguidamente se realizó el emparejamiento de los datos para la formación de estructuras familiares; mediante los registros de empadre se identificaron a las alpacas empadradas con los respectivos machos y con los registros de nacimiento se identificó a la cría; luego se emparejó con los registros de destete, primera esquila y año de edad para cada cría; posteriormente se realizó la clasificación de los datos según año de producción, fecha de cada actividad productiva, para luego realizar los ajustes preliminares de los datos; para ello se crearon los registros completos con los diferentes campos, como se describe a continuación:

- PADRE	=	Padre
- MADRE	=	Madre
- EDADM	=	Edad de la madre
- AÑONAC	=	Año de nacimiento de la cría
- ARECRI	=	Arete de cría
- PENAC	=	Peso de nacimiento
- COLOR	=	Color de la alpaca
- SEXO	=	Sexo de la alpaca
- FEDES	=	Fecha de destete
- PEDES	=	Peso al destete
- PEAÑO	=	Peso al año
- FEESQ	=	Fecha de esquila
- EDADESQ	=	Edad de esquila
- PEVELL	=	Peso vellón
- AÑOESQ	=	Año de esquila
- PEDEAJU	=	Peso destete ajustado.

3.4.3. Ajuste de datos por fecha al nacimiento

Con la finalidad de uniformizar y evitar la influencia de las fechas de nacimiento sobre la característica peso vivo al destete y al año de edad, se ajustó a fecha fija siguiendo las fórmulas de Warwick y Legates (1980).

3.4.3.1. Para peso vivo

Peso destete ajustado.

$$\text{PEDEAJU} = \frac{\text{PEDES} - \text{PENAC}}{\text{EDADES}} * \text{EPD} + \text{PENAC}$$

Dónde:

PEDEAJU	=	Peso vivo al destete ajustado
PEDES	=	Peso al destete
PENAC	=	Peso al nacimiento
EDADES	=	Edad al destete
EPD	=	Edad promedio al destete

Peso al año de edad ajustado

$$\text{PEAÑOAJU} = \frac{(\text{PEAÑO} - \text{PENAC})}{\text{EDAD AÑO}} * \text{EPA} + \text{PENAC}$$

Dónde:

PEAÑOAJU	=	Peso vivo al año ajustado.
PEAÑO	=	Peso al año
PENAC	=	Peso al nacimiento
EDAD AÑO	=	Edad al año
EPA	=	Edad promedio al año.

3.4.3.2. Para peso vellón

Con la finalidad de uniformizar y evitar la influencia de las fechas de esquila sobre la característica de peso vellón a la primera esquila se empleó las fórmulas ideadas por Cardellino y Rovira (1987).

Peso vellón ajustado

$$\text{PEVELLAJU} = \frac{\text{PEVELL}}{\text{EDADESQ}} * \text{EPE}$$

Dónde:

PEVELLAJU	=	Peso vellón ajustado.
PEVELL	=	Peso vellón
EDADESQ	=	Edad a la esquila
EPE	=	Edad promedio a la esquila

3.4.4. Ajuste por efectos medioambientales

Para corregir la influencia de los efectos no genéticos (medioambientales), como el año de producción, edad de la madre y sexo de la cría, sobre la característica peso vivo y vellón, se ha realizado un análisis de varianza, utilizando el siguiente método aditivo lineal, bajo un diseño completamente al azar.

$$Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \sigma_k + \varepsilon_{ijkl}$$

Dónde:

Y_{ijkl}	=	Variable respuesta, del i-ésimo año de producción en la j - ésima edad de la madre y el k-ésimo sexo de la cría.
μ	=	Promedio poblacional.
α_i	=	Efecto del i-ésimo año de producción
β_j	=	Efecto del j-ésima edad de la madre
σ_k	=	Efecto del k-ésimo sexo de la cría
ε_{ijkl}	=	Efecto no controlable o error experimental.

El ajuste de datos se realizó mediante el método de Mínimos Cuadrados para lo cual se utilizó el paquete estadístico SAS (SAS Institute Inc. 2004. SAS/IML 9.1 User's Guide. Cary, NC: SAS Institute Inc.).

3.4.5. Ajuste de datos por factores de corrección

Luego de haber determinado la influencia de los factores medioambientales sobre las características de peso vivo y peso de vellón, se realizó el ajuste con los valores de factores de corrección, los que se muestran en el anexo (Cuadros 15 al 22).

3.4.6. Distribución de los registros finales

Sometido los datos a los ajustes y las correcciones respectivas, se redujo el número de observaciones de los individuos, quedando finalmente como datos corregidos válidos para la estimación de parámetros genéticos siendo estos: heredabilidad, correlaciones fenotípicas y genéticas, los que se aprecian en el siguiente Cuadro:

Cuadro 7. Distribución de los registros finales de alpacas para la estimación de parámetros genéticos.

Características	Total general	NO	SI
Peso vivo al nacimiento	1761	612	1149
Peso vivo al destete	1427	449	978
Peso vivo al año de edad	1136	354	782
peso vellón al 1ra esquila	832	262	570

Fuente: Elaborado a partir de los registros del C.I.P. Quimsachata – INIA – Puno.

3.4.7. Análisis para estimar los componentes de varianza

Con los datos ajustados se realizó la estimación de los respectivos componentes de varianza y covarianza genética y fenotípica con el siguiente modelo estadístico.

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_j$$

Dónde:

- Y_{ij} = Observación del carácter de la j-ésima progenie, dentro del i-ésimo padre.
- μ = Media general o poblacional para la característica en estudio
- α_i = Efecto del i-ésimo padre sobre la j-ésima progenie
- ε_j = Error aleatorio de la j-ésima progenie dentro del i-ésimo padre

3.4.8. Análisis para estimar los componentes de covarianza

Para estimar los componentes de covarianzas se empleó los principios generales descritos por (Henderson, 1952), utilizando el siguiente modelo Aditivo Lineal bajo un diseño completamente al azar.

$$Y_{ij} = \mu + s_i + \beta(X_{ij} + \bar{X}_{..}) + \varepsilon_{ij}$$

Dónde:

- Y_{ij} = Variable independiente (peso vivo y peso vellón)
 μ = Media general
 s_i = Efecto del i-ésimo tratamiento
 β = Coeficiente de regresión
 X_{ij} = Es el valor de la covarianza o variable concomitante correspondiente a Y_{ij} , es decir es el ij-ésimo ensayo.
 $\bar{X}_.$ = Es el promedio de las
 ε_{ij} = Efecto del error.

Una vez estimado los productos medios esperados del análisis de covarianza se procedió a estimar la covarianza fenotípica (Cov_p) y covarianza genética (Cov_g). Con los valores obtenidos de los componentes de varianza y covarianza genética y fenotípica, se procedió a estimar los parámetros genéticos como: heredabilidad y correlaciones fenotípicas y genéticas para peso vivo y peso vellón.

3.4.9. Estimación de heredabilidad (h^2)

Luego con los datos finales, fue realizado el cálculo de índice de herencia, para los caracteres en estudio; para ello se ha utilizado el método de medios hermanos paternos (Half Sibs), o correlación intraclase, basado en el parecido entre parientes (Becker, 1986).

$$t = \frac{\sigma^2_s}{\sigma^2_s + \sigma^2_w} \quad \text{ó} \quad t = \frac{\sigma^2_s}{\sigma^2_p}$$

Dónde:

- t = Correlación intraclase
 σ^2_s = Componente de varianza de los padres
 σ^2_w = Componente de varianza de los medios hermanos

Luego se multiplica t por 4, ya que la correlación intraclase entre medios hermanos estima un $\frac{1}{4}$ de la heredabilidad (Becker, 1986). Ver anexo (Cuadros 5, 6, 7 y 8).

$$h^2 = \frac{4\sigma^2_s}{\sigma^2_s + \sigma^2_w}$$

Dónde:

- h^2 = Índice de herencia
 σ^2_s = Componente de varianza de los padres
 σ^2_w = Componente de varianza de los medios hermanos

Las variables estudiadas fueron:

- Peso vivo al nacimiento.
- Peso vivo al destete.
- Peso vivo al año de edad.
- Peso de vellón a la primera esquila.

3.4.9.1. Precisión de la estimación de la heredabilidad

No sólo basta hacer una estimación de un parámetro genético, si no que ésta estimación debe completarse con alguna medida que nos dé una idea de la precisión de la misma; esa medida nos da el error estándar. Para lograr estimaciones relativamente precisas es necesario poseer datos bastante numerosos y no solamente eso, sino que también deben tener cierto balance en su estructura (proporción entre número de padres, madres y progenies) que podríamos llamar óptimo o casi óptimo (Cardellino y Rovira, 1987).

Los datos con número reducido de observaciones, conducen a estimaciones con error estándar muy grande, que hacen que los resultados prácticamente sean inservibles. También, el uso de modelos incompletos, que no incluyen fuentes importantes de variación, especialmente ambiental, puede conducir a cometer grandes errores en la estimación de éste parámetro. El método aproximado para estimar el error estándar es mediante la siguiente fórmula:

$$EE(h^2) = 4 \sqrt{\frac{2(1-t)^2[1+(k-1)t]^2}{k(k-1)(s-1)}}$$

Dónde:

- EE** = Error estándar
 h^2 = Heredabilidad
 t = Correlación intraclase
 k = Número de crías por progenitor
 s = Número de padres

3.4.10. Estimación de las correlaciones

Para la estimación de las correlaciones genéticas y fenotípicas para el peso vivo y peso vellón, se determinaron haciendo uso de las varianzas y covarianzas genéticas y fenotípicas resultantes de los análisis de varianza y covarianza calculadas para cada carácter de la siguiente manera:

3.4.10.1. Correlación genética (r_G)

Una vez obtenida los componentes de covarianza paternos entre las características, se halló el coeficiente de correlación genética; la metodología utilizada fue la fórmula propuesta por Becker (1986). Ver anexo (Cuadros 9 al 14).

Dónde:

r_G	=	Correlación genética
COV_S	=	Covarianza genética aditiva de caracteres XY
$\sigma^2_{s(x)}$	=	Variancia genética aditiva de X
$\sigma^2_{s(y)}$	=	Variancia genética aditiva de Y

3.4.10.2. Correlación fenotípica (r_p)

Para estimar la correlación fenotípica la fórmula utilizada fue la propuesta por Becker (1986). Según anexo (Cuadro 9 al 14).

$$r_p = \frac{COV_w + COV_S}{\sqrt{(\sigma^2_{w(x)} + \sigma^2_{s(x)})(\sigma^2_{w(y)} + \sigma^2_{s(y)})}}$$

Dónde:

r_p	=	Correlación fenotípica
COV_S	=	Covarianza de componente padre

COV_w	=	Covariancia de componente ambiental (progenie)
$\sigma^2_{s(X)}$	=	Variancia de componente padre de X
$\sigma^2_{s(Y)}$	=	Variancia de componente padre de Y
$\sigma^2_{w(X)}$	=	Variancia de componente ambiental de X
$\sigma^2_{w(Y)}$	=	Variancia de componente ambiental de Y

Las variables estudiadas fueron:

- Peso vivo al nacimiento con peso vivo al destete.
- Peso vivo al nacimiento con peso vellón a la primera esquila.
- Peso vivo al nacimiento con peso vivo al año de edad.
- Peso vivo al destete con peso vellón a la primera esquila.
- Peso vivo al destete con peso vivo al año de edad.
- Peso vellón a la primera esquila con peso vivo al año de edad.



IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Efectos de factores fijos

Los factores medioambientales o no genéticos considerados como fuente de variación para los caracteres de peso vivo y peso de vellón fueron: el año de producción, sexo de la cría y edad de la madre. Los Cuadros 1 al 4 del anexo, presentan los análisis de varianza para cada una de las características en estudio.

De los cuadros del análisis de varianza se puede deducir que el factor año de producción, mostró diferencia altamente significativa sobre las variables: peso vivo al nacimiento, peso vivo al destete, peso vivo al año de edad y peso vellón a la primera esquila; lo que implica que los efectos del medio ambiente tienen gran influencia sobre el desarrollo de la biomasa corporal de las alpacas a través del tiempo. Al respecto, Mamani (2005) en la misma población de alpacas del CIP Quimsachata INIA- Puno, encontró diferencias altamente significativas para peso vivo al nacimiento y peso vivo al destete. También, Málaga (1998) encontró diferencias altamente significativas para las variables peso vivo al nacimiento y peso vivo al destete en alpacas Huacaya del C.E. La Raya – UNA Puno, con lo que se corrobora que entre los factores ambientales que modifican la respuesta productiva de las alpacas están: el efecto del año de nacimiento y la edad de la madre. El efecto de los años en la mayoría de los caracteres, persiste hasta la primera esquila y en otras hasta el tercer año de edad (Bustinza y Col., 1988).

El factor sexo de la cría, mostró diferencia significativa solamente sobre la variable peso vivo al año de edad, pero no mostró diferencia alguna sobre las variables: peso vivo al nacimiento, peso vivo al destete y peso vellón a la primera esquila, siendo las hembras las más pesadas al año de edad. Sin embargo, Málaga (1998) encontró efecto del factor sexo sobre las variables peso vivo al nacimiento y peso vivo al destete en alpacas del C.E. La Raya – UNA Puno.

Del mismo modo, se puede apreciar que el factor edad de la madre mostró diferencia altamente significativa sólo sobre la variable peso vivo al nacimiento y diferencia significativa sobre la variable peso vivo al destete y peso vellón a la primera esquila, siendo las alpacas hembras las que alcanzaron un mayor peso a edades de 5, 6, 7 y 8

años y por tanto son las que reportan mejores rendimientos, debido a la habilidad materna que desarrollan las hembras de esta especie, no mostrando diferencia sobre la variable peso vivo al año de edad, porque las crías a partir del destete ya no dependen de sus madres. Al respecto, Mamani (2005) en la misma población de alpacas del CIP Quimsachata INIA- Puno, encontró efecto altamente significativas sobre las variables: peso vivo al nacimiento y peso vivo al destete. En forma similar, Málaga (1998) encontró efecto altamente significativo del factor de edad de la madre sobre las variables de peso vivo al nacimiento y peso vivo al destete en alpacas del C.E. La Raya – UNA Puno.

En lo que concierne a peso vellón, los factores año de producción y edad de la madre muestran efecto altamente significativo y significativo, respectivamente, sobre la variable: peso vellón a la primera esquila, no siendo influenciada por el factor sexo de la cría. Al respecto, Olarte (1998) encontró que el factor año de producción y el sexo tienen influencia sobre el variable peso vellón a la primera esquila.

Al observar los efectos medio ambientales: año de producción (clima, temperatura, precipitación pluvial, entre otros), edad de la madre y sexo de la cría, se aprecia que influyen en la producción de los animales, por lo que cualquier información generado en este tipo de investigaciones se debe ajustar por los factores de corrección.

4.2. Heredabilidad (h^2)

Los valores estimados de heredabilidad para las características de peso vivo al nacimiento, peso vivo al destete, peso vellón a la primera esquila y peso vivo al año de edad y sus respectivos errores estándar, se aprecian en el siguiente Cuadro.

Cuadro 8. Índice de herencia para peso vivo y peso vellón en alpacas Huacaya del Centro de Innovación y Producción Quimsachata, INIA – Puno.

Característica	Nº	$h^2 \pm E.E.$
Peso vivo al nacimiento	1149	0.07 ± 0.12
Peso vivo al destete	978	0.11 ± 0.13
Peso vellón a la primera esquila	570	0.58 ± 0.21
Peso vivo al año de edad	782	0.12 ± 0.16

Fuente: Elaborado a partir del anexo (cuadro 5 - 8)

Dónde:

N° = N° de registros utilizados
 h^2 = Heredabilidad
 E.E. = Error estándar

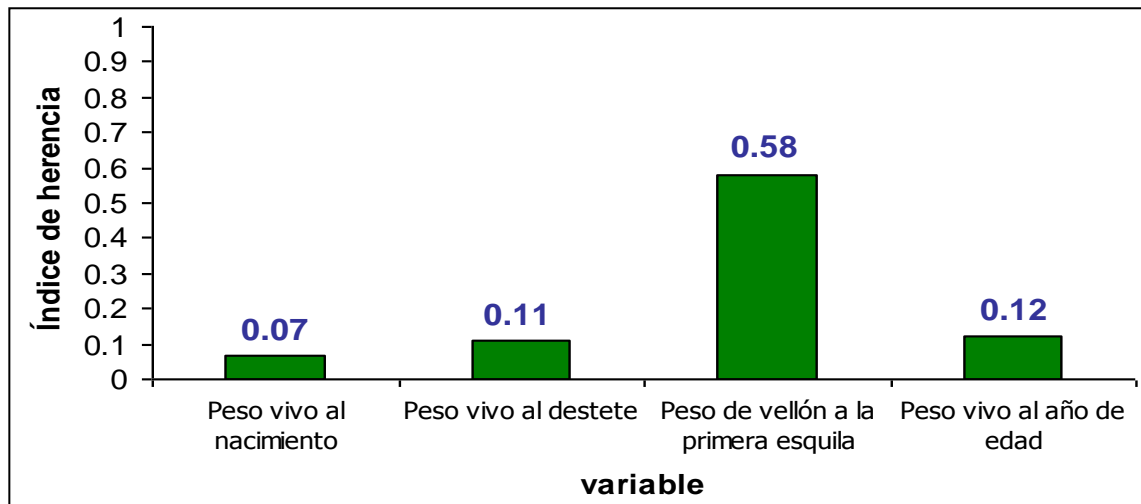


Figura 1. Índice de herencia para peso vivo y peso vellón en alpacas Huacaya del Centro de Innovación y Producción Quimsachata, INIA – Puno.

4.2.1. Heredabilidad de peso vivo al nacimiento

La heredabilidad estimada para peso vivo al nacimiento es de 0.07 ± 0.12 , siendo muy inferior a los reportes de Ampuero (1987) y Bustinza (2001) quienes indican valores de heredabilidad para el peso vivo al nacimiento en alpacas Huacaya de 0.38 ± 0.33 y 0.34 ± 0.23 , los mismos que fueron estimados a través de la correlación intraclase de medios hermanos; y mediante regresión cría – madre; Velasco (1980) reporta una heredabilidad de 0.32 ± 0.12 ; Bravo y Velasco (1982) una heredabilidad de 0.53; Quirita y Col. (1990) una heredabilidad de 0.11, en el Centro Experimental La Raya Cusco, mientras que Apaza y Fernández (1990) muestran valores de 0.38 ± 0.26 ; Mamani (1995) 0.17 ± 0.16 y Maquera (1996) 0.24 ± 0.14 ; Málaga y Olarte (1996) 0.491 ± 0.032 y Málaga y Col. (1998) 0.52 ± 0.04 , todos ellos con datos procedentes de C.E. La Raya Puno.

Los valores de heredabilidad estimados y comparados con otros estudios muestran diferencias, muy probablemente en razón de que las poblaciones de referencia con las del presente estudio son diferentes, dado al criterio de selección a los que son sometidos las diferentes unidades productivas de alpacas; en consecuencia, es razonable esperar variación en los valores de heredabilidad, dado a que el parámetro depende de la frecuencia génica, la cual varía de uno a otro rebaño por efecto de selección.

4.2.2. Heredabilidad de peso vivo al destete

El valor de heredabilidad encontrado para peso vivo al destete en alpacas Huacaya, destetados aproximadamente entre siete a ocho meses es de 0.11 ± 0.13 , que es muy inferior a los valores estimados por Quirita y Col. (1990); Bravo y Velasco (1982) quienes encontraron valores de 0.41 ± 0.14 y 0.34 , respectivamente para animales del C.E. La Raya UNSAAC – Cusco, utilizando el método de estimación regresión madre - cría. Asimismo, es muy inferior al estimado por Mamani (1995) quien reporta 0.73 ± 0.36 y Maquera (1996) indica 0.57 ± 0.25 de heredabilidad para animales del C.E. La Raya UNA – Puno.

Los valores de estimados de heredabilidad comparados con otros estudios muestran diferencias, posiblemente en razón de que las poblaciones de referencia son diferentes a los del presente estudio; en consecuencia, es razonable esperar variación en los valores de heredabilidad, dado a que el parámetro depende de la frecuencia génica, la cual varía de uno a otro rebaño por efecto de selección.

4.2.3. Heredabilidad de peso vellón a la primera esquila

La heredabilidad estimada para peso vellón a la primera esquila en alpacas de la raza Huacaya es de 0.58 ± 0.21 , el mismo que es superior a lo reportado por Bravo y Velasco (1982) quienes señalan una heredabilidad de 0.22 ; Asimismo es superior a los valores encontrados por Roque y Col. (1985) 0.27 ± 0.08 ; Quirita y Col. (1990) 0.31 ± 0.17 ; Mamani (1995), 0.38 ± 0.34 y Maquera (1996) 0.37 ± 0.25 ; pero inferior a lo reportado por Olarte (1998) quien señala una heredabilidad de 0.67 ± 0.13 para esta variable en estudio; todos ellos con datos procedentes del C.E. La Raya Cusco y Puno, estimados a través del método de la regresión madre - cría.

Este valor considerado medio a alto, significa que el carácter es heredable en esa magnitud, expresado porcentualmente; de modo que el apareamiento de mejores individuos para este carácter daría un mejoramiento genético moderado. Por tanto podría emplearse el método de selección por performance o selección por fenotipo, tomando solamente en cuenta la característica de peso vellón a la primera esquila, de manera que se pueda alcanzar buen progreso genético por año y generación en un

programa de mejoramiento genético de alpacas a nivel de las diferentes unidades productivas.

4.2.4. Heredabilidad de peso vivo al año de edad

El valor de heredabilidad encontrado para peso vivo al año de edad en alpacas Huacaya es de 0.12 ± 0.16 . Sin embargo, al realizar la consulta bibliográfica respectiva, solamente se pudo encontrar información referente al peso vivo a la primera esquila y no así para peso vivo al año de edad; no obstante se debe de considerar este valor porque la primera esquila se realiza aproximadamente entre los 9 a 10 meses de edad; es así que los valores de heredabilidad encontrados por los diferentes autores a la edad de destete son: Bravo y Velasco (1982) 0.55; Quirita y Col. (1990) 0.32 ± 0.23 ; Mamani, (1995) 0.62 ± 0.48 ; Maquera, (1996) 0.47 ± 0.36 ; Málaga y Col. (1998) 0.50 ± 0.04 ; y Olarte, (1998) 0.79 ± 0.11 , respectivamente.

La heredabilidad estimada a través de correlación intraclase por medios hermanos paternos para diferentes características productivas de las alpacas varía. Al respecto se puede indicar que los estimados de heredabilidad para un mismo rasgo pueden mostrar una gran variabilidad, atribuible a los diferentes métodos de estimación, que producen valores que contienen diferentes proporciones de las variancias genéticas, no aditiva y ambiental, también puede atribuirse al tipo y número de datos, al control efectivo de los factores que afectan a la característica, al método utilizado en la estimación de los componentes de variancia, etc. Por otra parte, algunas variaciones reflejan o son consecuencia debido a diferencias reales en la constitución genética de las poblaciones.

4.3. Correlación fenotípica (r_p)

Los resultados de correlación fenotípica de las características de peso vivo y peso vellón, se muestran en el siguiente Cuadro.

Cuadro 9. Correlaciones fenotípicas para peso vivo y peso vellón en alpacas Huacaya del Centro de Innovación y Producción Quimsachata, INIA – Puno.

Carácter	Nº de datos	r_p
PENAC - PEDES	978	0.12
PENAC - PEVELL	570	0.02
PENAC - PEAÑO	782	0.09
PEDES - PEVELL	570	0.05
PEDES - PEAÑO	782	0.46
PEVELL - PEAÑO	570	0.07

Fuente: Elaborado a partir del anexo (cuadro 9 - 14)

Dónde:

r_p	=	Correlación fenotípica
Nº	=	Nº de registros utilizados
PENAC	=	Peso vivo al nacimiento
PEDES	=	Peso vivo al destete
PEVELL	=	Peso vellón a la primera esquila
PEAÑO	=	Peso vivo al año de edad

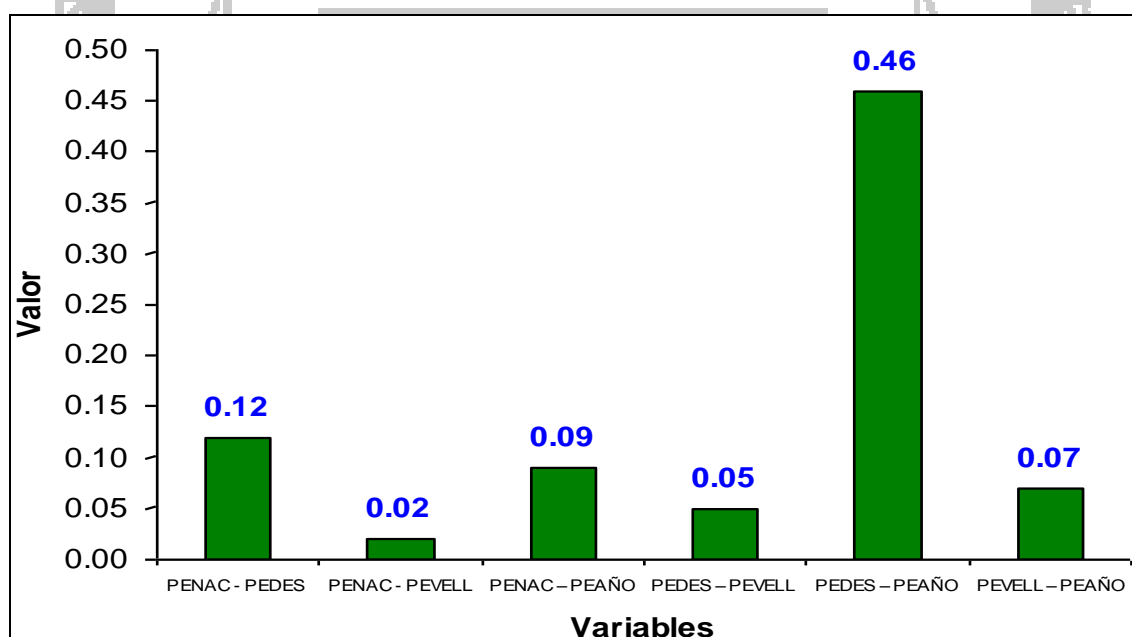


Figura 2. Correlaciones fenotípicas para peso vivo y peso vellón en alpacas Huacaya del Centro de Innovación y Producción Quimsachata, INIA – Puno.

4.3.1. Correlación fenotípica peso vivo al nacimiento con peso vivo al destete (PENAC-PEDES)

La correlación fenotípica entre peso vivo al nacimiento y al destete es de 0.12, valor positivo y de coeficiente bajo. Este valor es muy inferior a los reportes de Quirita y Col.

(1990) quienes estimaron 0.22 para alpacas del C.E. La Raya UNSAAC – Cusco, también muy inferior a los reportes de Mamani (1991), Maquera (1996) y Málaga y Col. (1998) para alpacas de la raza Huacaya del C.E. La Raya de la UNA – Puno, quienes estimaron valores superiores como son: 0.41; 0.49 y 0.43, respectivamente. Siendo, también muy inferior a lo reportado por Mamani (2005) quien encontró una correlación de 0.41 para alpacas de la raza Huacaya de color del C.I.P. Quimsachata INIA – Puno.

Estas diferencias probablemente se explican por las diferencias medioambientales, por la metodología utilizada para su estimación y por los programas de selección diferentes a la que están orientadas estas poblaciones. La correlación entre estas dos características tiene un valor positivo pero con un coeficiente de correlación muy baja lo que significaría que animales que nacen más pesados no siempre obtendrán pesos superiores al destete, por lo cual no sería recomendable realizar una selección por peso entre estas dos características.

4.3.2. Correlación fenotípica peso vivo al nacimiento con peso vellón a la primera esquila (PENAC-PEVELL)

La estimación de correlación fenotípica, para peso vivo al nacimiento con el peso vellón a la primera esquila es de 0.02, valor positivo y de coeficiente muy bajo. Este valor es muy inferior a los reportes de Quirita y Col. (1990) quienes estimaron un valor de 0.18 para alpacas del C.E. La Raya UNSAAC – Cusco, también muy inferiores a los reportes de Mamani (1995) y Maquera (1996) quienes encontraron valores de 0.29 y 0.31 para alpacas de la raza Huacaya del C.E. La Raya de la UNA – Puno, respectivamente.

Esta correlación, es positiva pero de coeficiente muy bajo, que además difiere grandemente a los reportes indicados, diferencia que posiblemente se explican por las condiciones medioambientales a las que están sometidos estas poblaciones de alpacas. Lo que significa que estas dos características tienen casi un comportamiento independiente. Por tanto, no se puede realizar selección tomando en cuenta este factor como indicador de la producción de peso vellón a la primera esquila.

4.3.3. Correlación fenotípica peso vivo al nacimiento con peso vivo al año de edad (PENAC-PEAÑO)

La estimación de correlación fenotípica, para peso vivo al nacimiento con el peso vivo al año de edad es de 0.09, valor positivo y de coeficiente muy bajo. Valor muy inferior a lo reportado por Mamani (2005) quien encontró un valor de 0.36 en la misma población de alpacas del CIP Quimsachata INIA – Puno. Asimismo, al realizar la consulta bibliográfica, solamente se pudo encontrar información referente a la correlación existente entre la correlación fenotípica entre pesos vivos al destete con pesos a la primera esquila, siendo estos reportes de Quirita y Col. (1990) en el C.E. La Raya UNSAAC – Cusco, quienes reportan 0.20, mientras que Mamani (1991); Maquera (1996) y Málaga (1998) en el C.E. La Raya UNA – Puno estimaron una correlación de 0.39, 0.53 y 0.35 respectivamente. Estas diferencias encontradas, no son propiamente a la correlación existente entre el peso vivo al nacimiento con el peso vivo al año de edad. Sin embargo, sirve como referencia considerando que la primera esquila se realiza aproximadamente entre los 9 y 10 meses (Bustinza, 2001), lo que se aproxima al año de edad; es de valor positivo pero de coeficiente muy bajo, lo que probablemente sea debido a la metodología utilizada para su estimación y por las diferencias medio ambientales, lo que significa que estas dos características correlacionadas muestran casi un comportamiento independiente, por lo cual no es recomendable realizar una selección tomando en cuenta la relación entre estas características.

4.3.4. Correlación fenotípica peso vivo al destete con peso vellón a la primera esquila (PEDES-PEVELL)

La estimación de correlación fenotípica, para peso vivo al destete con el peso vellón a la primera esquila es de 0.05, valor positivo y de coeficiente de correlación muy bajo. Este valor es muy inferior a los reportes de Mamani (1995) y Maquera (1996), quienes estimaron en una población de alpacas de la raza Huacaya del C.E. La Raya UNA – Puno, obteniendo valores de 0.41 y 0.36, respectivamente. Coeficiente que indica que el comportamiento entre estas características es casi independiente, de igual manera que las anteriores correlaciones no es recomendable realizar la selección.

4.3.5. Correlación fenotípica peso vivo al destete con peso vivo al año de edad (PEDES-PEAÑO)

La estimación de correlación fenotípica, para la característica de peso vivo al destete con el peso vivo al año de edad es de 0.46, valor positivo y de coeficiente de correlación bajo a medio. Este valor es inferior al reporte de Mamani (2005), quien encontró un valor de 0.77, en la misma población de alpacas de la raza Huacaya de color del CIP Quimsachata INIA – Puno. Valor importante, ya que indica el alto grado de asociación entre estas características; este resultado, induce a usar la selección de reproductores tomando en cuenta cualquiera de las dos características durante el periodo del desarrollo corporal.

Por tanto, se puede inferir que la selección por el carácter peso vivo al destete influye medianamente en la selección indirecta del carácter peso vivo al año de edad. No obstante, al realizar la consulta bibliográfica se pudo encontrar reportes de Mamani (1991), Maquera (1996) y Málaga (1998), quienes encontraron valores de 0.84; 0.88 y 0.80 respectivamente, para la correlación entre el peso vivo al destete con el peso a la primera esquila de las alpacas del C.E. La Raya – Puno, valores que también indican el alto grado de asociación entre estas dos características productivas de las alpacas.

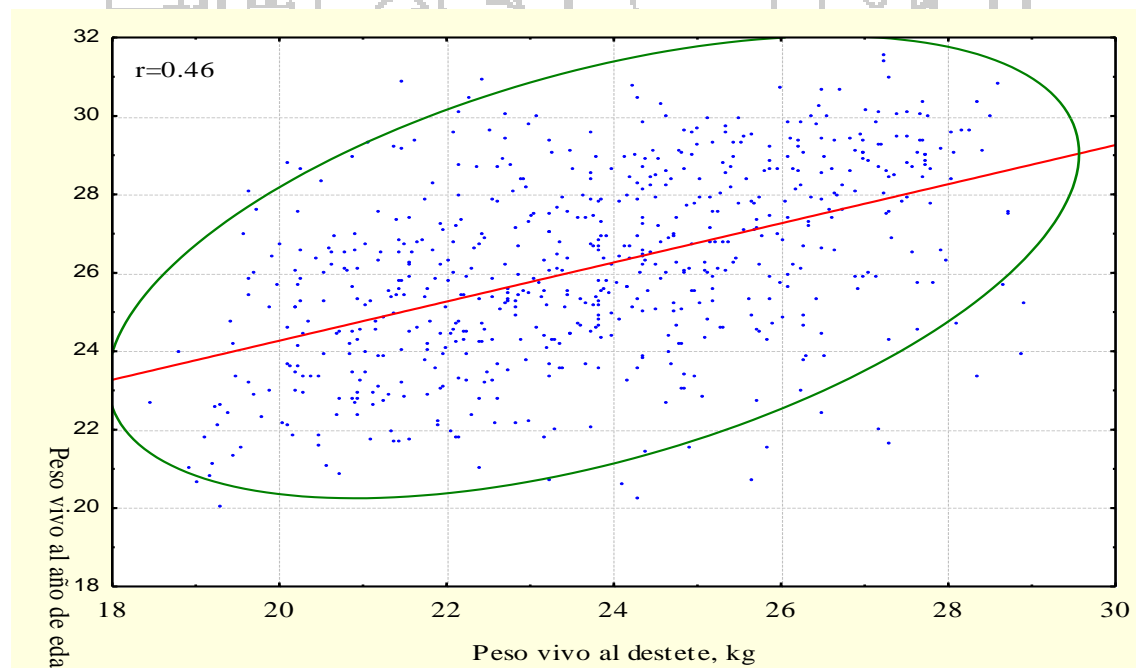


Figura 3. Correlación fenotípica entre peso vivo al destete y peso vivo al año de edad en alpacas Huacaya del C.I.P. Quimsachata, INIA - Puno.

4.3.6. Correlación fenotípica entre peso vellón a la primera esquila con peso vivo al año de edad (PEVELL-PEAÑO)

La estimación de correlación fenotípica, para la característica de peso vellón a la primera esquila con el peso vivo al año de edad es de 0.07, valor positivo y de coeficiente muy bajo. Valor que indica que la asociación entre estas dos características es muy baja, lo que quiere decir que las características correlacionadas muestran un comportamiento casi independiente. Sin embargo, al realizar la consulta bibliográfica respectiva, solamente se encontró información respecto a la correlación entre el peso vivo a la primera esquila con peso vellón a la primera esquila, estimados por Maquera (1996) y Olarte (1998) quienes encontraron valores de 0.40 y 0.24, respectivamente en alpacas de la raza Huacaya del C.E. La Raya de la UNA – Puno.

En síntesis, la correlación del peso vivo al destete con el peso vivo al año de edad además de ser positiva tiene un coeficiente medianamente alto, de manera que se tendrá mediana confiabilidad de seleccionar al destete e indirectamente se estaría seleccionando la velocidad de crecimiento posterior al destete, debido probablemente a la acción de los genes pleiotrópicos. Sin embargo, la relación entre el peso vivo al nacimiento con: peso al destete, peso vellón a la primera esquila y peso vivo al año de edad tienen un coeficiente de correlación muy bajo, mostrando que estas características correlacionadas tiene un comportamiento casi independiente.

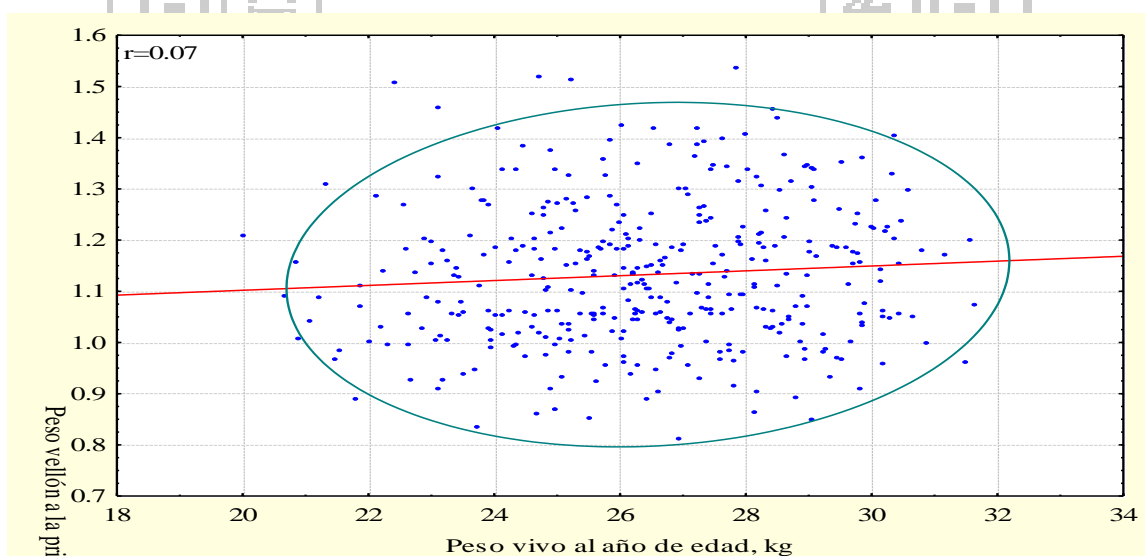


Figura 4. Correlación fenotípica entre peso vellón a la primera esquila y peso vivo al año de edad en alpacas Huacaya del C.I.P. Quimsachata, INIA - Puno.

Sin embargo, al realizar la consulta bibliográfica respectiva nos lleva a pensar que no se puede seleccionar tomando en cuenta el carácter del peso vivo al nacimiento para elegir indirectamente su desarrollo posterior, ya que el medio ambiente (Puna seca) a la cual están sometidos durante su desarrollo posterior al nacimiento será muy variable, inclusive adversa. Por tanto, la correlación fenotípica observada demuestra que no necesariamente es de naturaleza genética, es decir una selección por estas características correlacionadas no siempre conducirá a una ganancia genética (Cardellino y Rovira, 1987).

4.4. Correlación genética (r_g)

Las correlaciones genéticas (r_g) obtenidas en el presente estudio para las características de peso vivo y peso vellón, se presentan de la siguiente manera:

Cuadro 10. Correlaciones genéticas para peso vivo y peso vellón en alpacas Huacaya del Centro de Innovación y Producción Quimsachata, INIA – Puno.

Carácter	Nº de datos	$r_g \pm E.E.$
PENAC - PEDES	978	-0.02 \pm 1.01
PENAC - PEVELL	570	-1.28 \pm -0.36
PENAC - PEAÑO	782	1.14 \pm -0.32
PEDES - PEVELL	570	0.43 \pm 0.38
PEDES - PEAÑO	782	1.89 \pm -2.28
PEVELL - PEAÑO	570	0.48 \pm 0.38

Fuente: Elaborado a partir del anexo (Cuadro 9 - 14)

Dónde:

r_g	=	Correlación genética
Nº	=	Nº de registros utilizados
PENAC	=	Peso vivo al nacimiento
PEDES	=	Peso vivo al destete
PEVELL	=	Peso vellón a la primera esquila
PEAÑO	=	Peso vivo al año de edad

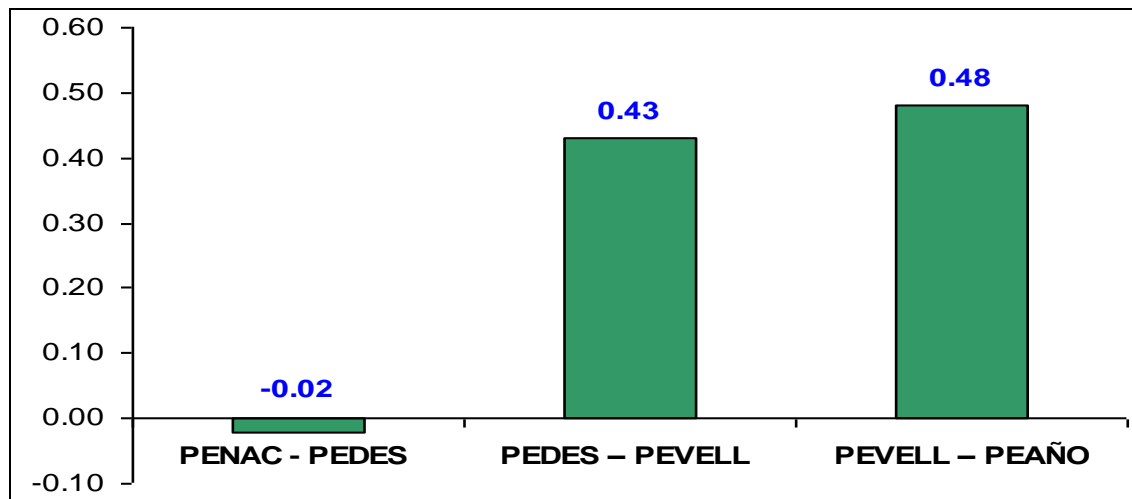


Figura 5. Correlaciones genéticas para peso vivo y peso vellón en alpacas Huacaya del Centro de Innovación y Producción Quimsachata, INIA – Puno.

4.4.1. Correlación genética peso vivo al nacimiento con peso vivo al destete (PENAC-PEDES)

La correlación genética de alpacas Huacaya entre peso vivo al nacimiento con peso vivo al destete es de -0.02 ± 1.01 , valor negativo. Este valor es muy inferior a los reportados por Quirita y Col. (1990), quienes encontraron valores de 0.57 ± 0.17 para alpacas Huacaya del C.E. La Raya UNSAAC – Cusco, también inferiores a los reportes de Málaga y Col. (1998) 1.03 ± 0.31 para alpacas del C.E. La Raya UNA – Puno. Lo que implica que la asociación genética entre estas dos características, es contraproducente, consiguientemente si se selecciona por una característica para mejorar, se deprime la manifestación de la otra característica.

4.4.2. Correlación genética peso vivo al nacimiento con peso vellón a la primera esquila (PENAC-PEVELL)

La correlación genética entre peso vivo al nacimiento y peso vellón a la primera esquila es de -1.28 ± 0.36 , éste valor se encuentra fuera del espacio paramétrico de la correlación que va de -1 a $+1$, probablemente por la metodología que se ha utilizado (Método de Mínimos Cuadrados Ordinarios) lo cual probablemente no sucedería si se hubiera utilizado el método de máxima verosimilitud restringida (REML) y el método de muestreo de Gibbs, ambas en la actualidad son las más utilizadas en mejora genética animal.

Ello es así porque los estimadores hallados son aplicables a modelos mixtos desequilibrados, permiten utilizar fácilmente toda la información que contienen los datos, no subestiman la varianza residual y, no están afectados por la existencia de determinados tipos de selección o, si lo están, lo están menos que otros estimadores (Meyer, 1990). Este valor difiere totalmente a los reportados por Quirita y Col. (1990), quien reporta un valor de 0.34 ± 0.28 para alpacas Huacaya del C.E. La Raya UNSAAC – Cusco, entre peso vivo al nacimiento con peso vellón a la primera esquila, existiendo solo esta estimación entre estas características. Lo que implica que la asociación genética entre estas dos características, es contraproducente, consiguientemente si se selecciona por una característica para mejorar, se deprime la manifestación de la otra característica, mostrando independencia, significa que animales más pesados al nacimiento por causas ambientales (efecto maternal) no implicaría obtener vellones pesados a la primera esquila.

4.4.3. Correlación genética peso vivo al nacimiento con peso vivo al año de edad (PENAC-PEAÑO)

La correlación genética entre peso vivo al nacimiento y peso vivo al año de edad es de 1.14 ± 0.32 ; éste valor se encuentra fuera del espacio paramétrico de la correlación que va de -1 a +1, probablemente por la metodología que se ha utilizado (Método de Mínimos Cuadrados Ordinarios) lo cual probablemente no sucedería si se hubiera utilizado el método de máxima verosimilitud restringida (REML) y el método de muestreo de Gibbs, el método REML y el de Gibbs sampling, ambas en la actualidad son las más utilizadas en mejora genética animal.

Ello es así porque los estimadores hallados son aplicables a modelos mixtos desequilibrados, permite utilizar fácilmente toda la información que contienen los datos, no subestiman la varianza residual y, no están afectados por la existencia de determinados tipos de selección o, si lo están, lo están menos que otros estimadores (Meyer, 1990); no obstante Quirita y Col. (1990) en una población de alpacas del C.E. La raya UNSAAC – Cusco, encontraron una correlación de 0.67 ± 0.20 , para la misma característica en estudio. Asumiendo, que la esquila se realiza aproximadamente entre los 9 y 10 meses de edad, el cual está muy próximo al año de edad.

4.4.4. Correlación peso vivo al destete con peso vellón a la primera esquila (PEDES-PEVELL)

La correlación genética obtenida entre peso vivo al destete y peso vellón a la primera esquila es de 0.43 ± 0.38 , valor positivo y de coeficiente medianamente alto. Al hacer referencia sobre esta correlación se debe de señalar que es un valor medianamente alto, lo cual sí atribuiría a la acción pleiotrópica de los genes; y por consiguiente al seleccionar por el carácter de peso vivo al destete se estaría asegurando la selección indirecta del carácter peso vellón a la primera esquila.

4.4.5. Correlación peso vivo al destete con peso vivo al año de edad (PEDES-PEAÑO)

La correlación genética obtenida entre peso vivo al destete y peso vivo al año de edad en alpacas Huacaya es de 1.89 ± 2.28 , éste valor se encuentra fuera del espacio paramétrico de la correlación que va de -1 a +1, probablemente por la metodología que se ha utilizado (Método de Mínimos Cuadrados Ordinarios) lo cual no sucedería si se hubiera utilizado el método de máxima verosimilitud restringida (REML) y el método de muestreo de Gibbs, ambas en la actualidad son las más utilizadas en mejora genética animal. Ello es así porque los estimadores hallados son aplicables a modelos mixtos desequilibrados, permiten utilizar fácilmente toda la información que contienen los datos, no subestiman la varianza residual y, no están afectados por la existencia de determinados tipos de selección o, si lo están, lo están menos que otros estimadores (Meyer, 1990).

La causa permanente de que dos caracteres estén genéticamente correlacionados es la pleiotropía; algunos de los genes que afectan a 1, afectan también a 2 (Cardellino y Rovira, 1987), y por consiguiente al seleccionar por el carácter de peso vivo al destete se estaría asegurando la selección indirecta del carácter peso vivo al año de edad.

4.4.6. Correlación peso vellón a la primera esquila con peso vivo al año de edad (PEVELL-PEAÑO)

La correlación genética encontrada entre peso vellón a la primera esquila y el peso vivo al año de edad es de 0.48 ± 0.38 , valor positivo y de coeficiente medianamente alto. No obstante, al realizar la consulta bibliográfica, se encontró solamente información respecto a la correlación entre peso vivo y peso de vellón a la primera esquila en una población de alpacas de la raza Huacaya del C.E. La Raya – Puno, estimados por Mamani (1995), Maquera (1996) y Olarte (1998), siendo estos valores de 0.39 ± 0.23 ; 0.41 ± 0.24 y 0.58 ± 0.08 , respectivamente. Lo cual probablemente se atribuye a la acción pleiotrópica de los genes; y por consiguiente al seleccionar por el carácter de peso vellón a la primera esquila se estaría asegurando la selección indirecta del carácter peso vivo al año de edad.

Los valores estimados de correlación genética no son constantes, si no que dependen de la composición genética de la población (frecuencias génicas y genotípicas) así como el medio ambiente, es así que se recomienda que es necesario realizar estimaciones locales y, además, repetirlas con cierta frecuencia a medida que la población evoluciona en el tiempo. También indica que las correlaciones genéticas son afectadas por el medio ambiente; hay evidencias de que las correlaciones genéticas son menos negativas, donde la alimentación es más intensa que en las zonas con limitada disponibilidad de alimentos; periodo y número de datos diferentes utilizados en la estimación de esta correlación, así mismo quizá se deba a los programas diferentes que persiguen estas poblaciones (Cardellino y Rovira, 1987).

Por lo tanto, al igual que la heredabilidad, las estimaciones de las correlaciones genéticas pueden mostrar una gran variabilidad, esto puede atribuirse a los diferentes métodos de estimación, que producen valores que contienen diferentes proporciones de las variancias genéticas, no aditiva y ambiental, también puede atribuirse al tipo de datos, al control efectivo de los factores que afectan a la característica, al método utilizado en la estimación de los componentes de variancia, etc. (Zerlotti y Col., 1995). Por otra parte, algunas variaciones reflejan o son consecuencia debido a diferencias reales en la constitución genética de las poblaciones.

Asimismo, esta diferencia, posiblemente se debe a que sus programas de mejoramiento genético son diferentes, puesto que las poblaciones de alpacas tanto del C.E. La Raya Cusco y Puno, están orientados principalmente a la mejora del peso vivo y vellón, además se encuentran en la zona agroecológica de Puna húmeda, mientras que la población de alpacas del Centro de Innovación y Producción Quimsachata está orientada a la conservación del Banco de Germoplasma de alpacas de color, ubicada en la zona agroecológica de Puna seca, el mismo que cuenta con características muy diferentes a las de Puna húmeda.



V. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos, las conclusiones del presente estudio sobre los estimados de heredabilidad, correlaciones fenotípicas y genéticas para peso vivo y peso vellón de alpacas de la raza Huacaya del Centro de Innovación y Producción Quimsachata INIA - Puno son:

1. El valor de heredabilidad para peso vellón a la primera esquila es de 0.58 ± 0.21 , siendo el único valor medianamente alto; mientras los valores estimados de las heredabilidades del peso vivo: al nacimiento, al destete y al año de edad son de 0.07 ± 0.12 ; 0.11 ± 0.13 y 0.12 ± 0.16 , valores positivos pero de coeficientes muy bajos, respectivamente.
2. En relación, a los estimados de correlación fenotípica, sólo la correlación entre el peso vivo al destete y el peso vivo al año de edad es de 0.46, coeficiente positivo y alto; mientras que los coeficientes de otras correlaciones resultaron bajos, pero positivos.
3. Los estimados de correlación genética, de peso vivo al destete y al año de edad con peso vellón a la primera esquila, son las dos únicas correlaciones que se encuentran dentro del rango de las correlaciones siendo estas de 0.43 ± 0.38 y 0.48 ± 0.38 , respectivamente, siendo estas positivas y medianamente altas. Mientras, que las otras correlaciones resultaron fuera de los rangos de correlación, siendo estas más de uno y algunos negativos.

VI. RECOMENDACIONES

En base a las conclusiones del presente estudio se recomienda lo siguiente:

1. Sobre los valores de heredabilidad, emplear la selección como método de mejora genética, para la característica peso vellón a la primera esquila en alpacas Huacaya del CIP Quimsachata, INIA – Puno.
2. Sobre los valores de correlación fenotípica para la característica de peso vivo, se recomienda realizar la selección de animales por peso vivo, teniendo en consideración, preferentemente, el peso vivo al destete; de modo que automáticamente se estará seleccionando su futuro desarrollo.
3. Sobre los valores de correlación genética para las características de peso vivo, se recomienda realizar la selección de animales por peso vivo, teniendo en consideración, preferentemente, el peso vivo al destete y peso vivo al año de edad; de modo que al realizar ésta selección, también se estará seleccionando animales que tengan un mayor peso vellón a la primera esquila.
4. Manejar con mayor cuidado los registros de producción y reproducción, para estimar parámetros genéticos de las características de importancia económica, de manera periódica y en cada zona agroecológica, a fin de observar el comportamiento de estos parámetros y plantear programas de mejoramiento genético más específicos.
5. Se recomienda estimar los parámetros genéticos mediante el método de Máxima Verosimilitud Restringida (REML) puesto que este método tiene en cuenta la deriva y selección genética.

VII. BIBLIOGRAFIA

- ANDRADE, A., 1992. La Alpaca potencial de los altos andes sudamericanos. Informe Técnico. PAL-INIAA-COTESU., Puno – Perú.
- AMPUERO, E., 1987. Influencia del peso vivo y edad de las madres alpacas en las crías. Resúmenes de la X Reunión Científica Anual de la Asociación Peruana de Producción Animal (APPA) Puno – Perú.
- BARCENA, E., 1988. Biometría del desarrollo de la alpaca del nacimiento hasta los 12 meses de edad. Resúmenes VI Convención Internacional de Especialistas de Camélidos. Oruro. Bolivia.
- BECKER, W., 1986. Manual de Genética Cuantitativa. Academic Interprises. Pullman, Washington – EE.UU.
- BLANCO, V. H., 1980. Peso vivo, peso vellón y rendimiento de vellón de alpacas en la CAP. Huaycho Ltda. N° 44. Tesis Med. Vet. y Zoot. UNTA. Puno - Perú.
- BRAVO .W. y J. VELAZCO. 1982. Heredabilidad de pesos al nacimiento, al destete y a la primera esquila en alpacas. VII Congreso Nacional de Ciencias Veterinarias, 10 – 13 de Noviembre, Ica – Perú.
- BUSTINZA, V., 1986. Los Camélidos Sudamericanos Domésticos y el Desarrollo Andino. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia – Instituto de Investigaciones para el Desarrollo Social del Altiplano, UNA – Puno, Perú.
- BUSTINZA, V., P. J. BURFENING y R. L. BLACKWELL. 1988. Factors Affecting Survival in Young Alpacas. (*Lama pacos*). J. Animal Sciencie.
- BUSTINZA, V., 2001. La Alpaca Primera Edición. Tomo II. Fac. Med. Vet. y Zoot. – Instituto de Investigación y Promoción de Camélidos - UNA-Puno.
- CALZADA, J. 1983. Métodos Estadísticos para la Investigación. Tercera Edición. Editorial Distribución Milagros S.A. Lima – Perú.
- CARDELLINO, R. J. ROVIRA. 1987. Mejoramiento Genético Animal. Editorial Agropecuario Hemisferio Sur S.R.L. Montevideo – Uruguay.

- CRUZ, C. BUSTINZA, V. Y SANCHEZ, C. 1991. Índices productivos de alpacas en Chichillapi. Resúmenes VI Convención Internacional de Especialistas en Camélidos. Oruro. Bolivia.
- DIAZ, V. 1989. La crianza familiar de alpacas, ovinos y llamas en la Comunidad Campesina de Túpac Amaru de Macusani. Tesis. Med. Vet. y Zootec. FMVZ. UNA – PUNO.
- FALCONER, D. 1986. Introducción a la Genética Cuantitativa. Segunda Edición en Español Editorial Continental S. A. México.
- HERDERSON, C. 1952. Estimation of variance and covariance components. Presented at North Carolina Status Conference. Cornell University.
- HERRERA, J. 1985. Introducción al Mejoramiento Genético Animal. Colegio de Postgraduados. Centro de Ganadería. Chapingo – México.
- INCAGRO, 2007. Informe de instituciones de unidades experimentales de los bofedales de puna seca y húmeda. Puno – Perú.
- INIA – Illpa, 2008. Plan operativo anual INIA – Illpa. Puno – Perú.
- LUSH, J. L. 1969. Bases para la selección animal. Ediciones agropecuarias. Buenos Aires – Argentina.
- KADWELL, M.; M. FERNANDEZ; H.F. STANLEY; R. BALDI; J.C. WHEELER; R. ROSADIO; M.W. BRUFORD. 2001. Genetic analysis reveals the wild ancestors of the llama and y alpaca. P. Roy. Soc. Lond. B.
- MALAGA, J. y U. OLARTE, 1996. Heredabilidad y repetibilidad para peso vivo al nacimiento en alpacas Huacaya. Resúmenes de la XIX Reunión Científica Anual de la Asociación Peruana de producción Animal. UNSAAC.
- MALAGA, J., BUSTINZA, V. y CALDERON, J. 1998. Parámetros Genéticos de Peso Vivo en Alpacas Huacaya. Resúmenes de la XIX Reunión Científica Anual de la Asociación Peruana de producción Animal. Universidad Nacional del Altiplano Puno – 1998.

- MAMANI, G. 1988. Mejoramiento genético de alpacas. En: “Encuentro Técnico Microregional sobre alpacas, pastos y post – producción”, realizado en Lampa, Puno, 16 al 28 de Mayo de 1988, Puno – Perú.
- MAMANI, G. 1991. Parámetros Genéticos de peso vivo y peso vellón en alpacas Huacaya del C.E. La Raya – Puno. Resúmenes de la VII Convención Internacional de Camélidos Sudamericanos. Jujuy – Argentina.
- MAMANI, G. 1995. Transmisión hereditaria del peso vivo y de vellón en alpacas Huacaya de Puna Húmeda, Puno. Resúmenes de la XVII Reunión Científica Anual de la Asociación Peruana de Producción Animal. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.
- MAMANI, G. 2005. Estimación de repetibilidad y correlación fenotípica para peso vivo al nacimiento, destete y al año de edad en alpacas Huacaya de color en el C.I.P. Quimsachata – Puno. Tesis MVZ. UNA. Puno – Perú.
- MAMANI, J. 2011. Producción de Camélidos Sudamericanos. UNA-FCA-DAAZ-2011. Puno – Perú.
- MAQUERA, L. 1996. Estimación de algunos parámetros genéticos y fenotípicos en alpacas de la raza Huacaya del Centro Experimental La Raya. Tesis MVZ. UNA. Puno – Perú.
- MARSHALL, L. G.; BUTLER, R. F.; DRAKE, R. E.; CURTIS, G. H. AND TEDFORD, R. H., 1979. Calibration of the great american interchange. Science.
- MEDINA, G., BUSTINZA, V. y OLARTE, U., 1988. Mejoramiento de alpacas a través de reproductores en Comunidades Campesinas. Resúmenes. VI Convención Internacional de Especialistas en Camélidos. Oruro. Bolivia.
- MEYER, K. 1990. Present Status of Knowledge About Statistical Procedures and Algorithms to Estimate Variance and Covariance Components. Proc. 4th World Congress on Genetics Applied Livestock Production, Edinburg, XIII: 407-418.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA, 2001. Oficina de Información Agraria. Dirección Regional Agraria Puno – Perú.

- MINISTERIO DE AGRICULTURA, 2010. Oficina de Información Agraria. Dirección Regional Agraria Puno – Perú.
- MIRANDA, F., 1990. Evaluación Edafoagrostológica de Praderas Naturales del Centro de Experimental Quimsachata INIA Puno. Tesis Ing. Agronómica. UNA – Puno, Perú.
- OLARTE, U., 1998. Índices de Selección en el Mejoramiento Genético de la Alpaca. Tesis de Post Grado en Ganadería Andina, UNA – Puno.
- QUIRITA, C.; M. RUIZ DE CASTILLA y G. ALAGON. 1990. Estimación de los parámetros genéticos en alpacas Huacaya del Centro Experimental La Raya de la UNSAAC. Tesis de F.I.Z. Cusco - Perú.
- RUIZ DE CASTILLA, M. 2004. Genética y mejoramiento de animales domésticos. Primera edición. Editorial universitaria – UNSAAC – Cusco.
- SAS Institute Inc. 2004. SAS/IML 9.1 User's Guide. Cary, NC: SAS Institute Inc.
- SENAMHI, 2003. Datos de Coordenadas Geográficas, Precipitación Pluvial y Temperatura. Puno – Perú.
- STONAKER, H. H. 1977. Genética Para el Mejoramiento Animal. AID. Centro Regional de Ayuda Técnica México.
- TURNER, H. and YOUNG, S., 1969. Quantitative Genetics in sheep breeding. Cornell University Press. ITHACA. New York.
- VELASCO, J. 1980. Índice de herencia de peso vivo al nacimiento. IV Reunión Científica Anual de la APPA. Ayacucho – Perú.
- VELARDE, N., MAMANI, G. y BUSTINZA, V., 1987. Efecto de la edad sobre la producción de carne y fibra en alpacas machos de la raza Huacaya. Resúmenes de la X Reunión Científica Anual de la Asociación Peruana de Producción Animal (APPA) Puno – Perú.
- WARWICK, E. and J. LEGATES. 1980. “Cría y mejoramiento del Ganado” Tercera edición. Editorial Mc-Graw. Hill. México.

ANEXOS

CUADRO 1. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA EL PESO VIVO AL NACIMIENTO

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	Sig.
Año	13	14.27437737	1.09802903	4.25	**
Sexo	1	0.02651739	0.02651739	0.10	N.S.
Edad	9	8.60944644	0.95660516	3.71	**
Error	1125	290.3381403	0.2580783		
Total	1148	313.2484815			

R ²	=	0.073738
C.V.	=	8.033054%
Error estándar	=	0.508014
Media	=	6.324047

CUADRO 2. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA EL PESO VIVO AL DESTETE.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	Sig.
Año	10	447.9551971	44.7955197	7.47	**
Sexo	1	16.7822180	16.7822180	2.80	N.S.
Edad	9	117.0146245	13.0016249	2.17	*
Error	957	5738.595368	5.996442		
Total	977	6320.347408			

R ²	=	0.092044
C.V.	=	10.37314%
Error estándar	=	2.448763
Media	=	23.606780

CUADRO 3. ANVA PARA EL PESO VIVO AL AÑO DE EDAD.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	Sig.
Año	8	787.7993407	98.4749176	15.81	**
Sexo	1	37.6664190	37.6664190	6.05	*
Edad	9	63.4508984	7.0500998	1.13	N.S.
Error	763	4752.890931	6.229215		
Total	781	5641.807589			

R ²	=	0.157559
C.V.	=	9.582734%
Error estándar	=	2.495840
Media	=	26.04517

CUADRO 4. ANVA PARA EL PESO VELLON A LA PRIMERA ESQUILA

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	Sig.
Año	8	1.63020779	0.20377597	9.95	**
Sexo	1	0.00009694	0.00009694	0.00	N.S.
Edad	7	0.44751267	0.06393038	3.12	*
Error	553	11.32880298	0.02048608		
Total	569	13.40662039			

R ²	=	0.154984
C.V.	=	12.31960%
Error estándar	=	0.143130
Media	=	1.161804

ANALISIS DE VARIANZA PARA HALLAR LOS COMPONENTES DE VARIANZA

CUADRO 5. ANVA DEL PESO VIVO AL NACIMIENTO

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Cuadrado de la media esperado	Componente de varianza
Padre	372	97.663409	0.262536	CM(Error) + 3.0718 CM(Padre)	0.0046156
Error	776	192.725977	0.248358	CM(Error)	0.248358
Total	1148	290.389386			

Media = 6.324047
 Error estándar de la media = 0.498355294
 Coeficiente de variabilidad = 7.88%

CUADRO 6. ANVA DEL PESO VIVO AL DESTETE

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Cuadrado de la media esperado	Componente de varianza
Padre	313	1955.560324	6.247797	CM(Error) + 3.103 CM(Padre)	0.16864
Error	664	3801.077005	5.724514	CM(Error)	5.72451
Total	977	5756.637328			

Media = 23.60678
 Error estándar de la media = 2.392595662
 Coeficiente de variabilidad = 10.14%

CUADRO 7. ANVA DEL PESO VIVO AL AÑO DE EDAD

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Cuadrado de la media esperado	Componente de varianza
Padre	281	1828.704747	6.507846	CM(Error) + 2.7616 CM(Padre)	0.19004
Error	500	2991.519069	5.983038	CM(Error)	5.98304
Total	781	4820.223816			

Media = 26.04517
 Error estándar de la media = 2.446024939
 Coeficiente de variabilidad = 9.39%

CUADRO 8. ANVA DEL PESO VELLON A LA PRIMERA ESQUILA

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Cuadrado de la media esperado	Componente de varianza
Padre	240	5.721803	0.023841	CM(Error) + 2.3563 CM(Padre)	0.0028818
Error	329	5.609544	0.017050	CM(Error)	0.01705
Total	569	11.331348			

Media = 1.161804
 Error estándar de la media = 0.130575648
 Coeficiente de variabilidad = 11.24%

ANÁLISIS DE COVARIANZA PARA HALLAR LOS COMPONENTES DE COVARIANZA

CUADRO 9. ANCOVA ENTRE PESO VIVO AL NACIMIENTO Y PESO VIVO AL DESTETE

F.V.	G.L.	S.P.	P.M.	Componente de covarianza	Componente de correlación de la varianza	Cuadrado medio de la correlación
Padre	259	38.511168	0.148692	-0.000667	0.0000	0.1276
Error	388	58.335346	0.150349	0.150349	0.1289	0.1289
Total	647	96.846515	0.149685	0.149682	0.1283	0.1283

CUADRO 10. ANCOVA ENTRE PESO VIVO AL NACIMIENTO Y PESO VIVO AL AÑO DE DAD

F.V.	G.L.	S.P.	P.M.	Componente de covarianza	Componente de correlación de la varianza	Cuadrado medio de la correlación
Padre	240	38.275002	0.159479	0.033843	1.1377	0.1282
Error	302	25.213568	0.083489	0.083489	0.0712	0.0712
Total	542	63.488570	0.117138	0.117332	0.0974	0.0973

CUADRO 11. ANCOVA ENTRE PESO VIVO AL NACIMIENTO Y PESO VELLÓN

F.V.	G.L.	S.P.	P.M.	Componente de covarianza	Componente de correlación de la varianza	Cuadrado medio de la correlación
Padre	198	-0.515144	-0.002602	-0.004654	-0.6713	-0.0352
Error	164	0.961177	0.005861	0.005861	0.0986	0.0986
Total	362	0.446033	0.001232	0.001206	0.0179	0.0183

CUADRO 12. ANCOVA ENTRE PESO VIVO AL DESTETE Y PESO VIVO AL AÑO DE EDAD

F.V.	G.L.	S.P.	P.M.	Componente de covarianza	Componente de correlación de la varianza	Cuadrado medio de la correlación
Padre	254	838.449446	3.300982	0.338687	2.9444	0.5603
Error	388	950.926139	2.450841	2.450841	0.4440	0.4440
Total	642	1789.375586	2.787189	2.789528	0.4921	0.4917

CUADRO 13. ANCOVA ENTRE PESO VIVO AL DESTETE Y PESO VELLÓN A LA 1ra. ESQUILA

F.V.	G.L.	S.P.	P.M.	Componente de covarianza	Componente de correlación de la varianza	Cuadrado medio de la correlación
Padre	383	10.865355	0.028369	0.009338	0.0000	0.0818
Error	424	3.714266	0.008760	0.008760	0.0274	0.0274
Total	807	14.579621	0.018066	0.018098	0.0543	0.0542

CUADRO 14. ANCOVA ENTRE PESO VIVO AL AÑO Y PESO VELLÓN A LA PRIMERA ESQUILA

F.V.	G.L.	S.P.	P.M.	Componente de covarianza	Componente de correlación de la varianza	Cuadrado medio de la correlación
Padre	190	7.021803	0.036957	0.011164	0.6973	0.1105
Error	191	2.809782	0.014711	0.014711	0.0486	0.0486
Total	381	9.831585	0.025805	0.025875	0.0812	0.0810

PROMEDIOS**PESO AL NACIMIENTO**

AÑO	N	PROMEDIO (Kg)
1997	7	6.400000
1998	81	6.344444
1999	13	6.346154
2000	58	6.413793
2001	83	6.204819
2002	124	6.120968
2003	88	6.234091
2004	8	6.125000
2005	101	6.416832
2006	101	6.490099
2007	148	6.398649
2008	100	6.415000
2009	132	6.235076
2010	105	6.346667
Total	1149	

PESO AL DESTETE

AÑO	N	PROMEDIO (Kg)
1998	60	24.8065189
1999	13	24.4227616
2000	68	24.2789856
2001	89	23.8066103
2002	78	23.7053692
2003	66	23.907251
2005	93	24.5017906
2006	97	23.6353958
2007	153	22.6055101
2008	133	23.5858378
2009	128	22.7970921
Total	978	

PESO VIVO AL AÑO

AÑO	N	PROMEDIO (Kg)
1998	57	26.985393
1999	12	25.409666
2000	74	26.825095
2003	72	26.125490
2005	80	27.524281
2006	95	26.414168
2007	128	24.088173
2008	123	25.808165
2009	141	26.164323
Total	782	

PESO VELLON A LA PRIMERA ESQUILA

AÑO	N	PROMEDIO (Kg)
1998	49	1.1099071
1999	10	1.1037887
2000	69	1.1104661
2003	19	1.0724570
2005	72	1.2320208
2006	32	1.1194165
2007	158	1.1308783
2008	103	1.2229665
2009	58	1.2178438
Total	570	

FACTORES DE CORRECCIÓN

CUADRO 15. PARA PENAC POR EFECTO AÑO DE NACIMIENTO

PENAC PROMEDIO	Promedio de mínimos cuadrados	Diferencia	Factor de corrección
Año			
6.317038326			
1997	6.507770430	0.190732104	-0.190732104
1998	6.339720210	0.022681884	-0.022681884
1999	6.349700670	0.032662344	-0.032662344
2000	6.375742140	0.058703814	-0.058703814
2001	6.163478650	-0.153559676	0.153559676
2002	6.105681070	-0.211357256	0.211357256
2003	6.236869840	-0.080168486	0.080168486
2004	6.094033740	-0.223004586	0.223004586
2005	6.403911300	0.086872974	-0.086872974
2006	6.478422510	0.161384184	-0.161384184
2007	6.415035680	0.097997354	-0.097997354
2008	6.422067190	0.105028864	-0.105028864
2009	6.215332550	-0.101705776	0.101705776
2010	6.330770580	0.013732254	-0.013732254
		0.000000000	0.000000000

CUADRO 16. PARA PENAC POR EFECTO EDAD DE LA MADRE

PENAC			
6.3170383			
EDAD	LSMEANS	DESV.	FACTOR
2	6.115242130	-0.201796196	0.201796196
3	6.181519050	-0.135519276	0.135519276
4	6.222323230	-0.094715096	0.094715096
5	6.315581740	-0.001456586	0.001456586
6	6.433845140	0.116806814	-0.116806814
7	6.410363470	0.093325144	-0.093325144
8	6.341068910	0.024030584	-0.024030584
9	6.381398660	0.064360334	-0.064360334
10	6.353260420	0.036222094	-0.036222094
11	6.415780510	0.098742184	-0.098742184
		0.000000000	0.000000000

PESO VIVO AL DESTETE**CUADRO 17. PARA PEDES POR EFECTO AÑO DE NACIMIENTO**

PEDES			
23.95657195			
AÑO	LSMEANS	DESV.	FACTOR
1998	24.79212920	0.835557245	-0.835557245
1999	24.36438090	0.407808945	-0.407808945
2000	24.41851810	0.461946145	-0.461946145
2001	23.92180810	-0.034763855	0.034763855
2002	23.99356490	0.036992945	-0.036992945
2003	24.08651760	0.129945645	-0.129945645
2005	24.67876110	0.722189145	-0.722189145
2006	23.70503420	-0.251537755	0.251537755
2007	22.76743600	-1.189135955	1.189135955
2008	23.76076680	-0.195805155	0.195805155
2009	23.03337460	-0.923197355	0.923197355
		0.000000000	0.000000000

CUADRO 18. PARA PEDES POR EFECTO EDAD DE LA MADRE

PEDES			
23.95657198			
EDAD	LSMEANS	DESV.	FACTOR
2	24.3188879	0.36231592	-0.36231592
3	23.2093893	-0.74718268	0.74718268
4	23.7420622	-0.21450978	0.21450978
5	23.7703265	-0.18624548	0.18624548
6	23.4745616	-0.48201038	0.48201038
7	24.0958082	0.13923622	-0.13923622
8	23.9650679	0.00849592	-0.00849592
9	24.4353123	0.47874032	-0.47874032
10	24.0840919	0.12751992	-0.12751992
11	24.470212	0.51364002	-0.51364002
		0.00000000	0.00000000

NACIONAL DEL

PESO VIVO AL AÑO DE EDAD

CUADRO 19. PARA PEVI POR EFECTO AÑO DE NACIMIENTO

PEVIAÑO			
26.17377304			
AÑO	LSMEANS	DESV.	FACTOR
1998	27.16657640	0.992803356	-0.992803356
1999	25.50885070	-0.664922344	0.664922344
2000	26.72732080	0.553547756	-0.553547756
2003	26.07419090	-0.099582144	0.099582144
2005	27.54052590	1.366752856	-1.366752856
2006	26.39723170	0.223458656	-0.223458656
2007	24.10351640	-2.070256644	2.070256644
2008	25.85451310	-0.319259944	0.319259944
2009	26.19123150	0.017458456	-0.017458456
		0.00000000	0.00000000

CUADRO 20. PARA PEVI POR EFECTO SEXO

PEVIAÑO			
26.17377300			
SEXO	LSMEANS	DESV.	FACTOR
H	26.3961574	0.2223844	-0.2223844
M	25.9513886	-0.2223844	0.2223844
		0.0000000	0.0000000

PESO VELLON PRIMERA ESQUILA**CUADRO 21. PARA PEVELL POR EFECTO AÑO DE NACIMIENTO**

PEVELLAJU			
1.13778824			
AÑO	LSMEANS	DESV.	FACTOR
1998	1.09664759	-0.041140653	0.041140653
1999	1.09552947	-0.042258773	0.042258773
2000	1.10262903	-0.035159213	0.035159213
2003	1.05967765	-0.078110593	0.078110593
2005	1.22597546	0.088187217	-0.088187217
2006	1.11242095	-0.025367293	0.025367293
2007	1.12847717	-0.009311073	0.009311073
2008	1.21304758	0.075259337	-0.075259337
2009	1.20568929	0.067901047	-0.067901047
		0.000000000	0.000000000

CUADRO 22. PARA PEVELL POR EFECTO EDAD DE LA MADRE

PEVELLAJU			
1.137788244			
EDAD	LSMEANS	DESV.	FACTOR
3	1.09683796	-0.040950284	0.040950284
4	1.13902162	0.001233376	-0.001233376
5	1.16124754	0.023459296	-0.023459296
6	1.16753308	0.029744836	-0.029744836
7	1.18474431	0.046956066	-0.046956066
8	1.14175745	0.003969206	-0.003969206
9	1.13701672	-0.000771524	0.000771524
10	1.07414727	-0.063640974	0.063640974
		0.00000000	0.00000000

