



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y PECUARIAS
ESCUELA DE CIENCIAS VETERINARIAS

**DETERMINACIÓN DEL COMPONENTE GENÉTICO DE VARIABLES PRODUCTIVAS Y
CONDUCTUALES, Y LA INFLUENCIA DE ÉSTAS SOBRE EL PRECIO DE LAS
PIELES, EN UN CRIADERO DE CHINCHILLAS (*Chinchilla lanigera*), EN LA COMUNA
DE PIRQUE, CHILE**

Catalina Lida González Canepa

Memoria para optar al Título
Profesional de Médico Veterinario

Departamento de Medicina
Preventiva

PROFESOR GUÍA: JOSÉ MANUEL YÁÑEZ
UNIVERSIDAD DE CHILE

SANTIAGO, CHILE

2016



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y PECUARIAS
ESCUELA DE CIENCIAS VETERINARIAS

**DETERMINACIÓN DEL COMPONENTE GENÉTICO DE VARIABLES PRODUCTIVAS Y
CONDUCTUALES, Y LA INFLUENCIA DE ÉSTAS SOBRE EL PRECIO DE LAS
PIELES, EN UN CRIADERO DE CHINCHILLAS (*Chinchilla lanigera*), EN LA COMUNA
DE PIRQUE, CHILE**

Catalina Lida González Canepa

Memoria para optar al Título
Profesional de Médico Veterinario

Departamento de Medicina
Preventiva

Nota Final

Profesor Guía:	Dr. José Manuel Yáñez
Profesor Corrector:	Dra. Tamara Tadich
Profesor Corrector	Dr. Claus Köbrich

SANTIAGO, CHILE

2016

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradezco a mis padres, Giovanna y Álvaro, y hermanos, Joaquín y Sebastián, quienes siempre me han apoyado y brindado innumerables oportunidades para aportar en mi formación académica y profesional, así como especialmente, en mi formación e intereses personales. Les dedico este trabajo a mis padres, ya que son quienes en gran medida posibilitaron que yo pudiese estudiar esta hermosa carrera.

A Felipe, mi gran compañero, quien me ha acompañado y ha sido un enorme apoyo no sólo durante la realización de este trabajo, sino que además durante diversos procesos y momentos de la vida, y quien siempre ha sabido otorgar una palabra de aliento y de cariño.

A mi profesor José Manuel Yáñez, quien no sólo ha colaborado con la realización y revisión del presente trabajo, sino que además ha sido un pilar fundamental dentro del proceso, otorgando siempre sus consejos y siendo un excelente guía, además de proveer palabras de aliento cuando aparecían momentos de dificultad durante el proceso de realización del trabajo. Para mí, ha sido un ejemplo de excelencia profesional y de lo que significa ser un gran líder. También agradezco al grupo de trabajo del Dr. Yáñez, quienes siempre mostraron una gran voluntad para responder a mis dudas e inseguridades durante el proceso. Le agradezco a mi profesor y a su grupo, que siempre me hicieron sentir muy cómoda y bien recibida.

Agradezco a la profesora Tamara Tadich, quien también fue una excelente guía durante este periodo, siempre demostrando una gran disposición para acompañarme y resolver dudas sobre el trabajo y el proceso.

Finalmente, me gustaría agradecer a mis amigas de la vida, quienes me acompañaron durante el proceso, escuchándome y apoyándome, y quienes siempre me han brindado su compañía y cariño incondicional.

RESUMEN

El objetivo del estudio fue determinar el componente genético de variables productivas y conductuales, y la influencia de éstas sobre el precio final de las pieles en una explotación comercial de chinchillas (*Chinchilla lanigera*). Los datos para los análisis corresponden a 10198 chinchillas, registrados entre los años 1990 y 2011, en un criadero en Pirque, en la Región Metropolitana. Los análisis revelaron que existe una relación positiva entre el peso corporal al nacimiento (PN), y el peso corporal al sacrificio (PS) de los animales, con el precio de las pieles. Sin embargo, el peso corporal al destete (PD) no afecta el precio de las pieles. El estudio también demostró que existe una diferencia significativa entre los precios de pieles que provienen de animales que realizaron tricofagia, en comparación a aquellos provenientes de chinchillas que no presentaron dicha conducta. Además, se observó que el PN, PD, PS y la tricofagia son características que poseen variaciones genéticas significativas, con estimaciones de heredabilidad de 0,70, 0,56, 0,29, y 0,16, respectivamente, siendo el precio de las pieles el único rasgo analizado que no presentó una variación genética significativa.

Palabras clave: Chinchilla; variables productivas; tricofagia; precio de pieles; heredabilidad.

ABSTRACT

The aim of this study was to determine the genetic component of productive and behavioral traits, and their influence over the final fur price in a commercial exploitation of chinchillas (*Chinchilla lanigera*). The data for the analysis belongs to 10198 chinchillas, recorded between the years 1990 and 2011, in a commercial breeding population kept in Pirque, in the Metropolitan Region. The analysis revealed that there is a positive relationship between the body weight at birth (PN), and the body weight at sacrifice (PS) of the animals, with fur price. However, body weight at weaning does not affect fur price. The study also demonstrated that there is a significant difference between fur prices that come from animals that presented fur-chewing, in comparison to those that come from chinchillas that did not show the behavior. In addition, the study showed that PN, PD, PS and fur-chewing are traits that present significant genetic variation, with estimates of heritability of 0.70, 0.56, 0.29, y 0.16, respectively, being the price of furs the only analysed trait that did not show significant genetic variation.

Keywords: Chinchilla; productive traits; fur-chewing; fur price; heritability

INTRODUCCIÓN

Durante el siglo pasado y en la actualidad, se ha desarrollado la multimillonaria industria peletera a través de la cría de animales pelíferos, como lo son los visones (*Mustela vison*), hurones (*Mustela putorius*), conejos (*Oryctolagus cuniculi*), nutrias (*Myocastor coypus*), zorros (*Alopex lagopus*, *Vulpes vulpes*), entre otros. Un importante representante de dicha industria son las chinchillas (*Chinchilla lanigera*). Éstas, son roedores histricognatos pertenecientes a la familia *Chinchillidae*, endémicas de Chile, las cuales poseen una dieta herbívora, hábitos nocturnos y crepusculares (Cortés *et al.*, 2000; Martino *et al.*, 2000; Ponzio *et al.*, 2004). En estado silvestre es posible encontrar dos especies, la *Chinchilla brevicaudata* y la *C. lanigera*, de las cuales existe escaso conocimiento sobre su biología e historia. Asimismo, son escasos también los estudios respecto a la fisiología de las chinchillas mantenidas en cautiverio (Jiménez, 1996; Cortés *et al.*, 2002).

La chinchilla de criadero se originó como un híbrido producto del *cross-breeding* de ambas taxas hace más de 80 años. Sin embargo, se fue seleccionando con el tiempo a la especie lanígera para dar origen a las chinchillas cautivas, ya que si bien la *C. brevicaudata* presentaba un pelaje más denso y largo (MMA, 2012), las lanígeras se caracterizaban por ser animales más dóciles, con un menor periodo de gestación y una mayor cantidad de crías por parto, por lo cual eran más aptas para ser criadas para la producción de pieles (Tisljar *et al.*, 2002; García y García, 2004; Valladares *et al.*, 2014). En la industria peletera, la chinchilla es de gran valor comercial debido a las cualidades excepcionales de su pelo, que alcanza una longitud de 2,5 centímetros en promedio, sedoso, extremadamente suave y firmemente adherido a la piel. En la mayoría de los mamíferos cada folículo piloso produce un solo pelo, pero en esta especie, cada folículo llega a producir de 24 a 80 pelos o hebras (Badillo *et al.*, 1999; Casas, 2001; Sportono *et al.*, 2004).

La rentabilidad de las granjas peleteras, incluyendo las de chinchillas, depende fuertemente de la cantidad de producto final, y de la calidad de las pieles. Se describe que las características con mayor influencia sobre el precio del pelaje son el tamaño y la calidad del mismo (Wierzbicki y Jagusiak, 2006; Zawislak *et al.*, 2014). Por ende, tanto las características cuantitativas (desempeño reproductivo y tamaño de pieles) como

cualitativas (calidad de pelaje) debiesen ser mejoradas continuamente (Felska-Blaszczyk *et al.*, 2008).

En estudios llevados a cabo por diferentes autores en mapaches finlandeses, zorros y visones, se demuestra que hay una correlación positiva entre el peso corporal y el tamaño de la piel de éstos (Dzierzanowska-Goryn *et al.*, 2014). La relación entre peso corporal y el largo de la piel también fue confirmada en chinchillas (Zawislak *et al.*, 2014).

En adición, el peso corporal de los animales es de gran relevancia, ya que acorde a Dzierzanowska-Goryn *et al.* (2014), la mortalidad de las chinchillas jóvenes depende de su peso corporal al nacimiento. Cuando éste es mayor, existe mayor probabilidad de supervivencia de las crías. Esta relación también se evidenció en visones en un estudio realizado por Hunter (2008). Además, existe una relación negativa entre el número de cachorros en la camada y su peso corporal, es decir, mientras más crías por camada, es menor el promedio de peso corporal. Considerando que las chinchillas tienen en promedio entre 1,5 y 1,9 crías por camada (Dzierzanowska-Goryn *et al.*, 2014), se describe que el aumento de una cría a dos por camada no influye significativamente en el peso corporal de las crías, sin embargo la presencia de un tercer gazapo reduce de manera considerable tanto el peso inicial de los miembros de la camada, como su ganancia diaria de peso hasta el destete (Nistal *et al.*, 2013). Resultados coincidentes fueron obtenidos también en una investigación llevada a cabo con cerdos (Quiniou *et al.*, 2002).

En relación a parámetros genéticos para rasgos productivos en animales peleteros, existen estimaciones de heredabilidad para peso corporal y tamaño corporal en visones, los cuales se encuentran en un rango entre 0,2-0,5, y 0,23-0,28, respectivamente. Resultados similares fueron encontrados en zorros árticos, donde se estimó la heredabilidad del tamaño corporal en 0,27 (Wierzbicki y Jagusiak, 2006; Socha *et al.*, 2008). Sin embargo, a nuestro conocer, no existen estudios similares realizados en chinchillas, así como tampoco existen estudios que revelen correlaciones directas entre los distintos pesos corporales de los animales (PN, PD y PS) y el precio de las pieles en dicha especie.

Otro rasgo que ha sido ampliamente estudiado en la industria de las chinchillas a causa de sus importantes repercusiones económicas (debido a la alteración del producto final, y en algunos casos, a la eliminación de animales del sistema productivo), es la tricofagia. Esta conducta estereotipada realizada por las chinchillas en cautiverio ha sido

estudiada debido a sus negativas consecuencias fisiológicas y productivas (Franchi *et al.*, 2016). Las estereotipias se definen como un desorden conductual, donde los patrones de comportamiento son invariantes y repetitivos, y no poseen meta o función obvia (Mason, 1991). Este tipo de conducta puede generarse en animales que se enfrentan a ambientes o a problemas sin solución (como el encierro en una jaula). Se describe que en ocasiones parecen tener una función adaptativa para el individuo, permitiéndole de esta manera enfrentar el cautiverio. Estas conductas se desarrollan en los animales como consecuencia de ambientes subóptimos, sobre los cuales los animales no tienen control, generando situaciones de frustración, miedo o estrés, restricción física y falta de estimulación. Este tipo de ambientes poco estimulantes comprometen el desarrollo y funcionamiento del cerebro anterior de los mamíferos, como se evidencia en índices físicos, tales como una ramificación dendrítica disminuida, así como en índices cognitivos, como aprendizaje alterado. Esto pareciera ser que exagera las conductas estereotipadas (Mason, 2008; Tynes, 2013). Las estereotipias pueden tener efectos deletéreos sobre el animal, y su rendimiento reproductivo, productivo y sobre su salud. Debido a estas repercusiones, es que cada vez cobran mayor importancia los indicadores directos de tipo conductual de bienestar animal, en donde se incluye la presentación de desviaciones conductuales como las estereotipias. La mayoría de estas conductas no deseadas son consecuencia de un deterioro del bienestar del animal, por lo cual debiesen ser prevenidas en la medida que sea posible (Tadich *et al.*, 2010; Mononen *et al.*, 2012; Tadich *et al.*, 2013).

La tricofagia, come pelo o *fur-chewing*, es un desorden conductual, clasificado dentro del grupo de las automutilaciones, en el cual el animal muerde áreas de su propio pelaje o de otro animal, y puede ocurrir en ocasiones en animales silvestres como el zorro. Esta conducta se considera uno de los problemas más serios en la industria peletera asociada a las chinchillas. Generalmente se desarrolla la condición en ambos géneros, aunque en mayor frecuencia en las hembras, y se describe que se desarrolla generalmente a los 6-8 meses de edad. La tricofagia no sólo afecta el bienestar del animal, sino que además afecta la piel, pudiendo afectar extensas áreas de su cuerpo. La recuperación del pelaje de dichas zonas es generalmente incompleta, generando un problema de gran relevancia económica para el criador (Galeano *et al.*, 2013). Estudios realizados en Argentina y Chile muestran una presentación de la conducta de aproximadamente un 4% de la población de chinchillas de criaderos (Ponzio *et al.*, 2007; Tadich *et al.*, 2013).

La gran mayoría de los estudios que se han realizado sobre tricofagia, se han dirigido hacia la asociación de algunos factores de manejo o ambientales, sin embargo, se ha dejado en un segundo plano la relación con factores biológicos individuales. Actualmente se discute la posibilidad de que la tricofagia sea una conducta que posea algún componente heredable, siendo ésta además la creencia de algunos dueños de criaderos (Lapinski *et al.*, 2014). Sobre dicho tópico, se demostró a través de experimentos realizados por Mösslacher (1986), que hasta el 50% de la progenie de hembras que presentan dicha conducta, también se han convertido en animales que realizan tricofagia. Se postula la posibilidad de que existan líneas genéticas con una predisposición a verse más afectadas por el estrés que conlleva el cautiverio, y de esa forma, estar predispuestas a desarrollar la conducta, sin embargo se requieren más estudios para aseverar la presencia de un componente genético involucrado en dicha conducta (Ponzio *et al.*, 2007; Koivula *et al.*, 2008; Tadich *et al.*, 2013).

Trabajos realizados en equinos postulan una base heredable de algunas estereotipias. Recientemente se estimó un valor de 0,68 para la heredabilidad de la conducta de aerofagia (*crib-biting*), presente en algunos equinos (Hemmann *et al.*, 2014), lo cual otorga una razón para especular que se requiere la presencia de genes susceptibles en el genoma de un individuo, antes de que los estímulos ambientales puedan causar la aparición de esta conducta (Vecchiotti y Galanti, 1985). Asimismo, en un estudio realizado en visones, se entregan estimaciones de heredabilidad de 0,25 para conductas estereotipadas (Hansen *et al.*, 2010). Sin embargo, a nuestro conocer, no existen en la actualidad estudios que otorguen estimados de heredabilidad para la conducta de tricofagia en chinchillas, de la misma forma se evidencia la falta de estudios que revelen cuantitativamente el impacto económico que generaría la tricofagia sobre el precio de las pieles en chinchillas.

La presente investigación plantea como propósito determinar la posible influencia de variables productivas (PN, PD, y PS de las crías de chinchillas), y conductuales, sobre el precio de las pieles de chinchillas, así como determinar el componente genético de dichas variables, incluyendo el precio de las pieles, en un criadero de chinchillas ubicado en la comuna de Pirque, en la región Metropolitana. Esto permitirá evaluar la posibilidad de realizar selección genética de los animales en base a dichas características, con el objetivo de generar un aumento en la rentabilidad del sistema productivo además de mejorar el bienestar de los animales presentes en dicho sistema.

MATERIALES Y MÉTODOS

Datos utilizados

Se utilizó una base de datos con la información de 10198 chinchillas, que abarca desde el año 1990 hasta el 2011, pertenecientes a un criadero ubicado en la comuna de Pirque, en la región Metropolitana. Cada uno de los animales cuenta con los siguientes datos: Identificación del padre y de la madre, sexo del animal, fecha de nacimiento, destete y sacrificio, peso al nacimiento, peso al destete y peso al sacrificio (en gramos), conducta de tricofagia, y el precio de su piel (en dólares).

Análisis estadísticos

La relación entre las variables precio y peso corporal (PN, PD y PS) se realizó utilizando un modelo de análisis de covarianza. El análisis se realizó a través del programa Infostat®. Los modelos utilizados se presentan a continuación:

$$\text{precio} = \beta_1(p_n) + \text{año} + e$$

Donde:

precio = precio de la piel del animal;

p_n = peso corporal del animal al nacimiento;

año = año en el que fue sacrificado el animal;

e = error residual;

β_1 = coeficiente de regresión para peso al nacimiento;

$$\text{precio} = \beta_2(p_d) + \beta_3(\text{edad}_d) + \text{año} + e$$

Donde:

p_d = peso corporal del animal al destete;

edad_d = edad del animal al destete, en días;

β_2 = coeficiente de regresión para peso al destete;

β_3 = coeficiente de regresión para edad al destete; y todos los otros términos corresponden a los descritos anteriormente;

$$\text{precio} = \beta_4(p_s) + \beta_5(\text{edad_s}) + \text{año} + e$$

Donde:

p_s = peso corporal del animal al sacrificio;

edad_s = edad del animal al sacrificio, en días;

β_4 = coeficiente de regresión para peso al sacrificio;

β_5 = coeficiente de regresión para edad al sacrificio; y todos los otros términos corresponden a los descritos anteriormente.

Utilizando el modelo de análisis de varianza (ANOVA), se evaluaron las posibles diferencias significativas para el precio final de las pieles, dependiendo de la presencia o ausencia de la conducta de tricofagia en los animales. Del mismo modo, dicho análisis se llevó a cabo a través del programa Infostat®. El modelo utilizado corresponde al siguiente:

$$\text{precio} = t_i + \text{año} + e$$

Donde:

precio = precio de la piel del animal;

t_i = presencia o ausencia de la conducta de tricofagia en el animal;

año = año en el que fue sacrificado el animal;

e = variación aleatoria.

Estimación de heredabilidades

A través de un procedimiento de máxima verosimilitud restringida implementada en el programa ASRemlW®, se realizó la estimación de los componentes de varianza involucrados en los siguientes rasgos productivos: PN, PD, PS, precio de pelaje en crías de chinchilla, y en la conducta de tricofagia.

El análisis de las heredabilidades de los pesos en los distintos momentos productivos, y del precio, se realizó utilizando el siguiente modelo mixto:

$$y = Xb + Wc + Za + e$$

Donde:

y = vector de observaciones (PN, PD, PS y precio);

b = vector de efectos fijos entre los cuales se incluyen “sexo” como factor para PN, PD PS y precio, “edad” como covariable para PD, PS y precio, y “PS” como covariable para precio;

c =vector de los efectos genéticos aleatorios asociados al padre;

a = vector de los efectos genéticos aleatorios asociados a la madre;

e = vector residual aleatorio;

X, W y Z = matrices de diseño que asocian los efectos fijos y aleatorios de padre y madre, respectivamente, a las observaciones;

Con la finalidad de determinar los componentes de varianza de la conducta de tricofagia en chinchillas, se analizaron los datos utilizando un modelo estadístico umbral. Las observaciones fenotípicas de la conducta de tricofagia en chinchillas fueron registradas como carácter binario, en donde (0) correspondía a animales que no realizaban la conducta y (1) a aquellos que sí eran observados realizándola. Los datos se analizaron utilizando una función probit acorde al siguiente modelo mixto:

$$Pr(Y_{ijk}) = \Phi(\mu + S_i + PF_j + P_k + M_l)$$

Donde:

Y_{ijk} = la observación de presencia/ausencia (1 o 0) para la conducta de tricofagia;

Φ = función normal de densidad acumulada;

μ = efecto fijo de la media general:

S_i = efecto del sexo como efecto fijo;

PF_j = efecto del peso final como efecto fijo;

P_k =efecto aleatorio del padre (con 459 clases);

M_l = efecto aleatorio de la madre (con 1320 clases);

Los parámetros del modelo umbral univariado fueron estimados mediante máxima verosimilitud restringida utilizando el software estadístico ASREML versión 3.0.

Los valores de varianza aditiva del padre, varianza aditiva de la madre, y de varianza residual, fueron utilizados para calcular la heredabilidad de cada característica previamente mencionada, a través de la siguiente fórmula:

$$h^2 = \frac{2(\sigma_a^2 + \sigma_m^2)}{\sigma_a^2 + \sigma_m^2 + \sigma_e^2}$$

Donde:

h^2 = heredabilidad de la variable a analizar;

σ_a^2 = varianza aditiva del padre para dicha variable;

σ_m^2 = varianza aditiva de la madre para dicha variable;

σ_e^2 = varianza residual para dicha variable.

RESULTADOS

El peso promedio de los animales del presente estudio al nacimiento fue de 48,22 gramos. En cuanto al peso al destete de las chinchillas, éste tuvo un promedio de 232,91 gramos, siendo destetados en promedio a los 54,46 días. Por otro lado, las chinchillas del presente estudio pesaron en promedio 590,5 gramos al sacrificio, y fueron sacrificadas en promedio a los 432,27 días de vida. Cabe destacar que el coeficiente de variación de la edad al sacrificio es muy superior al de las otras variables biológicas, los cuales se encuentran en un rango de 14,09 – 24,52. Finalmente, en promedio, el precio de las pieles fue de 37,92 dólares cada una. Es importante señalar que el precio, una variable que involucra tanto aspectos biológicos como otros factores externos al individuo, también posee un alto coeficiente de variación (Tabla 1).

Tabla 1: Número de observaciones (n), media, desviación estándar (D.E.), coeficiente de variación (CV), valor mínimo (Mín) y máximo (Máx) para cada característica

Variable	n	Media	D.E.	CV	Mín	Máx
Peso nacimiento	9098	48,22	9,92	20,57	6	93
Peso destete	7371	232,91	48,62	20,88	90	445
Edad destete	7383	54,46	13,36	24,52	14	112
Peso sacrificio	2288	590,50	83,20	14,09	280	891
Edad sacrificio	8597	432,27	390,35	90,30	108	2123
Precio piel	3931	37,92	15,66	41,29	4	100

*Los distintos pesos se encuentran registrados en gramos, las edades en días y el precio de las pieles en dólares.

47% del total de las crías de chinchillas del estudio eran hembras, y el 53% correspondieron a machos. Se evidencia un mayor número de machos cada año, exceptuando el año 2011, en donde existió el mismo porcentaje de animales de ambos sexos.

En cuanto a la presentación de tricofagia, un 95% de las crías no realizaron la conducta, mientras que el 5% restante sí la presentó. A través de los años se pueden observar algunas variaciones en dichos porcentajes, con un rango entre un 2% de presentación de la conducta, observado en los años 1994 y 1995, y un 9%, observado en el año 2010.

Existe registro de un total de 459 padres, muchos de los cuales permanecen en el sistema productivo por más de un año como reproductores. Éstos tienen en promedio 22,13 crías cada uno, teniendo un rango entre 1 y 298 crías por padre. Además, existe registro de un total de 1320 madres, las cuales tienen en promedio 7,7 crías cada una, teniendo un rango entre 1 y 44 crías por madre.

Al analizar 3891 animales con el objetivo de evaluar el posible efecto del peso al nacimiento de las chinchillas, y del año de sacrificio del animal (entre 1990-2011) sobre el precio final de las pieles, se determinó que existe una influencia significativa ($p < 0,05$) de estas variables sobre la variable dependiente (precio). Al aumentar en una unidad el peso al nacimiento (en gramos), se genera un aumento de 0,1 dólares en el precio de las pieles (Tabla 2). El efecto ejercido por el año de sacrificio del animal sobre el precio de las pieles se puede observar en la anexo 1.

Tabla 2: Análisis de covarianza (ANCOVA), del efecto del peso al nacimiento (en gramos) y año, sobre el precio de las pieles de chinchillas

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor	Coef
Modelo.	200672,41	16	12542,03	64,32	<0,0001	
Año	198228,86	15	13215,26	67,78	<0,0001	
P_n	2443,55	1	2443,55	12,53	0,0004	0,1
Error	755366,15	3874	194,98			
Total	956038,55	3890				

En cambio, al analizar un total de 3746 animales para evaluar el posible efecto del peso al destete de las chinchillas, de la edad al destete y del año analizado (de 1991 a 2011), sobre el precio de las pieles, se determinó que existe una influencia significativa ($p < 0,05$) del año analizado sobre el precio de las pieles (Anexo 2). Sin embargo, no existe una influencia estadísticamente significativa del peso al destete, o de la edad al destete de la cría, sobre el precio de su piel (Tabla 3).

Tabla 3: ANCOVA del peso al destete (en gramos), edad al destete (en días) y año, sobre el precio de las pieles de chinchillas

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor	Coef
Modelo.	190394,76	17	11199,69	57	<0,0001	
Año	189737,15	15	12649,14	64,38	<0,0001	
Edad_d	304,21	1	304,21	1,55	0,2135	-0,04
P_d	353,39	1	353,39	1,8	0,18	0,01
Error	732479,04	3728	196,48			
Total	922873,8	3745				

También se evaluó en un total de 1746 chinchillas, el posible efecto del peso al sacrificio de los animales, de la edad al sacrificio y del año de sacrificio de los animales (de 2003 a 2011), sobre el precio de sus pieles. Los resultados demuestran que las tres variables tienen un efecto significativo ($p < 0,05$) sobre el precio de las pieles de chinchillas. Un aumento unitario de los días al sacrificio provoca una disminución de 0,01 dólares en el precio de las pieles, y al aumentar en un gramo el peso al sacrificio, se genera un aumento de 0,03 dólares en el precio de las pieles de chinchillas (Tabla 4). El efecto ejercido por el año de sacrificio del animal sobre el precio de las pieles se puede observar en el anexo 3.

Tabla 4: ANCOVA del peso al sacrificio (en gramos), edad al sacrificio (en días) y año sobre el precio de las pieles de chinchillas

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor	Coef
Modelo.	51948,31	10	5194,83	27,18	<0,0001	
Año	39589,95	8	4948,74	25,9	<0,0001	
Edad_s	1898,74	1	1898,74	9,94	0,0016	-0,01
P_s	10459,62	1	10459,62	54,73	<0,0001	0,03
Error	331570,97	1735	191,11			
Total	383519,28	1745				

Los resultados del análisis de 3932 animales, demuestran que existe una diferencia significativa en el precio de las pieles de chinchillas que presentan la conducta de tricofagia, en comparación a aquellas que no presentan dicha estereotipia, teniendo un promedio de 18,93 dólares las pieles de aquellos animales que presentan la conducta, en comparación a la media de 34,91 dólares que obtuvieron las pieles de chinchillas que no presentaron la estereotipia (Tabla 5).

Tabla 5: Medias del precio de pieles, en dólares, de chinchillas que presentaron tricofagia (1) y de aquellas que no presentaron la conducta (0): n – número de animales del grupo correspondiente, E.E – error estándar

Tricofagia	Medias	N	E.E.	
1	18,93	180	1,12	A
0	34,91	3754	0,31	B

* Se observa que medias con letras diferentes (A y B) son significativamente diferentes.

Al analizar el componente genético del PN, PD, PS, precio y de la tricofagia en chinchillas, se obtuvo que todas las estimaciones de varianzas son significativas, exceptuando los componentes del padre y de la madre en relación al precio de la piel de sus crías, así como el componente materno en relación a la conducta de tricofagia. En cuanto a las estimaciones de heredabilidad para las características estudiadas, éstas variaron entre 0,018 y 0,706, siendo todas significativas, con excepción del parámetro correspondiente al precio de las pieles de chinchillas. De esta forma, el peso al nacimiento de las chinchillas estudiadas tendría una heredabilidad del 70,6%, un 56,3% para el peso al destete, un 28,8% para el peso al sacrificio, y un 16% para la conducta de tricofagia (Tabla 6).

Tabla 6: Estimaciones de varianza genética del padre (σ_a^2), varianza genética de la madre (σ_m^2), varianzas fenotípicas (σ_p^2) y heredabilidades (h^2) con sus errores estándar (EE) para rasgos productivos, conductuales y precio de la piel en chinchillas

Variable	$\sigma_a^2 \pm EE$	$\sigma_m^2 \pm EE$	$\sigma_p^2 \pm EE$	$h^2 \pm EE$
Peso al nacimiento	19,36 ± 2,31	17,89 ± 1,38	105,58 ± 2,69	0,706 ± 0,034
Peso al destete	273,52 ± 41,19	354,75 ± 32,69	2233,20 ± 52,8	0,563 ± 0,035
Peso al sacrificio	675,86 ± 147,57	292,04 ± 120,67	6718,90 ± 219,35	0,288 ± 0,047
Tricofagia	0,044 ± 0,017	0,042 ± 0,022	1,087 ± 0,024	0,160 ± 0,042
Precio de la piel	1,55 ± 1,02	0,039 ± 1,937	180,93 ± 4,09	0,018 ± 0,019

DISCUSIÓN

El promedio que obtuvieron los animales del presente trabajo, en cuanto al peso al nacimiento, es similar a lo presentado en otros estudios (Holzer y Lara, 2004; Dzierzanowska-Goryn *et al.*, 2014) para chinchillas. Asimismo, tanto el peso como la edad al destete se encuentran dentro del rango observado en otras investigaciones (Deane y Waylen, 2009; Álvarez, 2010; Nistal y Di Masso, 2015). En el caso del peso al sacrificio de las chinchillas del presente estudio, éste es concordante con trabajos realizados previamente (Álvarez *et al.*, 1997; Hagen *et al.*, 2015), y levemente menor a otra investigación realizada por Sportono *et al.* (2004).

En cuanto al elevado coeficiente de variación de la edad al sacrificio, éste se debe a que dentro de la base de datos se consideran tanto animales que son destinados a cosecha de sus pieles, y que por ende son sacrificados alrededor de los 11 meses de vida, como se describe por Holzer y Lara (2004), así como a animales que son destinados a reproducción. Estos últimos, fueron sacrificados a distintas edades, teniendo como límite superior los 6 años de edad, lo cual concuerda con lo expuesto por Sportono *et al.* (2004), quien menciona que la fecundidad específica por años es más alta entre 1-6 años en hembras y 1-6,5 años en machos, disminuyendo progresivamente la fecundidad luego de dicho periodo. Sin embargo, cabe destacar que sería beneficioso para futuros estudios, que se pudiese diferenciar a aquellos animales destinados solamente a producción peletera, de aquellos destinados a reproducción, ya que podrían estar generando un efecto desigual sobre el precio de sus pieles. Lo descrito anteriormente no se pudo realizar en la presente investigación, ya que no existía registro de la finalidad de los animales, además de no existir una clara línea divisora en cuanto a las edades de sacrificio, con lo cual se podría haber diferenciado entre los animales destinados a cada uno de los propósitos. Finalmente, en cuanto al precio de las pieles, la media de dicha variable presentada en este estudio, concuerda con lo expuesto por Zawislak *et al.* (2014).

Basados en la correlación existente entre peso corporal y tamaño de animal, y la correlación de éste último con el precio de pieles de animales pelíferos (Zawislak *et al.*, 2014), se esperaba que los distintos pesos corporales analizados en el presente estudio, tuviesen una relación positiva con el precio de las pieles de chinchillas. Si bien ese fue el caso para PN y PS, no se observó un efecto significativo del PD sobre el precio de las pieles, lo cual podría deberse a variaciones entre individuos a causa de la habilidad materna durante el periodo de lactancia.

Por otro lado, también se observó en los resultados que el aumentar la edad al sacrificio generaba una disminución en el precio de las pieles. Esto podría tener relación con que aquellos animales que son mantenidos por un mayor tiempo en el sistema, van perdiendo características de relevancia para la asignación de precio de dicha piel, ya que se supera la edad en la cual el pelo de estos animales logra su máxima madurez, con máximo crecimiento, y esplendor del brillo y del color, alcanzada entre los 10 y 11 meses de edad (Holzer y Lara, 2004).

En visones, los estimados de heredabilidad para peso corporal se encuentran dentro del mismo rango que en el presente estudio (Koivula *et al.*, 2008). Los estimados de heredabilidad de tamaño de animal en visones tienen un rango entre 0,1 y 0,51, y en zorros árticos de 0,16 – 0,29 (Peura *et al.*, 2005; Koivula *et al.*, 2009). Sin embargo, a nuestro conocer, no se han publicado estimados de heredabilidad para peso corporal en chinchillas, particularmente para peso corporal en diversos momentos productivos. Esto último podría ser de gran utilidad para algunos criadores, ya que no sólo el peso al sacrificio es de relevancia productiva, al ser uno de los principales determinantes del precio final de las pieles, sino que además, el peso corporal al destete, y especialmente al nacimiento, tienen gran influencia sobre la tasa de sobrevivencia de las crías. Además, el peso al nacimiento se encuentra correlacionado de manera positiva con la ganancia diaria de peso, en donde, aquellos animales que nacen con un mayor peso corporal, son destetados con mayores pesos en promedio, en comparación a aquellos con un menor peso corporal al nacimiento (Nistal *et al.*, 2013; Dzierzanowska-Goryn *et al.*, 2014).

El estimado de heredabilidad del precio de las pieles en el presente estudio no fue significativo. Esto se podría deber a que el precio no corresponde a una variable biológica, el cual es altamente dependiente de regulaciones externas, tal como variaciones en la demanda, las cuales pueden responder a diversas causas, tales como modificaciones tecnológicas, políticas, situaciones sociales, medioambientales, entre otros (Pérez y Pérez, 2006). Además, en el caso de las pieles de chinchillas, éstas responden a demandas internacionales, por lo cual influyen también los factores externos relacionados a los países que compran el producto (Casas, 2001).

En cuanto a la relación de la tricofagia con el precio de las pieles, cabe destacar que si bien existen estudios en los cuales se menciona la relevancia de dicha conducta en la industria peletera a causa de sus repercusiones económicas, tanto a causa de la eliminación de estos animales del sistema, así como por afectar el producto final (Ponzio

et al., 2007, 2012; Galeano *et al.*, 2013). En dichos estudios no se revela la diferencia cuantitativa entre valores de pieles provenientes de animales que presentaran la conducta en comparación a los que no, lo cual fue realizado en el presente trabajo, cuyo objetivo es el de evidenciar el efecto real que tiene la conducta sobre el precio final de las pieles de chinchillas.

Otra repercusión generada por la conducta de tricofagia de relevancia económica para los criaderos, es el efecto que genera en las camadas de hembras que presentan dicha estereotipia. Si bien se describe que no existen consecuencias negativas en el desempeño reproductivo de chinchillas de ambos sexos, en relación a la calidad seminal y a la respuesta al proceso de colección de semen en el caso de los machos, ni en el número de camadas por hembra por año y en el tamaño de camada en caso de la hembras, sí se describe un efecto perjudicial en la tasa de supervivencia de las crías, siendo ésta menor en las crías de hembras con tricofagia. Asimismo, algunos estudios en ratas sugieren que las crías nacidas de madres que exhiben conductas estereotipadas, experimentan privación materna que está relacionada a una calidad reducida de cuidado maternal. Es probable que las madres chinchillas con tricofagia además exhiban conductas maternas inapropiadas, y como resultado, se observe deficiente éxito de destete (Dobson y Rouvinen-Watt, 2008). Esto último, concuerda con lo expuesto por un estudio realizado por Galeano *et al.* (2014), en donde se encontraron algunas crías muertas de hembras con tricofagia, las cuales mostraban signos de agresión maternal.

Asimismo, se ha observado que los pesos al destete de camadas de hembras visones que han sufrido de estrés durante el periodo de lactancia, son significativamente menores comparadas a camadas de hembras que no vivieron la experiencia estresante. Resultados similares han sido observados en zorros (*Vulpes vulpes*), donde los cachorros de hembras estresadas tuvieron menor peso al destete y fueron menos activos comparados a los cachorros de hembras no estresadas (Dobson *et al.*, 2008). El menor peso de la camada al destete puede además ser el resultado de un menor cuidado maternal. En ratas se ha observado que la conducta de madres estresadas es dirigida más a menudo hacia excavar, comer, beber y descansar en vez de hacia sus cachorros. Se sugiere que ésta es la razón por la que las crías de madres ratas estresadas tienen una mayor mortalidad y una tasa de crecimiento menor comparadas a los controles. Un cuidado maternal reducido también puede tener efectos perjudiciales sobre la

descendencia ya adulta, causando que sean más temerosos, además de exhibir menor cuidado maternal (Meagher y Mason, 2008).

Hay estudios que sugieren que las chinchillas con la conducta de tricofagia son particularmente sensibles a los efectos del estrés. Se ha sugerido que la condición tiene un componente heredable, y que la inhabilidad de algunos individuos para afrontar el estrés del cautiverio pudiese ser genéticamente transmitido. Esta idea se fortalece además, al observar que no todos los animales que experimentan ambientes subóptimos o estresores, demuestran conductas auto injuriantes (Tynes, 2013). Sin embargo, no existen estudios previos que otorguen estimados de heredabilidad para tricofagia publicados para chinchillas.

Por otro lado, sí existen estudios que aseguran la existencia de un componente heredable en otras conductas anormales repetitivas, en donde el pelaje/plumas son removidos por los mismos individuos, las cuales han sido relacionadas a la tricofagia en términos de fenomenología y etiología, por ejemplo *barbering* en ratones, en donde se ha visto que la genética cumple un rol importante, y también se ha demostrado que la tricotilomania tiene un componente heredable en las personas (Galeano *et al.*, 2013; Tynes, 2013). Además, se ha descrito en visones, que la conducta estereotipada y la tricofagia contienen un componente genético en la predisposición del visón a realizarlas (Svendsen *et al.*, 2013). Asimismo, se estimó la heredabilidad de conductas estereotipadas en visones en un 0,25 (Hansen *et al.*, 2010), resultado similar al obtenido en el presente estudio, y se estimó recientemente la heredabilidad para la aerofagia en equinos, obteniendo valores más altos que los obtenidos en el presente trabajo (Hemmann *et al.*, 2014).

La predisposición genética a la tricofagia también ha sido encontrada en otras especies de animales. En un estudio que involucraba ratones, una mutación en el gen *Hoxb8* fue considerada como un factor genético detrás de la tricofagia. Cuando se mantenían separados, los ratones con las mutaciones en este gen se sacaban o comían su pelaje excesivamente (Lapinski, 2014). En humanos se ha observado, que el trastorno de ansiedad generalizada también es familiar, donde los familiares de primer grado de persona afectadas presentan un riesgo del 20% (mucho mayor que el 5% de la población general) de presentar el trastorno (Plomin *et al.*, 2007).

Cabe destacar, que además del componente genético por sí solo, también existen otros procesos que favorecen determinados ambientes para determinados genotipos. En ese sentido, los estudios de animales en los que se puede controlar tanto el genotipo como el ambiente, han encontrado ejemplos en los que los efectos ambientales sobre el comportamiento son diferentes en función del genotipo. Por ejemplo, los individuos con riesgo genético de psicopatología (predisposición) son especialmente sensibles a los efectos de los ambientes estresantes, el cual pareciera ser el caso de las chinchillas con estereotipias. También se describen 3 tipos de correlaciones entre genotipo y ambiente: pasiva, evocativa y activa, las cuales contribuyen en parte a generar determinados ambientes en base a ciertos genotipos (Oliva, 1997; Plomin *et al.*, 2002). De esta forma, podría ser que chinchillas con predisposición genética a realizar tricofagia, al ser animales con una mayor tendencia a sufrir de estrés por las condiciones ambientales, también tengan mayor cantidad de experiencias negativas con sus cuidadores, fomentando así la presencia de un ambiente aun más estresante para ellas.

Por otro lado, cabe recalcar que la existencia de un componente genético en los caracteres complejos no significa que el ambiente no sea importante. En los caracteres complejos la influencia ambiental es normalmente tan importante como la genética. La influencia genética del comportamiento es únicamente eso, una influencia o un factor, no algo pre programado o determinístico (Plomin *et al.*, 2002; Lejarraga, 2010). Incluso heredabilidades altas sólo indican que las influencias ambientales actuales no parecen afectar mucho a dicha característica, aunque otras experiencias sí podrían hacerlo (Oliva, 1997).

En ese sentido, los factores ambientales cobran gran relevancia. Se teoriza por algunos autores que la predisposición genética a desarrollar conductas anormales repetitivas se expresa cuando se expone a los animales a ciertas experiencias ambientales, las cuales pueden estar asociadas a ambientes inapropiados, destete temprano o abrupto, o a otras formas de estrés durante el desarrollo. En adición, se ha demostrado que el desarrollo en un ambiente empobrecido lleva a cambios permanentes dentro del sistema nervioso central (SNC). Animales forzados a vivir en un ambiente estéril durante las semanas, meses o años tempranos de su desarrollo, han demostrado tener menos neuronas en su cerebro, menor bifurcación dendrítica y densidad espinal, y reducida conectividad sináptica, además de una mayor incidencia de conductas anormales repetitivas. Este descubrimiento apunta a la base compleja y multifactorial de

estos problemas, razón por la cual pueden ser tan difíciles de prevenir o tratar (Tynes, 2013).

La exposición a estrés a largo plazo puede llevar al desarrollo de conductas repetitivas inducidas por la frustración, intentos repetitivos de sobrellevarlo y/o a disfunción del SNC conocido como desorden obsesivo compulsivo (Mason, 2006). Estos animales se desvían de los patrones de conducta normales que son típicamente encontrados a una edad y en un sexo dado en ambientes más naturales (Lapinski *et al.*, 2014).

En el caso de los visones, el desarrollo de estereotipias es influenciado por el ambiente y las rutinas de manejo tales como la estrategia de alimentación. El hambre parece ser una parte importante del desarrollo de estereotipias (Lindberg *et al.*, 2008). En un estudio realizado por Malmkvist *et al.* (2008) se observó una reducción de la conducta estereotipada al proveer comida gruesa, aumentando un elemento consumatorio en el forrajeo diario. La tricofagia en el mismo estudio fue reducida con acceso ya fuera a cuerdas de morder o a comida gruesa en las hembras visones. Además de los elementos insatisfechos de forraje llevando a conducta anormal, se ha sugerido que la tricofagia pudiese estar relacionada a una baja estimulación, llevando a una sobre expresión de otra conducta, tal como la de acicalamiento. Acorde a esto, un aumento de los estímulos diarios podría ser la razón por la cual tanto el morder cuerdas, como el alimento grueso redujeron la tricofagia (Malmkvist *et al.*, 2008). También se ha observado tricofagia inducida por estrés en degús (*Octodon degus*), que resulta de la soledad de animales en alojamientos individuales. Ponzio *et al.* (2007, 2012) encontraron que factores tales como el ruido, falta de compañía o compañía incompatible, la aparición de personas externas a la granja, y el aburrimiento predisponían a las chinchillas a comprometerse en la conducta de tricofagia. También se ha reportado que las camas de aserrín mantienen a las chinchillas entretenidas y reducen la aparición de la conducta (Lidfors *et al.*, 2008; Lapinski *et al.*, 2014).

Es por esto, que cuando sea posible, se debe prestar atención a la estructura social normal de las especies y realizar intentos de proveer al animal con un medio social apropiado. El criterio más relevante para el enriquecimiento ambiental debe estar basado en lo que sea biológicamente importante para las especies. Para proveer el enriquecimiento ambiental necesario se debe preguntar sobre qué estaría haciendo el animal si estuviera en estado silvestre. El enriquecimiento ambiental provee al animal de oportunidades de realizar conductas especie-específicas, y darle algún control sobre su

ambiente cuando sea posible. Ser capaz de controlar ciertos aspectos de su entorno (por ejemplo, la construcción de nido para termorregulación) se ha demostrado que disminuye el estrés por las condiciones de cautiverio para muchas especies. En adición, todo esfuerzo debe ser realizado para mejorar aspectos del ambiente que el animal encuentre estresantes (Tynes, 2013).

Finalmente, con los resultados del presente estudio se plantea la posibilidad de realizar selección genética, lo cual, sumado a un adecuado manejo ambiental, podría disminuir el porcentaje de presentación de la conducta de tricofagia. Al disminuir la prevalencia de la estereotipia, además de aumentar la rentabilidad del plantel, podría aumentar el bienestar de los animales del criadero, al dejar de reproducir animales que tengan una predisposición al estrés, generado por el cautiverio (Hänninen *et al.*, 2008; Mohaibes *et al.*, 2008; Rond y Jonge, 2008).

Con los resultados expuestos en este estudio, se plantea también la posibilidad de mejorar el precio de las pieles a través de selección de los animales con mayores pesos corporales. Además, al seleccionar animales para mejorar el PN en las crías, se podrían obtener gazapos con mayores pesos, lo cual como ya fue mencionado, aumenta las probabilidades de supervivencia de las crías.

Por otro lado, se ha descrito en visones y en zorros árticos (*Alopex lagopus*), que existen correlaciones negativas entre tamaño animal y características de fertilidad, tal como el tamaño de camada, existiendo una relación antagonista (Peura *et al.*, 2005; Koivula *et al.*, 2008; Lindberg *et al.*, 2008). Sin embargo, un estudio realizado por Mohaibes *et al.*(2008) demostró que en un grupo de chinchillas provenientes de Polonia, los animales que obtuvieron mejores índices de fertilidad fueron aquellos con menor puntaje en cuanto a conformación, sin embargo en un grupo de chinchillas provenientes de Dinamarca, aquellas que obtuvieron mejores índices de fertilidad fueron las que tuvieron mejor conformación. Es por esto, que se debe evaluar la selección en base a pesos corporales y/o a tamaño animal, ya que los parámetros reproductivos podrían deteriorarse, aunque esto aún ha de ser confirmado a través de más estudios científicos (Koivula *et al.*, 2009)

CONCLUSIÓN

En conclusión, el peso al nacimiento y el peso al sacrificio de las chinchillas, así como la conducta de tricofagia, generan un efecto sobre el precio de las pieles, y los parámetros genéticos reportados en el presente estudio indican que se puede lograr una mejora genética efectiva de estos rasgos (alta heredabilidad para PN, y moderada heredabilidad para PS y tricofagia). Si bien, esto permite que se puedan realizar planes de selección genética para aumentar el precio promedio de las pieles, se debe considerar que existen reportes de algunos autores, los cuales demuestran que el tamaño animal está correlacionado negativamente con el tamaño de camada, por lo que se debe considerar esta correlación genética negativa al planificar programas de crianza. Por otro lado, con estos resultados se plantea la posibilidad de seleccionar en base a la presentación de la conducta estereotipada, lo cual en conjunto con medidas de enriquecimiento ambiental, podría disminuir la presentación de la tricofagia, aumentando de esta forma, el bienestar de los animales.

BIBLIOGRAFÍA

- **ÁLVAREZ, M.; QUINTANA, H.; QUINN, M.** 1997. Crecimiento corporal de chinchilla (*Chinchilla lanigera*) en un criadero comercial de la provincia de Buenos Aires (Argentina). Archivos Latinoamericanos de Producción Animal, 5. Pp. 456-458.

- **ÁLVAREZ, M.** 2010. Manejo y crianza de la *Chinchilla lanigera* para la obtención de pieles en la Región de Magallanes. Trabajo Título Ingeniero de Ejecución Agropecuario. Punta Arenas, Chile. Facultad de Ciencias, Universidad de Magallanes. Pp. 14-17.

- **BADILLO, I.; FERNÁNDEZ, R.; ULLOA, R.** 1999. Efecto del zeranol sobre la maduración de piel en Chinchilla lanígera (*Eryomis laniger*). Revista Veterinaria México, 30(1): 63-66.

- **CASAS, M.** 2001. Technical and economical evaluation in the production of *Chinchilla lanigera* for fur export and production at the Metropolitan Region. Trabajo Título Médico Veterinario. Santiago, Chile. Facultad de Ciencias Silvoagropecuarias, Universidad Mayor. Pp. 35-59.

- **CORTÉS, A.; MIRANDA, E.; JIMÉNEZ, J.** 2002. Seasonal food habits of the endangered long-tailed chinchilla (*Chinchilla lanigera*): the effect of precipitation. Mammalian Biology, 67: 167-175.

- **CORTÉS, A.; ROSENMAN, M.; BOZINOVIC, F.** 2000. Relación costo-beneficio en la termorregulación de *Chinchilla lanigera*. Revista Chilena de Historia Natural, 73: 351-357.

- **DEAN, S.; WAYLEN, P.** 2009. ENSO related fluctuations of rainfall and their consequences for some rodent populations in north central Chile. TIEMPO Y ESPACIO, 23: 105-120.

- **DOBSON, J.; MASON, G.; ROUVINEN-WATT, K.** 2008. Intensive handling of mink (*Neovison vison*) dams during lactation reduces litter performance and weaning weight. IX International Scientific Congress in Fur Animal Production – Halifax, Nova Scotia, Canada, August 19-23. Pp. 182-183.

- **DOBSON, J.; ROUVINEN-WATT, K.** 2008. Seasonal body weight, body condition score, blood glucose and stress level of female mink (*Neovison vison*) with or without access to resting bunks. IX International Scientific Congress in Fur Animal Production – Halifax, Nova Scotia, Canada, August 19-23. Pp. 184-185.

- **DZIERZANOWSKA-GORYN, A.; BRZOWSKI, M.; GÓRAL-RADZISZEWSKA, K.** 2014. Young chinchillas weight gain, depending on their body mass at birth. *Annals of Warsaw University of Life Sciences –SGGW, Animal Science*, 53: 95-100.

- **FELSKA-BLASCZYK, L.; SULIK, M.; SEMIK, A.; SEREMAK, B.** 2008. Polish vs. Danish chinchillas (*Chinchilla laniger* M.). An analysis of body conformation and reproduction performance in two populations. IX International Scientific Congress in Fur Animal Production – Halifax, Nova Scotia, Canada, August 19-23. Pp. 42-46.

- **FRANCHI, V.; ALEUY, A.; TADICH, T.** 2016. Fur chewing and other abnormal repetitive behaviors in chinchillas (*Chinchilla lanigera*), under commercial fur-farming conditions. *Journal of Veterinary Behavior* 11. Pp. 60-64.

- **GALEANO, M.; CANTARELLI, V.; RUIZ, R.; FIOLE DE CUNEO, M.; PONZIO, M.** 2014. Reproductive performance and weaning success in fur chewing chinchillas (*Chinchilla lanigera*). *Reproductive Biology* 14. Pp. 213-217.

- **GALEANO, M.; RUIZ, R.; FIOLE DE CUNEO, M.; PONZIO, M.** 2013. Effectiveness of fluoxetine to control fur-chewing behaviour in the Chinchilla (*Chinchilla lanigera*). *Applied Animal Behaviour Science* 146. Pp. 112-117.

- **GARCÍA, J.** 2006. La crianza de la chinchilla. Informe de consultoría. Proyecto MAPA. Pp. 1-25.

- **GARCÍA, T.; GARCÍA, A.** 2004. Chinchillas (manuales esenciales). Cap. 1: Consideraciones generales, Cap. 2: Clasificación y descripción, Cap. 3: Historia de la Chinchilla. 1° Edición, Buenos Aires: Albatros.

- **HAGEN, K.; DITTMANN, M.; ORTMANN, S.; KREUZER, M.; HATT, J.; CLAUSS, M.** 2016. Retention of solute and particle markers in the digestive tract of Chinchillas (*Chinchilla laniger*). *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. Pp. 1-6.

- **HÄNNINEN, S.; PÖLÖNEN, I.; LAHTI, M.; PYYKÖNEN, T.; AHOLA, L.** 2008. Group housing of juvenile mink: effects on pelt length, general impression and Price. IX International Scientific Congress in Fur Animal Production – Halifax, Nova Scotia, Canada, August 19-23. Pp. 186-187.

- **HANSEN, B.; JEPPESEN, L.; BERG, P.** 2010. Stereotypic behaviour in farm mink (*Neovison vison*) can be reduced by selection. *Journal of Animal Breeding and Genetics* 127: 64-73.

- **HEMMANN, K.; RAEKALLIO, M.; VAINIO, O.; JUGA, J.** 2014. Crib-biting and its heritability in Finnhorses. *Applied Animal Behaviour Science*, 156: 37-43.

- **HOLZER, G.; LARA, G.** 2004. Crianza de Chinchillas. In: Cría en cautividad de fauna chilena. Servicio Agrícola y Ganadero; Parque Metropolitano, Zoológico Nacional; Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias. Pp. 385-401.

- **HUNTER, B.** 2008. Review of factors associated with mink kit mortality. IX International Scientific Congress in Fur Animal Production – Halifax, Nova Scotia, Canada, August 19-23. Pp. 28-29.

- **JIMÉNEZ, J.** 1996. The extirpation and current status of wild chinchillas, *Chinchilla lanigera* y *C. brevicaudata*. Department of Wildlife Ecology and Conservation, University of Florida, Gainesville, USA. *Biological Conservation*, 77:1-6.

- **KOIVULA, M.; STRANDÉN, I.; MÄNTYSAARI, E.** 2008. Genetic parameters for litter size and grading traits in Finnish mink population. IX International Scientific Congress in Fur Animal Production – Halifax, Nova Scotia, Canada, August 19-23. Pp. 53-57.

- **KOIVULA, M.; STRANDÉN, I.; MÄNTYSAARI, E.** 2009. Genetic and phenotypic parameters of age at first mating litter size and animal size in Finnish mink. *Animal*, 4(2): 183-188.

- **LAPINSKI, S.; LIS, M.; WÓJCIK, A.; MIGDAL, L.; GUJA, I.** Analysis of factors increasing the probability of fur chewing in Chinchilla (*Chinchilla lanigera*) raised under farm conditions. *Annals of Animal Science*, 14(1) :189-195

- **LEJARRAGA, H.** 2010. Genética del desarrollo y la conducta. *Archivos Argentinos de Pediatría*; 108(4): 331-336.

- **LIDFORS, L.; LINDBERG, H.; ALDÉN, E.** 2008. The effect of environmental enrichment on farm mink in Sweden. IX International Scientific Congress in Fur Animal Production – Halifax, Nova Scotia, Canada, August 19-23. Pp. 191-192.

- **LINDBERG, H.; ALDÉN, E.; HANSEN, S.; LIDFORS, L.** 2008. Effects of climbing cage and feeding strategy on behaviour and production in farmed mink. IX International Scientific Congress in Fur Animal Production – Halifax, Nova Scotia, Canada, August 19-23. Pp. 193-194.

- **MALMKVIST, J.; PALME, R.; SVENDSEN, P.; HANSEN, S.** 2008. Additional foraging elements reduce abnormal behaviour – fur-chewing and stereotypic behaviour – in farmed mink (*Neovison vison*). *Applied Animal Behaviour Science* 149. Pp. 77-86.

- **MARTINO, P.; STANCHI, N.; ARIAS, D.; GATTI, E.** 2000. Riesgo de la Salud Pública por Exposición a Animales de Peletería. ISSN 1514-2590. *Analecta Veterinaria*; 20 (1): 14-19.

- **MASON, G.** 1991. Stereotypies - a critical review. *Animal Behaviour*, 41: 1015-1037.

- **MASON, G.** 2006. Stereotypic Behaviour in Captive Animals: Fundamentals and Implications for Welfare and Beyond, en: *Stereotypic Animal Behaviour: Fundamentals and Applications for Welfare*. 2da ed. Pp. 325-355.

- **MASON, G.** 2008. Why should environmental enrichment be used to improve welfare on mink farms?. IX International Scientific Congress in Fur Animal Production – Halifax, Nova Scotia, Canada, August 19-23. Pp. 165-170.

- **MEAGHER, R.; MASON, G.** 2008. Does inactivity in the nestbox predict poor reproductive performance in mink?. IX International Scientific Congress in Fur Animal Production – Halifax, Nova Scotia, Canada, August 19-23. Pp. 195-196.

- **MMA: MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, CHILE.** 2012. Ficha de antecedentes de especie: *Chinchilla chinchilla*. Pp. 1-6.

- **MOHAIBES, M.; KOSKINEN, N.; KUPSALA, K.; REKILÄ, T.** 2008. Production and welfare of Finn Raccoon (*Nyctereutes procyonoides*) in enriched-cage housing. IX International Scientific Congress in Fur Animal Production – Halifax, Nova Scotia, Canada, August 19-23. Pp. 177-180.

- **MONONEN, J.; MOLLER, S.; HANEN, S.; HOVLAND, A.; KOISTINEN, T.; LIDFORS, L.; MALMKVIST, J.; VINKE, C.; AHOLA, L.** 2012. The development of on-farm welfare assessment protocols for foxes and mink: the WelFur project. *Animal Welfare* 21: 363-371.

- **MÖSSLACHER, E.** 1986. *Furbiting. Breeding and Caring for Chinchillas*. TFH Publishing, Neptune City, USA. Pp. 82–91.

- **NISTAL, A.; DI MASSO, R.** 2015. Destete anticipado y destete precoz en Chinchilla (*Chinchilla lanigera*). *Avances en Ciencias Veterinarias* 30 (1 y 2): 17-23.

- **NISTAL, A.; ZAPATA, M.; BIANCHI, F.; MIRANDA, J.; FRANA, E.; DI MASSO, R.** 2013. Patrón dinámico de crecimiento de gazapos de Chinchilla (*Chinchilla lanigera*) durante la lactancia. *Analecta Veterinaria*; 33 (1): 5-9.

- **OLIVA, A.** 1997. La controversia entre herencia y ambiente. Aportaciones de la genética de la conducta. *Apuntes de Psicología*, 51, 21-37.

- **PÉREZ, D.; PÉREZ, I.** 2006. El precio. Tipos y estrategias de fijación. Escuela de Organización Industrial. Pp. 4-9.

- **PEURA, J.; STRANDÉN, I.; MÄNTYSAARI, E.** 2005. Genetic parameters in Finnish blue fox population: Pelt character and live animal grading traits. *Acta Agricultura Scandinavica, Section A — Animal Science*. 55 (4): 136-146.

- **PLOMIN, R.; DEFRIES, J.; MCCLEARN, G.; MCGUFFIN, P.** 2002. Genética de la conducta. 4ta edición, Ariel Ciencia. Pp. 10-80.

- **PONZIO, M.; BUSSO, J.; RUIZ, R.; FIOL, M.** 2007. A survey assessment of the incidence of fur-chewing in commercial chinchilla (*Chinchilla lanigera*) farms. *Animal Welfare*, 16: 471-479.

- **PONZIO, M.; MONFORT, S.; BUSSO, J.; CARLINI, V.; RUIZ, R.; FIOL DE CUNEO, M.** 2012. Adrenal activity and anxiety-like behavior in fur-chewing chinchillas (*Chinchilla lanigera*). *Hormones and Behavior*, 61: 758-762.

- **PONZIO, M.; MONFORT, S.; BUSSO, J.; DABBENE, V.; RUIZ, R.; FIOL DE CUNEO, M.** 2004. A Non-Invasive Method for Assessing Adrenal Activity in the Chinchilla (*Chinchilla lanigera*), *Journal of Experimental Zoology* 301A:218-227.

- **QUINIQU, N.; DAGORN, J.; GAUDRE, D.** 2002. Variation of piglets' birth weight and consequences on subsequent performance. *Livestock Production Science*, 78: 63–70.

- **ROND, J.; JONGE, G.** 2008. Group housing of mink in flat and climbing cages. IX International Scientific Congress in Fur Animal Production – Halifax, Nova Scotia, Canada, August 19-23. Pp. 160-161.

- **SOCHA, S.; KOŁODZIEJCZYK, D.; KONOPNA, E.** 2008. Genetic parameters of animal size and fur quality in four color types on mink (*Mustela vison* Sch.). *Journal of Agrobiological*, 25: 65-67.

- **SPORTONO, A.; ZULETA, C.; VALLADARES, J.; DEAN, A.; JIMÉNEZ, J.** 2004. Mammalian Species. *Chinchilla laniger*. No. 758. Pp. 1-9.

- **SVENDSEN, P.; PALME, R.; MALMKVIST, J.** 2013. Novelty exploration, baseline cortisol level and fur-chewing in farm mink with different intensities of stereotypic behaviour. *Applied Animal Behaviour Science* 147. Pp. 172-178.

- **TADICH, T.; ARAYA, O.** 2010. Conductas no deseadas en equino. *Archivos de Medicina Veterinaria*, 42: 29-41.

- **TADICH, T.; FRANCHI, V.; NAVARRETE, D.** 2013. Tricofagia en Chinchillas (*Chinchilla lanigera*): Un problema de Bienestar Animal. *Avances em Ciencias Veterinarias*, 28 (2): 41-46.

- **TISLJAR, M.; JANIC, D.; GRABAREVIC, Z.; SIMPRAGA, B.; MARINCULIC, A.; PINTER, L.; JANICKI, Z.; NEMANIC, A.** 2002. Stress-Induced Cushing's Syndrome in Fur-Chewing Chinchillas. *Acta Veterinaria Hungárica*, 50 (2): 133-142.

- **TYNES, V.** 2013. Behavioral Dermatopathies in Small Mammals. *Veterinary Clinics of Exotic Animals*, 16: 801-820.

- **VALLADARES, P.; SPORTONO, A.; ZULETA, C.** 2014. Natural history of the Chinchilla genus (Bennett 1829). Considerations of their ecology, taxonomy and conservation status. *Gayana*, 78(2): 135-143.

- **VECCHIOTTI, G.; GALANTI, R.** 1985. Evidence of heredity of cribbing, weaving and stall-walking in thoroughbred horses. *Livestock Production Science*, 14: 91-95.

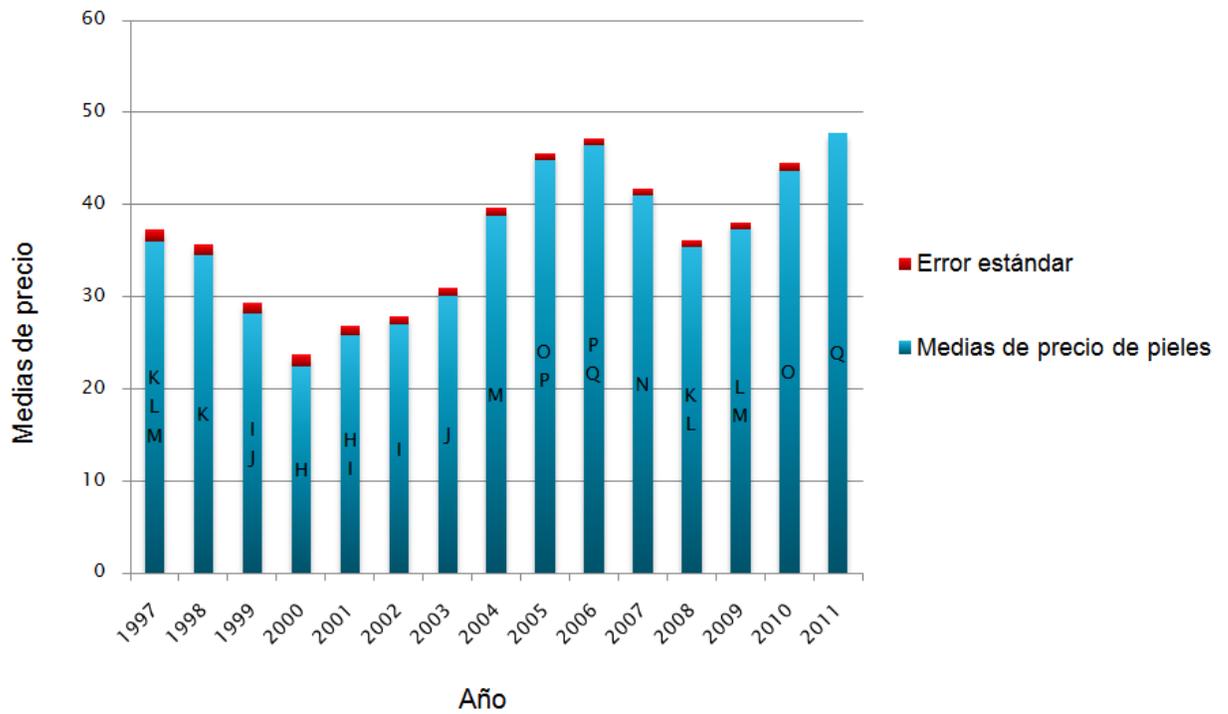
- **WIERZBICKI, H.; JAGUSIAK, W.** 2004. Breeding value evaluation in Polish fur animals: Estimates of direct heritability and portion of litter variation of fur coat and reproduction traits. *Czech Journal of Animal Science*, 49(11): 474-482.

- **WIERZBICKI, H.; JAGUSIAK, W.** 2006. Breeding value evaluation in Polish fur animals: Estimates of (co)variances due to direct and litter effects for fur coat and reproduction traits. *Czech Journal of Animal Science*, 51(1): 39-46.

- **ZAWISLAK, J.; SWIECICKA, N.; PIWCZYNSKI, D.** 2014. Influence of age, sex and evaluation year on conformation traits of standard chinchilla. *Acta Scientiarum Polonorum Zootechnica*, 13 (1): 67-80.

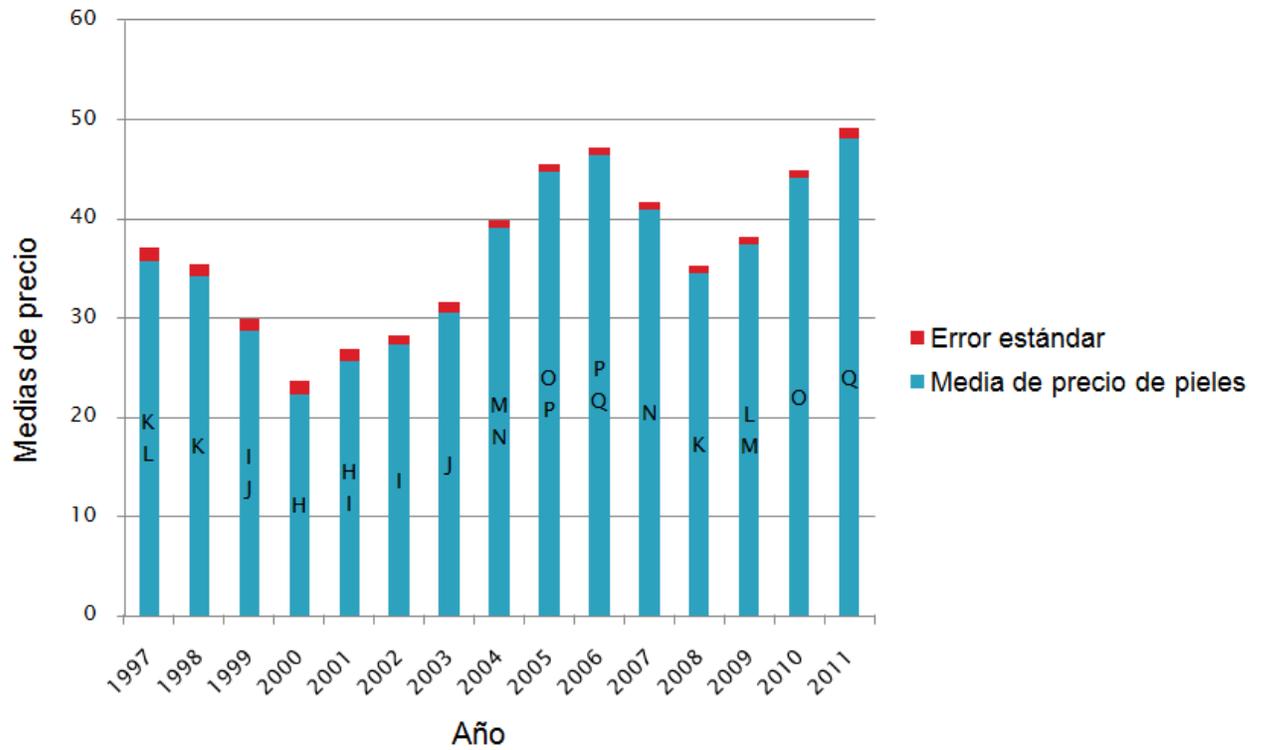
ANEXOS

Anexo 1: Gráfico del promedio de precios de las pieles, en dólares, en relación al año de sacrificio del animal, entre los años 1997 y 2011



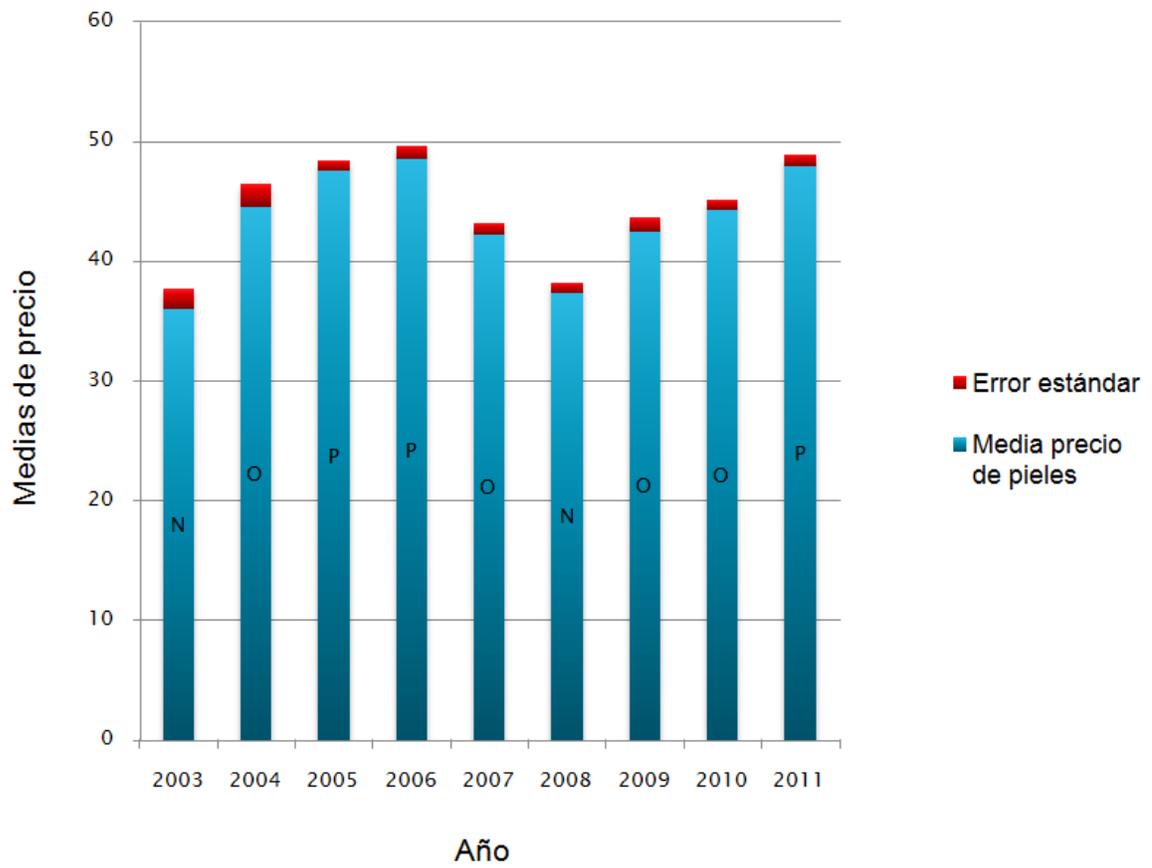
* Se observa que medias con letras diferentes son significativamente diferentes.

Anexo 2: Gráfico del promedio de precios de las pieles, en dólares, en relación al año de sacrificio del animal, entre los años 1997 y 2011



* Se observa que medias con letras diferentes son significativamente diferentes.

Anexo 3: Gráfico del promedio de precios de las pieles, en dólares, en relación al año de sacrificio del animal, entre los años 2003 y 2011



* Se observa que medias con letras diferentes son significativamente diferentes.