AGRO SUR 33 (1) 58-67 2005

RECUPERACIÓN, CONSERVACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL CABALLO CHILOTE [1]

Fernando Mujica[2], Victor Obreque[3], Patricio Hinrichsen[3] y Gus Cothran[4].
[2] Universidad Austral de Chile, Casilla 567, Valdivia. (fernandomujica@uach.cl)
[3] Instituto de Investigaciones Agropecuarias, La Platina, Casilla 439/3, Santiago.
[4] Universidad de Kentucky, University of Kentucky, Department of Veterinary Science 101 Animal Pathology Building, Lexington, KY 40546-0076.

ABSTRACT

Recuperation, conservation and characterization of the chilote horse.

Key words: Criollo horses; conservation; characterization; genetic markers; Chiloé.

Fifteen stallions and fifteen mares were bought at the Chiloé archipelago as representatives of the Fino Chilote breed, considered as a typical criollo genotype as they are offsprings of the horses brought by the Spaniard conquerors. These animals and their offsprings were evaluated at Butalcura Experimental Center (INIA), located in Chiloe island. The characterization of these animals, in Butalcura as well as in cooperating farms, was done by registering body measurements and colour characteristics, complemented with genetic markers and studies of genetic diversity in a population of 127 animals. As an additional activity, a program aiming at the conservation of the breed was implemented among local farmers; finally, a series of rules were developed to guarantee the genetic purity of registered horses. Studies comparing the Fino Chilote breed with other breeds indicate that horses from Chiloé are grouped in the same cluster as the Garrano Horse from the Iberian Peninsula and that there is a clear genetic difference between Fino Chilote horses and the Chilean Horse (Criollo Chileno). Other studies show in general that it has a fairly homogeneous population, although it does not present high inbreeding. However, genetically it does not present such a high degree of homogeneity as would be expected considering its geographic isolation.

RESUMEN

Palabras Claves: caballar criollo, conservación, marcadores moleculares, microsatélites

En el archipiélago de Chiloé se compraron 15 potros y 15 yeguas de caballos estimados representativos del Caballo Chilote, un genotipo considerado típicamente "criollo", esto es, descendiente de los caballos traídos por los conquistadores españoles. Estos caballos y sus descendientes fueron evaluados en la Estación Experimental Butalcura del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), en la isla Chiloé. La caracterización de estos animales fue realizada registrando, en Butalcura y en predios de criadores de esta raza, medidas de tamaño corporal y el color de su capa, complementado con análisis a través de marcadores genéticos y estudios de diversidad genética. La población analizada fue de 127 animales. Como actividades adicionales, se incentivó e implementó un programa de conservación de esta raza entre criadores locales y del resto del país; y se elaboró un Reglamento General de Registros Genealógicos de la Raza Caballar Fino Chilote, para garantizar la pureza de los caballos registrados. Estudios realizados comparando el Caballo Chilote con otras razas indicaron que los caballos de este genotipo se agrupaban en el mismo cluster del Caballo Garrano de la península ibérica, con claras diferencias genéticas comparados con el Caballo Criollo Chileno. Otros estudios señalaron que se trata de una población bastante homogénea, homogeneidad que se esperaría considerando su aislamiento geográfico. Es posible que esto se

[1] Recepción de originales: 29 de septiembre de 2004
Investigación desarrollada en el marco del Proyecto FIA: "Recuperación, conservación y multiplicación de la raza caballar chilota", ejecutado por INIA.

It is possible that the introduction of genotypes of other horse breeds has created this phenomenon. One should also remember that these animals are not found in a single population, but belong to different breeders, which are located in different island of the Chiloe's archipelago, being relatively isolated among them.

deba a la introducción de ejemplares de otras razas de caballo. Sin embargo, también debe considerarse que estos animales no se encontraron en una misma población, sino que pertenecen a criadores localizados en diferentes islas del archipiélago, relativamente aisladas una de otras.

INTRODUCCIÓN

El Caballo Chilote es uno de los pocos Recursos Zoogenéticos (RZG) "Criollo" de Chile, descendiente presumiblemente de caballos traídos por los conquistadores españoles en los siglos XVI y XVII.

El Archipiélago de Chiloé está ubicado al sur de Chile en la latitud 41°48' - 43°42' Sur y longitud 74°23'-72°56' Oeste. Su clima es templado, lluvioso; la corriente de Humboldt, que pasa cerca de sus costas, condiciona temperaturas más frías de lo que corresponde a su latitud, especialmente en el invierno.

La condición insular del archipiélago probablemente influyó en la conservación de este genotipo caballar chilote, pero también las cualidades de esta raza fueron probablemente importantes para su subsistencia: rusticidad; mansedumbre; y, a pesar de su exiguo tamaño, lo que implicaba menores costos de manutención y facilidades de transportarlo en lanchas, su fortaleza y resistencia para soportar cargas.

Con el advenimiento de la "globalización", la tendencia general ha sido la extinción de muchos genotipos criollos, por el proceso de cruzamientos masivos con razas "exóticas", más de moda o de mayor productividad. Con esto han desaparecido en Chile casi la totalidad de estos valiosos genotipos, junto con sus grandes cualidades.

En el Caballo Chilote, debido a las condiciones de su hábitat y a sus cualidades, ya señaladas, este proceso de disminución de la población no fue de igual magnitud, comparado con otros genotipos. Sin embargo, debido a un paulatino decrecimiento sostenido, que lo llevó a considerar en peligro de extinción, se hacía indispensable un programa de recuperación, conservación y caracterización de esta raza (Escobar *et al*., 1998).

Considerando lo anterior, el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), con la cooperación de la Universidad Austral de Chile (UACh), desarrolló un proyecto financiado por la Fundación para la Innovación Agraria (FIA) y por la Secretaría Regional Ministerial (SEREMI) de Agricultura (Mujica, 2002), con el objetivo de recuperar, conservar y caracterizar esta raza caballar chilota.

En la caracterización de la raza, se pueden considerar: características cuantitativas, como alzada, largo del cuerpo, peso adulto; y cualitativas como color de la capa; sin embargo, en la actualidad ha adquirido importancia la caracterización de genotipos con el uso de grupos sanguíneos y de marcadores moleculares, destacando entre éstos últimos los Microsatélites o Secuencias Simples Repetidas (SSR), que son altamente polimórficos, propiedad que los hace muy buenos marcadores para análisis de paternidad y construcción de registros genealógicos; se caracterizan además por la simpleza y reproducibilidad de su ejecución, que los hace más prácticos comparados con otros tales como RFLP, RAPD o AFLP.

El presente estudio tiene por objetivo, presentar actividades realizadas para recuperar y conservar este RZG en peligro de extinción y demostrar, a través de análisis genéticos, que se trata de un genotipo único, diferente a otros equinos existentes en el país.

MATERIAL Y METODOS

En primer lugar se presenta la metodología que tuvo por objeto recuperar este valioso genotipo equino, que según estudios anteriores (Cothran *et al.,* 1993; Barrera, 1998) y un inventario realizado en el marco del proyecto INIA/FIA (Mujica, 2002) en el archipiélago de Chiloé, se llegó a la conclusión que se encontraba en peligro de extinción, pues el número de animales no llegaba a los 200 ejemplares.

En el marco del proyecto mencionado, INIA adquirió en el Archipiélago de Chiloé 15 potros y 15 yeguas chilotes, de ascendencia desconocida, grupo de animales que se denominó Núcleo Fundador (Chilote99).

Registro Genealógico.

Junto con la formación de un Núcleo Fundador, se incentivó a criadores particulares a adquirir y/o conservar ejemplares de esta raza, todo los cuales fueron inscritos, según un Reglamento General de Registros Genealógicos de la Raza Caballar Fino Chilote, confeccionado dentro de las actividades del proyecto INIA/FIA (Mujica, 2002), con la autorización del Servicio Agrícola Ganadero (SAG). También se incentivó a los criadores a organizarse en una Asociación Nacional de Criadores de Caballos Chilotes (ANACACH).

Para la inscripción de los ejemplares equinos en los registros, se consideró: la edad de los animales (según dentición); color; manchas; y medidas hipométricas, características que establecían su posibilidad de inscripción en los registros de la raza, como "finos por calificación", si el animal cumplía con los estándares establecidos para la raza (Mujica, 2002; Voeltz, 1996), considerando principalmente las llamadas «medidas hipométricas excluyentes» (alzada máximo 125 cm., medida a la altura de la cruz; largo del cuerpo máximo 130 cm., medido del borde anterior de la articulación escápula-humoral a la tuberosidad isquiática externa; y el perímetro metacarpiano máximo 16 cm., medido en la parte central del hueso metacarpiano).

Estas medidas fueron fijadas con base en los antecedentes de caballos chilotes en diferentes partes del archipiélago de Chiloé, considerando animales con una edad mínima de tres años al momento de la medición. En la actualidad los criterios fijados para las medidas excluyentes se encuentran en etapa de revisión.

A cada animal inscrito se procedió a tomarle fotografías y extraer muestras de sangre, (posteriormente muestras de pelo con raíz), para los análisis sanguíneos y moleculares.

Los descendientes de caballos inscritos como «finos por calificación», se inscriben como «finos por pedigrí»; sin embargo, estos últimos no fueron considerados en el marco del presente estudio.

Análisis de la diversidad genética usando marcadores moleculares.

Para los análisis moleculares y genéticos, se obtuvo ADN a partir de muestras de sangre (Gassen y Schrimpf, 1999). Los análisis de marcadores genéticos fueron realizados utilizando el "set" de marcadores de microsatélites Stockmark (Perkin Elmer), que comprende 12 loci denominados VHL20, HTG4, AHT4, HMS7, HTG6, AHT5, HMS6, ASB2, HTG10, HTG7, HMS3 y HMS2, distribuidos en cromosomas de todo el genoma.

El cálculo de las frecuencias génicas absolutas y relativas se realizó según la metodología de Andersson (1985). La heterocigosidad se calculó según Nei (1978), el Indice de endogamia, Fis (W&C) según Weir y Cockerham (1984) y el Indice de endogamia, Fis (R&H) según Robertson y Hill (1984). El análisis fue realizado utilizando el programa Genepop (Raymond y Rousset, 1995); y el Indice Fis mediante el programa Genetix (Laboratoire du Génome, Populations, Interactions, Universidad de Montpellier, Francia).

Los índices de distancia basados en coeficientes de parentesco corregido (Dkf) se realizaron según Nei (1977) y Nei (1978). El estudio de agrupamiento ("clustering") se hizo según la metodología de Nei y Chesser (1983).

RESULTADOS Y DISCUSION

Según informaciones de la Oficina de Registro de la Raza con sede en Castro (INIA-Butalcura, 2004) se han inscrito 74 criaderos ubicados en todo el país, de los cuales, el 72 % está ubicado en la X Región. El total de caballos inscritos

Cuadro 1. Valores Hipométricos (cm) de los Caballos Chilotes Inscritos
Table 1. Body measurements (cm) of registered horses

SEXO	NUMERO DE ANIMALES	ALZADA (d.e.)	LONGITUD (d.e.)	PERIMETRO METACARPIANO (d.e.)
Potro	60	118,4	120,2	14,6
		(3,8)	(6,5)	(0,8)
Caballo	12	115,8	119,0	15,1
		(6,6)	(4,8)	(0,5)
Yegua	166	119,0	121,2	14,4
		(4,0)	(7,0)	(0,9)
TOTAL	238	118,7	120,9	14,5
		(4,1)	(6,8)	(0,9)

Fuente: Adaptado de Soto (2005)

finos por calificación asciende a alrededor de 400 y hay 380 inscritos como finos por pedigrí.

Los autores consideran necesario mantener la organización de inscripción de caballos como «finos por calificación» y «finos por pedigrí», para fijar los estándares de la raza; además de mantener las medidas pertinentes para evitar el aumento de endogamia (evitando el apareamiento entre caballos emparentados), la que, tal como se presentará más adelante, es baja en la población analizada.

Valores Hipométricos.

Los valores medios de medidas hipométricas de los primeros caballos inscritos, se indican en el Cuadro 1. Destaca la poca diferencia que existe entre los sexos, existiendo una leve tendencia de los potros a tener una menor alzada y longitud que las yeguas, diferencias que no son estadísticamente significativas.

El promedio de peso corporal del animal adulto, medido en el Núcleo Fundador, es inferior en los potros (218 kg. ± 31 kg.), comparado con el de las yeguas paridas (247 kg. ± 32 kg.); y con el de las yeguas preñadas (270 kg. ± 34 kg.), diferencia estadísticamente significativa, pero que es influenciada por efecto del feto.

Los potrillos nacen con un peso promedio de 24 kg los machos y 20 kg las hembras, alcanzando ambos sexos a los 12 meses un peso promedio de 145 kg; la alzada promedio a la misma edad es 107 cm y la longitud corporal promedio es de 107 cm, habiendo muy poca diferencia entre machos y hembras.

Análisis genético.

Se evaluó el nivel de polimorfismo de los marcadores en la población en estudio. Se determinó un promedio de 8,33 alelos por *locus*, indicando que los marcadores usados son polimórficos para esta población; la frecuencia del alelo predominante nunca fue mayor que 95 %. En el Cuadro 2 se muestran, a modo de ejemplo, las frecuencias de alelos de dos *loci*, de los doce estudiados.

Posteriormente, se determinaron las frecuencias de los homocigotos y heterocigotos, tanto observados como esperados, (Cuadro 3), en el que destacan tres *loci* (VHL20, HTG6 y HTG10), que presentan desviaciones de las frecuencias esperadas, según la ley de Hardy-Weinberg, esto es, diferencias entre los homocigotos y heterocigotos observados *versus* esperados.

En los tres casos la diferencia consiste en un aumento de los homocigotos en desmedro de los heterocigotos, lo que puede ser interpretado en al menos cuatro formas: a) estos *loci* podrían encontrarse bajo selección; b) hay presencia de alelos nulos, lo que lleva a la observación de un

exceso de homocigotos; c) hay presencia de sub-estructuras dentro de la población; d) la endogamia es un fenómeno común en esta población equina.

Los *loci* denotados con un asterisco (*) en el Cuadro 4, presentan una diferencia significativa entre los valores de heterocigocidad observada y esperada.

Los datos sugieren que, si bien no existe un alto grado de endogamia dentro de la población, este fenómeno estaría comenzando a producirse, lo cual explicaría la ocurrencia de algunas frecuencias con desvíos de las frecuencias esperadas en los tres *loci* indicados anteriormente; mientras que en el conjunto total de marcadores analizados esta desviación no es evidente. En un análisis tendiente a determinar directamente el grado de endogamia de la población analizada, utilizando el índice Fis (Wright), se determinó un valor para todos los *loci* de Fis = 0,08192 (Cuadro 4), que no se puede considerar alto.

Considerando los valores Fis (endogamia) y los otros datos obtenidos, se puede concluir que se está en presencia de una población que es más heterogénea o con niveles de endogamia menores a lo esperado, considerando que es una población de animales aislada geográficamente.

Posiblemente la introducción de genotipos de otras razas de caballo dentro de algunos grupos, ha permitido la ocurrencia del fenómeno anteriormente señalado; sin embargo, esta introducción no ha sucedido en forma masiva, por las dificultades de acceso a la mayoría de las islas del archipiélago, en alguna de las cuales se recuperaron caballos incluidos en este análisis.

Por otra parte debe considerarse que si bien es cierto, se trata de una población aislada, los caballos incluidos en el análisis (y en general los que habitan en el archipiélago) no se encontraban en una población única, sino que pertenecían a distintos criadores (distribuidos en diferentes islas del archipiélago) con manejo diferente de su crianza. Es explicable una menor consanguinidad a la esperada, por la formación de numerosas sub-poblaciones, con un cierto carácter de aislamiento una de otra.

Basados en los 12 *loci* de microsatélites analizados se confeccionó un cladograma construido con índices de distancia basados en coeficientes de parentesco corregido (Dkf) (Figura 1), donde se observan algunos grupos que podrían corresponder a individuos relacionados por parentesco, información de importancia al establecer programas de apareamientos, para evitar un aumento de endogamia.

Realizando un estudio de agrupamiento ("clustering") entre diferentes razas de caballos

Cuadro 2. Frecuencias alélicas de 2 *loci* de microsatélites usados para analizar una población de 127 caballos chilotes.

Table 2. Allelic frequencies for 2 microsatellite *loci*, analyzed in a sample of 127 Chilote horses

Locus	Alelo (pb)	n	Frecuencia
VHL20	86	64	25,0
	88	1	0,4
	90	1	0,4
	92	36	14,1
	94	49	19,1
	96	28	10,9
	98	30	11,7
	100	5	2,0
	102	17	6,6
	104	25	9,8
Total		256	100,0
AHT4	145	1	0,4
	147	52	20,3
	149	17	6,6
	151	57	22,3
	153	34	13,3
	155	30	11,7
	157	9	3,5
	159	5	2,0
	161	50	19,5
	163	0	0,0
	165	1	0,4
Total		256	100,0

Cuadro 3. Homocigotos y heterocigotos esperados y observados en una población de 127 caballos chilotes.
Table 3."Expected and observed homozygotes and heterozygotes in a population of 127 Chilote horses.

	Alelos (n)	Rango (pb)	Homocigotos Observados (n)	Homocigotos Esperados (n)	Heterocigotos Observados (n)	Heterocigotos Esperados (n)	
VHL20*	10	86-104	33	20	94	107	*Chi^2=4,029 Gl=1; p<0,05
HTG4	7	127-139	34	33	93	94	
AHT4	10	145-165	26	21	101	106	
HMS7	7	173-187	28	33	98	93	
HTG6*	8	82-100	51	36	76	91	*Chi^2=3,933 Gl=1; p<0,05
AHT5	8	130-148	51	38	76	89	
HMS6	7	158-170	53	44	74	83	
ASB2	11	227-259	31	27	96	100	
HTG10*	11	90-108	36	16	91	111	*Chi^2=9,672 gl=1; p<0,01
HTG7	4	118-126	59	57	68	70	
HMS3	8	149-169	29	27	98	100	
HMS2	9	221-241	43	29	82	96	
				Chi^2=10,267; gl=11; p<1		Chi^2=3,248; gl=11; p<1	

incluyendo el Caballo Criollo Chileno (Figura 2), se aprecia que tanto los Caballos Chilotes del núcleo formador (Chilote 99), como los analizados de criadores (Chilote), se agrupan en el mismo "cluster" que el Caballo Garrano, animal original de la península Ibérica (tipo

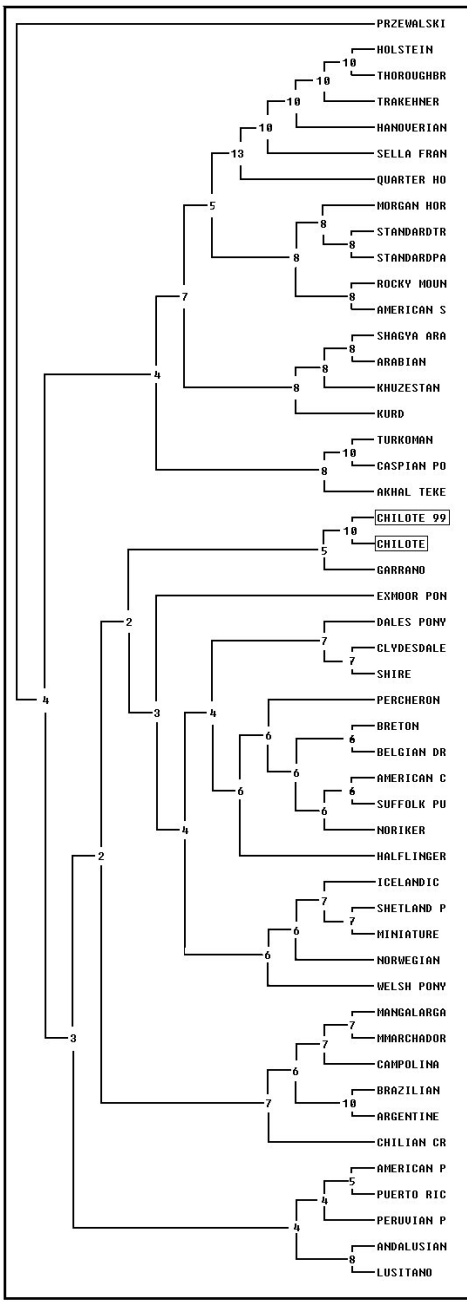
Cuadro 4. Indice de heterocigosidad observada y esperada y de endogamia (Fis) de los 12 loci analizados en la población de 127 Caballos Chilotes

Table 4. Observed and expected heterozigocity and inbreeding coefficient (Fis) for 12 loci analyzed in a sample of 127 Chilote horses

Locus	Hobs	Hesp	Hnb	Fis (W&C)	Fis (R&H)
VHL20	0,7402	0,8409	0,8442	0,124	0,084
HTG4	0,7323	0,7369	0,7398	0,010	0,030
AHT4	0,7953	0,8341	0,8374	0,050	0,034
HMS7	0,7778	0,7384	0,7413	-0,049	-0,018
HTG6	0,5984	0,7157	0,7185	0,168	0,098
AHT5	0,5984	0,6970	0,6997	0,145	0,095
HMS6	0,5827	0,6499	0,6525	0,107	0,093
ASB2	0,7559	0,7809	0,7840	0,036	0,053
HTG10	0,7165	0,8701	0,8735	0,180	0,159
HTG7	0,5354	0,5494	0,5516	0,029	0,085
HMS3	0,7717	0,7808	0,7839	0,016	0,001
HMS2	0,6560	0,7652	0,7683	0,147	0,194
	Hobs Promedio	Hesp Promedio	Hnb Promedio	Multilocus	
Población Total	0,6884	0,7496	0,7466	0,08192	

Hobs: heterocigosidad observada; Hesp: heterocigosidad esperada

Figura 1. Cladograma con relaciones de similitud genética entre los 127 caballos Chilotes analizados.
Figure 1. Cladogram showing genetic relationships among 127 Chilote horses analyzed.



Nombre completo de las razas: Przewalski, Holstein, Thoroughbred, Trakehner, Hanoverian, Sella Francais, Quarter Horse, Morgan Horse, Standardbred Trotter, Standardbred Pacer, Rocky Mountain Horse, American Saddlebred, Shagya Arabian, Arabian, Khuzestan Arabian, Kurd, Turkoman, Caspian Pony, Akhal Teke, Chilote, Chilote 99, Garrano, Exmoor Pony, Dales Pony, Clydesdale, Shire, Percheron, Breton, Belgian Draft, American Cream Draft, Suffolk Punch, Noriker, Haflinger, Icelandic Horse, Shetland Pony, Miniature Horse, Norwegian Fjord, Welsh Pony, Mangalarga, Mangalarga Marchadore, Campolina, Brazilian Criollo, Argentine Criollo, Chilian Criollo, American Paso Fino, Puerto Rican Paso Fino, Peruvian Paso, Andalusian Lusitano.

Figura 2. Dendrograma de relaciones genéticas entre diferentes razas de caballos.

Figure 2. Genetic relationships dendrogram among horse breeds.

"pony"); cerca del cluster de otros "pony", como el Exmoor pony y el Dales Pony, no así del Shetland Pony. Cabe resaltar la clara diferencia genética que existe entre el Caballo Chilote y el Caballo Criollo Chileno. Estos resultados confirman los obtenidos por Cothran *et al*. (1993), en la misma población empleando una metodología diferente y analizando un menor número de caballos.

CONCLUSIONES

-Con las acciones del proyecto INIA/FIA mencionado y la activa participación y cooperación de criadores de caballos chilotes (alguno de los cuales mucho antes del inicio del proyecto conservaban ejemplares de esta raza), se puede considerar que el caballo chilote ya no se encuentra en peligro de extinción.

-De los análisis de caracterización genética se concluye que los caballos chilotes constituyen una población equina única, genéticamente diferente del caballo criollo chileno preponderante en la zona continental del país, tal como se presenta en el dendrograma de relaciones genéticas entre diferentes razas de caballos. No se trata entonces de descendientes del caballo criollo chileno, que por deficiencias alimenticias hubiera disminuido su alzada.

-Por otra parte, a pesar del relativo escaso número de ejemplares que quedaban en el archipiélago de Chiloé y de su aislamiento geográfico, este genotipo presenta niveles más bajos de endogamia, que lo que se podía esperar. Esto se atribuye en gran medida a las dificultades de transporte entre diferentes islas del archipiélago, que ha llevado a la formación de varias poblaciones pequeñas de esta raza caballar, prácticamente aisladas una de las otras.

Agradecimientos:

Agradecemos a la Fundación para la Innovación Agraria (FIA) por el financiamiento del proyecto ejecutado por INIA "Recopilación, conservación y multiplicación de la raza caballar Chilota"; a los representantes de la Universidad Austral de Chile, Dres. Jorge Oltra y Manuel Ortiz y de la Secretaría Regional Ministerial de la X Región, Dr. Iván Davis, por su activa participación; y al Dr. Marian do Mar Oom de la Universidad de Lisboa por proporcionarnos informaciones sobre el Caballo Garrano.

BIBLIOGRAFÍA

ANDERSSON, L. 1985. The estimation of blood group gene frecuencies: a note on the allocation method. Anim. Blood Groups. Biochem. Genet. 16:1-7.

BARRERA, M. 1998. Parámetros morfológicos y tipificación de polimorfismos antigénicos eritrocitarios y bioquímicos como base del Stud Book de la raza Caballo Chilote. Tesis Med.Vet. Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile. 81p.

COTHRAN, G., MANSILLA, R., OLTRA, J., ORTIZ. M. 1993. Análisis genético del caballo Chilote de la Isla de Chiloé-Chile. Arch.Med.Vet. 2:137-146.

ESCOBAR, A., OLTRA, J., ORTIZ, M., VOELTZ. J. 1998. Caballo Chilote. FAO Animal Genetic Resorces Information. 23:41-47.

GASSEN, H.G., SCHRIMPF, G. 1999. Gentechnische Methoden. Eine Sammlung von Arbeitsanleitungen für das molekularbiologische Labor. Zweite Auflage. G. Fischer Verlag. 432 p.

INIA-BUTALCURA. 2004. Criaderos de Caballos Chilotes. Tierra Adentro Nº 54.

MUJICA, F. 2002. Informe Técnico Final del Proyecto "Recuperación, Conservación y Multiplicación de la Raza Caballar Chilota", presentado a FIA. INIA/Remehue. Osorno. 122p.

NEI, M. 1977. F-statistics and analysis of gene diversity in subdivided populations. Ann Hum Genet 41: 225-233.

NEI, M. 1978. Estimation of average heterozygosity and genetic distance from a small number of individuals. Genetics 89: 583-590.

NEI, M., CHESSER, R.K. 1983. Estimation of fixation indices and gene diversities. Ann Hum Genet 47 (Pt 3): 253-259.

RAYMOND, M., ROUSSET, Y.F. 1995. GENEPOP (versión 1.2): populations genetics software for exact tests and ecumenicism. J. Heredity, 86: 248-249.

ROBERTSON, A., HILL, W.G. 1984. Deviations from hardy-weinberg proportions: Sampling variances and use in estimation of inbreeding coefficients. Genetics 107: 703-718.

SOTO, R. 2005. Validación de los estándares fenotípicos de la raza Caballar Fino Chilote Tesis Ing. Agr. Fac. Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile, Valdivia. Chile.

VOELTZ, J.S. 1996. Descripción morfológica del Caballo Chilote y su distribución en la isla de Chiloé. Tesis Med. Vet. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Veterinarias. Valdivia, Chile. 73 p.

WEIR, B.S., COCKERHAM. A. 1984. Estimating F-statistics for the analysis of population structure. Evolution 38: 1358-1370.