



UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y PECUARIAS

ESCUELA DE CIENCIAS VETERINARIAS



**CARACTERIZACIÓN DEL CONTENIDO NUTRICIONAL MINERAL DE LA CARNE
DE CORDERO PRODUCIDA EN LA ZONA CENTRO-SUR DEL PAÍS.**

LETICIA DEL PILAR CARIQUEO PILQUIANTI

Memoria para optar al Título

Profesional de Médico Veterinario

Departamento de Fomento de

la Producción Animal

PROFESORA GUÍA: MARIA SOL MORALES SILVA

SANTIAGO - CHILE

2013



UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y PECUARIAS

ESCUELA DE CIENCIAS VETERINARIAS



**CARACTERIZACIÓN DEL CONTENIDO NUTRICIONAL MINERAL DE LA CARNE
DE CORDERO PRODUCIDA EN LA ZONA CENTRO-SUR DEL PAÍS.**

LETICIA DEL PILAR CARIQUEO PILQUIANTI

Memoria para optar al Título
Profesional de Médico Veterinario
Departamento de Fomento
de la Producción Animal

NOTA FINAL:

NOTA FIRMA

PROFESORA GUÍA: MARIA SOL MORALES SILVA

.....

PROFESOR CONSEJERO: JUAN IGNACIO EGAÑA MORENO

.....

PROFESOR CONSEJERO: JOSÉ LUIS ARIAS BAUTISTA

.....

SANTIAGO - CHILE

2013

RESUMEN

Se evaluó el contenido de elementos minerales de la carne de cordero, proveniente de diferentes zonas agroecológicas de la zona centro-sur del país (desde la región de Valparaíso hasta la región del Bío Bío), durante la estación de verano del año 2010 y 2011, proveniente de 4 predios diferentes, ubicados en el secano costero con pradera natural mediterránea.

Las muestras (n=96) fueron obtenidas del músculo *Longissimus dorsi* desde la planta faenadora de “Carnes Ñuble”, las muestras fueron empaquetadas, identificadas y trasladadas al Laboratorio de Nutrición de la Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias de la Universidad de Chile, para la posterior determinación de la concentración mineral. Se utilizó la técnica de espectrofotometría de absorción atómica para Ca, Mg, Zn, Fe y Cu; el P fue determinado por fotolorimetría.

Las concentraciones de los diferentes minerales fueron descritas a través del promedio y coeficiente de variación. Para determinar la existencia de diferencias en las concentraciones musculares, se realizó un análisis de varianza considerando como factores de variación: Predio de origen, año, raza y sexo. Las diferencias entre los promedios se analizaron a través de la prueba de Tukey, con un nivel de confianza de $p \leq 0,05$.

Las concentraciones musculares promedio de los minerales analizados fueron las siguientes: Ca (15,61mg/100g), P (237,60 mg/100g), Mg (17,44 mg/100g), Zn (4,85 mg/100g), Fe (1,03 mg/100g) y Cu (0,01 mg/100g).

Los valores de Ca y Zn resultaron estar sobre el rango considerado normal, P y Fe estaban dentro del rango normal esperado y los valores de Mg y Cu, resultaron con concentraciones deficientes.

No se encontraron mayores diferencias en el sexo de los animales. Respecto a las razas se encontraron diferencias, especialmente en la Corriedale. Por origen predial las mayores diferencias se encontraron en los minerales P, Zn y Fe. El efecto año tuvo una diferencia significativa.

Los altos niveles de Zn encontrados, destacan a la carne de cordero como una excelente fuente de este mineral y su consumo habitual contribuiría a una mejor nutrición humana.

Palabras claves: corderos, *longissimus dorsi*, minerales

ABSTRACT

It was evaluated the mineral content of lamb meat from different regions of the central-south of the country (from the region of Valparaiso to the Bío Bío) during the summer season of 2010 and 2011, from 4 different farms located in the coastal dry with Mediterranean natural pasture.

The samples (n= 96) were obtained from muscle *Longissimus dorsi* from plant slaughtering “Carnes Ñuble”, the samples were packaged, identified and transported to the Nutrition lab, Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile, for the subsequent determination of the mineral content. Technique was used atomic absorption spectrophotometry to Ca, Mg, Zn, Fe, and Cu; P was determined by photolorimetry.

The concentrations of the different minerals were described through the average and coefficient of variation. To determine the existence of differences in muscle concentrations, we performed an ANOVA considering as factors of variation: Premises of origin, age, breed and sex. Differences between means were analyzed by Tukey's test, with a confidence level of $p \leq 0.05$.

Average muscle concentrations of minerals analyzed were as follows: Ca (mg/100g 15.61), P (237.60 mg/100g), Mg (17.44 mg/100g), Zn (4.85 mg/100g), Fe (1.03 mg/100 g) and Cu (0.01 mg/100 g).

The values of Ca and Zn were found to be over the range considered normal, Fe and P were within the normal range expected and the values of Mg and Cu concentrations were deficient.

There were no major differences in the sex of the animals. Regarding races were found differences, especially in the Corriedale. By origin farm the largest differences were found in the P, Zn and Fe minerals. Year effect was a significant difference.

High levels of Zn found, highlighted lamb meat as an excellent source of this mineral and its regular consumption contribute to improved human nutrition.

Keywords: sheep, *longissimus dorsi*, minerals

INTRODUCCIÓN

Chile ha logrado destacarse en el último tiempo, por su alto potencial en el sector de los alimentos, esto se basa en la gran diversidad de alimentos que produce y a los altos estándares de producción que no sólo buscan la inocuidad alimentaria, sino también persiguen la homogenización de los procesos productivos bajo estrictas normas de calidad. Es así, que actualmente los productores ofrecen diferentes productos silvoagropecuarios, que han ganado prestigio y un puesto importante en el mercado mundial, constituyendo productos con un alto valor económico.

Entre estos productos se encuentra la carne, considerado un producto pecuario de alto valor nutritivo, dado el contenido y calidad de sus nutrientes (proteínas, minerales, lípidos, vitaminas y otros componentes bioactivos). Desde el punto de vista nutricional, la importancia de la carne deriva de sus proteínas de alta calidad, que contienen todos los aminoácidos esenciales, así como de sus minerales y vitaminas de elevada biodisponibilidad (FAO, 2012).

En el caso específico de los minerales, estos pueden clasificarse según la cantidad en la cual son requeridos, aquellos que se necesitan en cantidades relativamente grandes se conocen como macrominerales (Ca, P, Mg, Na, K, Cl y S). Otros que se necesitan en cantidades muy pequeñas se conocen como microminerales (Cu, Fe, Zn, Mn, Se, Co, entre otros) (McDowell, 2003). Todos los elementos mencionados no han sido probados o demostrado su esencialidad en todas las especies, pero es muy probable que haya pocas excepciones al requerimiento de todos ellos por todos los animales, incluyendo al hombre.

Aunque los requerimientos diarios de las vitaminas y minerales son relativamente pequeños en comparación con otros nutrientes, ellos resultan esenciales para los diferentes procesos bioquímicos y metabólicos del organismo, y en consecuencia para el buen funcionamiento de éste. Se considera a un elemento esencial a aquel que se requiere para apoyar un adecuado crecimiento, reproducción y salud en todo el ciclo de vida, cuando todos los otros nutrientes son óptimos (McDowell, 2003).

Lo anterior cobra gran importancia el día de hoy, donde las poblaciones han ido experimentando una transición demográfica y socioeconómica que ha generado cambios nutricionales y en alimentación muy importantes. Este fenómeno nutricional se debe a varios factores, entre ellos,

los cambios en la dieta, disponibilidad de alimentos y variaciones en el estilo de vida (Savino, 2011). El mercado de alimentos ha ido ofreciendo una creciente gama de productos, muchos de los cuales se caracterizan por poseer altas densidades energéticas, ser pobres en los otros nutrientes y con altos contenidos de grasas, azúcares y sal (OMS, 2004 citado por McNeill y Van Elswyk, 2012). Adicionalmente, un porcentaje significativo de la población mundial ha ido sufriendo cambios en su actividad física y estado nutricional, lo cual ha influido en el desarrollo de las enfermedades no transmisibles relacionadas con la nutrición (Savino, 2011). La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha estimado que para el año 2015, aproximadamente 2.300 millones de adultos presentarán sobrepeso y 700 millones serán obesos (Savino, 2011). Chile no escapa de esta situación, Cediel *et al.*, (2009) señalaron que el país se encuentra en una etapa de transición epidemiológica, en la que coexisten las deficiencias de micronutrientes con las enfermedades crónicas no transmisibles. En relación a esto, la Encuesta Nacional de Salud (MINSAL, 2010) determinó que a nivel nacional, la prevalencia de exceso de peso (Índice de Masa Corporal mayor o igual a 25) es del 64,5%, 39,32% sobrepeso (Índice de Masa Corporal mayor a 25 y menor a 30) y 25,13% obeso (Índice de Masa Corporal mayor o igual a 30). La prevalencia de obesos mórbidos (Índice de Masa Corporal mayor a 40) es del 2,3%, datos que corroboran una inadecuada nutrición por parte de la población.

Por ello, se hace necesario contar con antecedentes sobre qué nutrientes consume la población chilena y una forma de obtener esta información, es a través del conocimiento de la composición nutricional de los alimentos consumidos. En el caso de este estudio, a pesar de que el consumo per cápita de carne ovina es bajo (0,3 kg por persona al año - De la Fuente y Echávarri, 2012) resulta primordial contar con antecedentes nacionales del aporte de este producto pecuario a la alimentación humana. Así también, en el aspecto pecuario propiamente tal, potenciar el producto a través de la conquista de nuevos mercados y un enfoque hacia una estrategia para conseguir mejores precios, diferenciándose de la oferta ovina de otros países.

Factores relacionados con la producción ovina en Chile

En Chile, el consumo per cápita de proteína animal se ha incrementado a una tasa anual de un 1,9% en la última década, alcanzando el año 2011 algo más de 84,7 kilos de carne por habitante al año, una cifra importante de considerar, ya que se acerca a los valores de consumo de países desarrollados. En relación a la carne ovina, su consumo ha disminuido a una tasa de -2,8% anual

en la última década, alcanzando el 2011 un valor de 0,3 kilos por persona al año (De la Fuente y Echávarri, 2012).

La producción nacional de cordero, se sustenta en sistemas de producción extensiva, los que se concentran principalmente en las regiones de Aysén y de Magallanes, donde se encuentra aproximadamente el 64,5% de la masa total del país, predominando ampliamente la raza Corriedale. Entre la región de Valparaíso y la región de Los Lagos, se ubica el resto de la masa ovina, principalmente constituida por rebaños pequeños a medianos y de las razas Merino Precoz Alemán, Suffolk Down, Hampshire Down y Romney Marsh (Pérez, 2010).

La producción de carne ovina en Chile está muy relacionada con la evolución del mercado internacional, ya que históricamente la demanda interna no ha sido significativa en cuanto a volúmenes de consumo. Según la FAO 2010, el mercado de la carne ovina mundial es de aproximadamente 14 millones de toneladas, siendo ésta la que presenta una mayor proporción de comercialización internacional en lo que respecta a tamaño, cortes y formatos de productos cárnicos. Además, se ha observado un acelerado crecimiento en la producción y consumo de carne ovina en los últimos años, con una mayor participación de países de economías emergentes (Hervé, 2013). Actualmente existe una demanda mundial insatisfecha de carne ovina y que se ha mantenido en las últimas temporadas, ofreciendo un escenario de precios positivos, que favorecería el desarrollo del sector ovino chileno (De la Fuente y Echávarri, 2012).

Los acuerdos comerciales suscritos por Chile permiten avizorar para este rubro mejores perspectivas en el mediano plazo, debido a la ampliación de su mercado externo, a lo que se suman inversiones en infraestructura de faenamiento y en ganado, además de programas de fomento al rubro. Existe el potencial de mejorar los indicadores técnicos aplicando tecnología y transferencia tecnológica (Hervé, 2013).

Como se mencionó anteriormente, la mayoría de los sistemas productivos ovinos se sustentan en un manejo extensivo en praderas de secano, los que son percibidos por el consumidor de países desarrollados como algo positivo, desde la perspectiva del bienestar animal y sin duda, constituye un valor agregado del cual se pueden obtener ventajas. Por otro lado, para el sector productor también es un tema de preocupación, ya que el uso de praderas de secano tiene una serie de propiedades que hay que tener presente para un adecuado nivel de producción.

En Chile se describen cuatro áreas agroclimáticas de importancia agrícola, ubicadas longitudinalmente: el secano costero, el secano interior, el valle central regado y la precordillera andina (Dietl *et al.*, 2009). En el caso de la producción ovina de la zona centro-sur, esta se ubica principalmente en el secano costero, en esta zona predominan las praderas naturalizadas de baja calidad y las que son dedicadas al pastoreo (Dietl *et al.*, 2009). En sistemas pastoriles, las praderas son el pilar que sostiene la alimentación y el desarrollo del animal, por ello se hace necesario comprender que la disponibilidad de nutrientes que ofrecerán estos forrajes, dependerán de la interacción de varios factores; entre los cuales se incluye el pH y fertilidad del suelo, la especie de planta, el estado de madurez, la estación, el clima, la irrigación del agua y presión atmosférica (NRC, 2007).

A los puntos señalados se pueden sumar el tipo y el nivel de producción animal, la edad de los animales, el nivel y la forma química de los elementos en los ingredientes alimenticios, el consumo suplementario del mineral, la raza, y la adaptación animal (McDowell, 2003). Todos los factores mencionados, tanto los propios del forraje como del animal, resultaran en una determinada distribución de nutrientes, a nivel de los distintos órganos del animal. De acuerdo a esto, pueden existir desajustes nutricionales minerales, los que pueden variar desde deficiencias agudas o enfermedades de toxicidad, caracterizadas por signos clínicos y cambios patológicos marcados, hasta condiciones leves o de transición, difíciles de diagnosticar, expresadas como extenuación o crecimiento inadecuado y una reproducción no satisfactoria (McDowell, 2003).

Es necesario tener presente todos estos factores, ya que la interacción de ellos se expresará en el producto final que es la carne. Para aprovechar la actual oportunidad de desarrollo en la producción ovina, se hacen necesarios diversos estudios que garanticen la calidad del producto, entre los que se pueden mencionar inocuidad alimentaria, calidad de la carne, trazabilidad, bienestar animal, entre otros.

Dentro de las medidas para fomentar el consumo de la carne ovina, el 2007 se realizó un estudio que comprometió un análisis químico proximal y mineral de carne de ovinos, para así validar sus características nutricionales. El estudio fue realizado en carne ovina de animales, provenientes de la región de Magallanes (Latorre, 2007), y tenía como objetivo identificar características que lo posicionaran como un producto diferente y de mayor competitividad. En relación al contenido de

minerales, se destacó un alto contenido de Fe y Zn (4,2 mg/100 g y 5,1 mg/100 g respectivamente).

La carne ovina, se ha destacado por contener proteínas de alta calidad, ácidos grasos poliinsaturados, minerales y vitaminas en cantidades importantes para el consumo humano (Hervé, 2013), atributos que lograrían posicionar este producto como un alimento funcional en la nutrición humana. Además su sabor, ternura y jugosidad son reconocidas en el mercado consumidor de esta carne.

Chile posee plantas faenadoras equipadas para procesar animales y generar todo tipo de productos para mercados externos e internos. Todos estos factores, más la creciente demanda externa y los altos precios globales, ofrecen un auspicioso futuro para la producción ovina.

Para que la producción ovina nacional pueda seguir exportando y entrar en nuevos mercados, requiere de abastecer un producto confiable, seguro, con un precio competitivo y facilidad para su preparación. El ofrecer un producto confiable es contar con su análisis nutricional que garantice al producto, por esto, es que se realizó el siguiente análisis mineral, para así aportar con una caracterización del contenido nutricional mineral de la carne de cordero proveniente de la zona centro-sur del país.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Determinar el contenido de elementos minerales de la carne de cordero, provenientes de diferentes zonas agroecológicas de la zona centro-sur del país.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Determinar en músculo *Longissimus dorsi* de corderos, las concentraciones musculares de los Macroelementos (Ca, P y Mg) y de los Microelementos (Fe, Cu y Zn).
- Determinar el grado de adecuación de las concentraciones de Ca, P, Mg, Fe, Cu y Zn en el músculo *Longissimus dorsi* de corderos.
- Evaluar el efecto de predio, año, raza y sexo sobre las concentraciones de Ca, P, Mg, Fe, Cu y Zn en el músculo *Longissimus dorsi* de corderos.

MATERIAL Y MÉTODO

- **Lugar de estudio**

El presente estudio consideró el muestreo de corderos provenientes desde la región de Valparaíso hasta la región del Bío Bío. Ubicados en el secano costero con pradera natural mediterránea:

- Predio 1, Comuna de Santo Domingo, Región Valparaíso.
- Predio 2, Comuna de Empedrado, Región del Maule.
- Predio 3, Comuna de San Nicolás, Región del Bío Bío.
- Predio 4, Comuna de San Nicolás, Región del Bío Bío.

- **Animales**

El muestreo se realizó a corderos, cuya edad promedio fue de 5,4 meses (161 días) y con un peso en el rango de los 23,4 – 40,4 kg.

Los animales muestreados consideró las razas Corriedale, Merino precoz, Suffolk down, Mestizos e Híbridos Texel.

Para el muestreo del verano del año 2010, se estableció una población total de 96 animales distribuidos en 3 planteles diferentes (Predio 1, predio 2 y predio 4). El análisis mineral fue realizado a 48 animales, los cuales fueron tomados al azar y en el que cada predio aportó con 16 corderos, respectivamente.

En el caso del muestreo del año 2011, se conservó el mismo método, pero esta vez contando con una población total de 102 animales y contemplando a los predios: Predio 1, predio 3 y predio 4.

- **Obtención y procesamiento de muestras**

El sacrificio de los animales fue efectuado en la planta faenadora de Carnes Ñuble ubicado en la Región del Bío Bío, Provincia de Ñuble, Comuna de Chillán; lugar donde se despostó la canal y se retiró el corte del músculo *Longissimus dorsi*. Las muestras fueron empaquetadas individualmente al vacío, fueron identificadas y trasladadas al Laboratorio de Nutrición del Departamento de Fomento de la Producción Animal de la Facultad de Ciencias Veterinarias y

Pecuarias de la Universidad de Chile, donde se mantuvieron congeladas hasta su posterior procesamiento y análisis.

Posteriormente las muestras fueron descongeladas a temperatura ambiente y fueron molidas en un procesador manual de alimentos marca Moulinex, modelo AD5686, donde luego fueron sometidas a secado en estufa de convección a 60°C por 24 horas.

1. Secado en horno

Para el secado de las muestras, se procedió a pesar 50 gramos de cada una de las muestras individualizadas, para luego ser llevadas a una estufa con sistema para circulación de aire caliente a una temperatura de 60 °C durante 24 horas. Se procedió a una nueva molienda, individualizándose y almacenándose en un refrigerador a 5 ° C hasta su análisis químico.

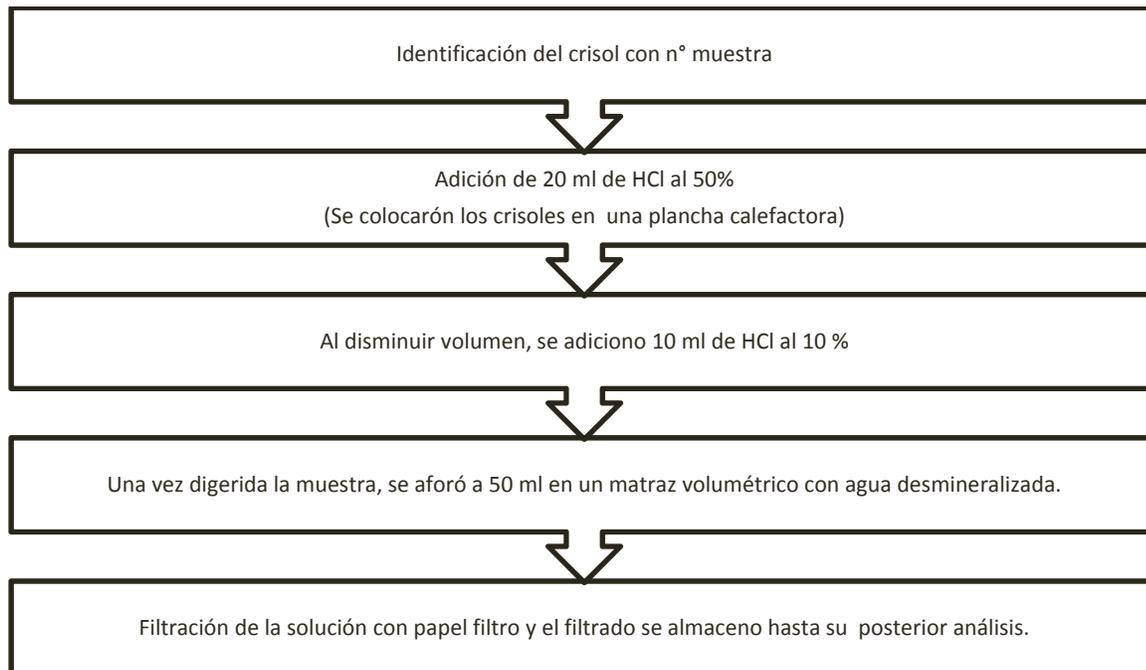
2. Determinación de Cenizas

Se determinó en duplicados. Se pesaron dos gramos de muestra en crisoles de porcelana. Estos fueron llevados a una mufla, donde se elevó la temperatura a 500° C por ocho horas. Posteriormente, se colocaron los crisoles en un desecador, donde se enfriaron hasta su pesaje, finalizando con el reporte del porcentaje de cenizas.

3. Digestión de Cenizas

Una vez que se realizó la determinación de cenizas se procedió a la digestión con Ácido Clorhídrico concentrado (50%) y luego diluido (10%), con el fin de solubilizar los minerales existentes en la muestra.

Fig. 1. Diagrama de la digestión de cenizas.



Para la medición de los elementos minerales: Ca, Mg, Zn, Fe y Cu se utilizó un espectrofotómetro de Absorción Atómica Modelo GBC Avanta versión 1.33 y para el P un espectro fotocolorímetro UV – visible (CINTRA 5) mediante la técnica colorimétrica de Fiske – Subbarow (1925).

4. Determinación del contenido de elementos minerales

Macroelementos: Ca, Mg y P y Microelementos: Fe, Cu y Zn.

5. Evaluación cualitativa del grado de adecuación de las concentraciones de minerales evaluados en la carne de corderos.

Las concentraciones de los macroelementos (Ca, Mg y P) y de los microelementos (Fe, Cu y Zn) obtenidos fueron comparados con tablas de referencia (Puls, 1994) y con concentraciones controles de investigaciones que evaluaron concentración mineral en músculo de corderos.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Las concentraciones musculares de Ca, P, Mg, Fe, Zn y Cu, fueron descritas a través del promedio, desviación estándar y coeficiente de variación.

Para determinar la existencia de diferencias en las concentraciones musculares de los elementos minerales en estudio, se realizó un análisis de varianza considerando como factores de variación: predio de origen, año, raza y sexo. Las diferencias entre los promedios se analizaron a través de la prueba de Tukey, utilizando un nivel de confianza de $p \leq 0,05$. Los análisis estadísticos fueron realizados utilizando el paquete de computación estadístico “InfoStat” (InfoStat, 2009).

RESULTADOS

La composición mineral de las muestras del músculo *Longissimus dorsi* obtenidas a partir de la totalidad de las canales de corderos, se presentan en la tabla 1.

Tabla 1: Concentración mineral (mg/100 g) en músculo *Longissimus dorsi* de la totalidad de los corderos muestreados (en BMF y BMS) y los rangos considerados normales por la literatura (en mg/100 g BMF y BMS).

	Media ± D.E BMF	CV	Media ± D.E BMS	CV	Rangos normales*
Calcio (Ca)	15,61±4,95	31,72	50,91± 18,45	36,24	5,5 - 9,6 †
Fósforo (P)	237,60 ± 33,85	14,24	774,82±175,26	22,62	500 – 1000 †
Magnesio (Mg)	17,44 ± 3,15	18,09	56,55 ± 13,52	23,91	21,8 -26,5 ●
Zinc (Zn)	4,85 ± 0,64	13,29	15,65 ± 2,77	17,73	7,5 – 13 †
Hierro (Fe)	1,03 ± 0,30	29,21	3,41 ± 1,20	35,25	1 – 2 ●
Cobre (Cu)	0,01 ± 0,01	-	0,03 ± 0,01	36,86	0,1 – 0,13 ●

* Los rangos de normalidad entregados por Puls (1994) fueron modificados de ppm a mg/100g: † expresados en Base materia seca (BMS); ● expresados en Base materia fresca (BMF).

Al analizar las concentraciones de Ca se encontraron que los niveles son superiores a lo reportado como normal por Puls (1994). Los resultados obtenidos también fueron superiores a las cifras reportados por otros autores (NAMP, 2007; Osorio *et al.*, 2007; Williams, 2007; Van hereden *et al.*, 2007; Banerjee *et al.*, 2009). Por el contrario, el INCAP (2007) y en Huerta (2008) reportaron valores similares a los obtenidos en este estudio.

Las concentraciones de P obtenidos se encontraron dentro del rango de normalidad, pero en comparación a los valores encontrados por los autores (INCAP, 2007; Osorio *et al.*, 2007; Williams, 2007; Huerta, 2008 y Banerjee *et al.*, 2009), los resultados obtenidos en este estudio fueron superiores.

Para el Mg, los valores encontrados estuvieron bajo el rango normal y al comparar con los resultados obtenidos por los autores (INCAP, 2007; Osorio *et al.*, 2007; Van hereden *et al.*, 2007;

William, 2007; Huerta, 2008 y Banerjee *et al.*, 2009) también resultaron tener una menor concentración.

Las concentraciones de Zn, entregaron valores superiores a los considerados normales por Puls (1994). También las concentraciones descritas en los trabajos de la NAMP, (2007); Osorio *et al.*, (2007); Van hereden *et al.*, (2007) y Banerjee *et al.*, (2009), resultaron ser menores a los obtenidos por este estudio. En contraste, se encontraron resultados coincidentes con los datos obtenidos por el INCAP, (2007); Latorre, (2007), Williams, (2007) y Huerta, (2008).

Respecto a la concentración de Fe, los valores obtenidos se encontraron dentro del rango adecuado (Puls, 1994). Al comparar los valores con los obtenidos por la NAMP, (2007) y Osorio *et al.*, (2007), se observaron resultados semejantes, pero inferiores cuando se realizó la comparación con el INCAP, (2007); Van hereden *et al.*, (2007); Williams, (2007); Huerta, (2008) y Banerjee *et al.*, (2009). A diferencia, los resultados nacionales obtenidos por Latorre (2007); fueron superiores a los que se obtuvo en este estudio.

A diferencia, las concentraciones de cobre determinadas en este trabajo, resultaron estar bajo los niveles adecuados en comparación con todos los autores antes señalados.

La composición mineral de las muestras del músculo *Longissimus dorsi* obtenidas a partir de las canales de cordero según el tipo racial se detalla en la Tabla 2.

Tabla 2: Concentración mineral (mg/100 g) en músculo *Longissimus dorsi* de corderos según tipo racial (Base Materia Fresca)

Elemento mineral	Tipo racial			
	Corriedale	Merino	Suffolk	Otros *
Calcio (Ca)	13,40 ± 4,55a	15,67 ± 5,14ab	16,24 ± 4,98b	16,81 ± 4,42b
Fósforo (P)	211,51 ± 32,87a	230,63 ± 34,80b	256,11 ± 22,29b	239,95 ± 32,67b
Magnesio (Mg)	17,07 ± 3,12a	16,00 ± 2,54a	18,68 ± 3,10b	18,35 ± 3,49b
Zinc (Zn)	4,73 ± 0,49a	5,07 ± 0,69b	4,62 ± 0,57ab	5,10 ± 0,69b
Hierro (Fe)	0,66 ± 0,30a	1,15 ± 0,13b	1,10 ± 0,30b	1,00 ± 0,24b
Cobre (Cu)	0,01 ± ab	0,01 ± 0,01b	0,01 ± a	0,01 ± 0,01ab

* Otros incluye: mestizo, híbrido Texel.

a, b: letras distintas entre columnas, indican diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0,05$)

Al analizar el contenido de minerales para cada una de las razas, se observó que en el caso del Ca y Zn, todas las razas analizadas presentaron concentraciones mayores de estos minerales, en comparación con los resultados considerados normales según Puls (1994). La raza Corriedale se diferenció ($p \leq 0,05$) por tener la menor concentración respecto a las otras, que mostraron resultados similares entre sí.

Los niveles de P y Fe se encontraron dentro de los rangos normales, siendo la raza Corriedale que posee la menor concentración ($p \leq 0,05$), manteniendo niveles normales en el caso del P pero con valores deficientes en Fe.

Los niveles de Mg y Cu en los cuatro tipos de razas se encontraron bajo los niveles adecuados (Puls, 1994), siendo las razas Corriedale y Merino las que tienen una menor concentración ($p \leq 0,05$) en comparación a Suffolk y otras razas en el caso del Mg. Para el Cu todas las razas tuvieron resultados similares entre sí.

En la Tabla 3, se detalla la composición mineral en músculo *Longissimus dorsi* de corderos según el sexo de los animales muestreados.

Tabla 3: Concentración mineral (mg/100 g) en músculo *Longissimus dorsi* de corderos según sexo (Base Materia Fresca).

Elemento mineral	Sexo	
	Machos	Hembras
Calcio (Ca)	14,15 ± 4,12a	16,84 ± 5,29b
Fósforo (P)	231,61 ± 34,23	242,67 ± 33,00
Magnesio (Mg)	17,16 ± 2,98	17,67 ± 3,31
Zinc (Zn)	4,86 ± 0,51	4,84 ± 0,74
Hierro (Fe)	0,92 ± 0,33	1,12 ± 0,24
Cobre (Cu)	0,01 ±	0,01 ±

a, b: letras distintas entre columnas, indican diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0,05$)

No se encontraron diferencias significativas ($p > 0,05$) entre el sexo de los animales, a excepción de los niveles de Ca, donde las hembras presentaron mayores concentraciones del mineral. Ambos grupos presentaron altos niveles de calcio respecto a lo considerado normal (Puls, 1994).

Respecto al resto de los minerales, estos siguieron la tendencia de los valores promedios analizados anteriormente (Tabla 1). Cabe destacar que las concentraciones Fe, a pesar que no presentaron diferencias significativas entre sexo ($p>0,05$). Se observó que los machos presentaron una concentración promedio que se encontró por debajo del límite inferior de las concentraciones normales informadas por Puls (1994). Las hembras por el contrario presentaron un promedio que puede ser considerado normal.

En lo que respecta a las concentraciones minerales según año, se detalla en la Tabla 4.

Tabla 4: Concentración mineral (mg/100 g) en músculo *Longissimus dorsi* de corderos según año (Base Materia Fresca).

Elemento mineral	Año	
	2010	2011
Calcio (Ca)	14,00 ± 3,88a	17,21 ± 5,41b
Fósforo (P)	218,59 ± 34,56a	256,61 ± 19,58b
Magnesio (Mg)	15,97 ± 2,54a	18,90 ± 3,05b
Zinc (Zn)	5,04 ± 0,67a	4,66 ± 0,56b
Hierro (Fe)	0,86 ± 0,33a	1,20 ± 0,13b
Cobre (Cu)	0,01 ± a	0,01 ± b

a, b: letras distintas entre columnas, indican diferencias estadísticamente significativas ($p\leq 0,05$)

Entre ambos años, se encontraron diferencias significativas en todos los minerales analizados, existiendo una tendencia a tener mayores concentraciones en los animales muestreados durante el año 2011.

La concentración de los minerales Ca, P, Mg y Cu durante ambos años, siguieron la tendencia de los valores promedios analizados anteriormente (Tabla 1).

La concentración de zinc, durante el año 2010 registró una mayor concentración respecto al año 2011, aunque ambos se encontraron sobre el rango adecuado (Puls, 1994).

Respecto a las concentraciones de Fe alcanzadas en 2010, estos resultaron ser deficientes, a diferencia de lo ocurrido el año 2011, donde se obtuvieron concentraciones adecuadas.

Finalmente, para las concentraciones minerales en musculo *Longissimus dorsi* de corderos según predios de origen, se encuentran en la Tabla 5.

Tabla 5: Concentración mineral (mg/100 g) en músculo *Longissimus dorsi* de corderos según origen predial (Base Materia Fresca).

Elemento mineral	Predios			
	Predio 1	Predio 2	Predio 3	Predio 4
Calcio (Ca)	15,88 ± 5,13a	13,66 ± 4,57a	16,86 ± 5,49a	15,68 ± 4,61a
Fósforo (P)	230,00 ± 32,63ab	212,89 ± 33,44a	262,55 ± 22,04c	245,08 ± 30,26b
Magnesio (Mg)	16,11 ± 2,46a	17,33 ± 3,03a	18,07 ± 2,89a	18,50 ± 3,57a
Zinc (Zn)	5,10 ± 0,77b	4,78 ± 0,46ab	4,47 ± 0,54a	4,82 ± 0,55ab
Hierro (Fe)	1,16 ± 0,13bc	0,65 ± 0,31a	1,23 ± 0,14c	0,99 ± 0,31b
Cobre (Cu)	0,01 ± a	0,01 ± a	0,01 ± 0,01a	0,01 ± 0,01a

a ,b, c: letras distintas entre columnas, indican diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0,05$)

Las concentraciones musculares de Ca y Mg no presentaron diferencias significativas ($p > 0,05$) entre los diferentes predios analizados. Para Ca, todos los predios presentaron concentraciones superiores al rango considerado normal por la literatura (Puls, 1994). Mientras que para Mg todos los predios presentaron valores inferiores a los normales (Puls, 1994).

A diferencia en el P, todos los predios presentaron concentraciones dentro del rango considerado normal, observándose una mayor concentración ($p \leq 0,05$) en la carne de los corderos provenientes del predio 3 y el predio 2 es el que resulto con menores concentraciones, pero con resultados similares al predio 1. Cabe destacar que el predio 2 solo poseía animales pertenecientes a la raza Corriedale, y está es la raza que presentó las concentraciones más bajas de P (Tabla 2).

Referente a los niveles de Zn, todos los predios presentaron concentraciones sobre el rango considerado normal. El predio 1 presentó las mayores concentraciones de este mineral ($p \leq 0,05$), mientras que el predio 3, fue el que presentó menores concentraciones.

Para los resultados de Fe, el predio 1 y el predio 3 presentaron valores dentro del rango considerado como normal, no existiendo diferencias significativas entre sí ($p > 0,05$). En contraste el predio 2 fue el que presentó las menores concentraciones de Fe, seguida del predio 4 que presentó valores superiores, pero aun así ambas son concentraciones deficientes.

El Cu en todos los predios resulto tener concentraciones deficientes y no existiendo diferencias entre sí.

DISCUSIÓN

Las concentraciones musculares de Ca destacan por entregar valores sobre el rango adecuado. Aun así, no se puede aseverar que son niveles de toxicidad, los valores sugeridos como adecuados son descritos por solo un autor (Puls, 1994) y no especifica de que músculo provienen sus resultados, no detalla razas ni edades de los animales muestreados; además se observó un resultado similar con los valores obtenidos por el INCAP (2007) y Huerta (2008), valores que resultan ser referenciales en los países que abarca esta institución. Para tener mayor certeza del estado nutricional de este mineral, se hace necesario un análisis mineral en hueso o en las cenizas de esté.

Los niveles de P encontrados en este trabajo están dentro de los rango normales, a pesar que se describe que los suelos del país presentan deficiencias para proporcionar el P necesario para la producción de forraje, producto de la acidez del suelo (McDowell, 2003). Sin embargo, coincide con lo informado previamente por otros autores que han determinado concentraciones plasmáticas de P normales y sobre lo normal en bovinos, en distintas épocas del año y en las mismas áreas agroecológicas (Ansaldo, 1997; Rivas, 2002; Prat, 2003; Ramos, 2012). Al analizar las concentraciones en las distintas razas, mostró una menor concentración en la raza Corriedale, lo cual concuerda al hacer el mismo análisis a nivel predial, donde el predio 2 (que solo apporto con muestras de Corriedale) obtuvo las menores concentraciones de P, esto puede relacionarse a que el componente racial influiría significativamente en las concentraciones de este mineral. Al respecto McDowell y Arthington (2005) señalan que el ganado introducido en un área determinada, muestran signos de deficiencias, mientras que las razas nativas de crecimiento lento y madurez tardía no exhiben estas deficiencias al mismo grado. Por otro lado, Hopkins *et al.*, (2011) realizaron un estudio sobre los efectos genéticos relacionados con la calidad de la carne de ovino, concluyendo que a nivel de minerales se necesita documentar más ampliamente la importancia del genotipo como una fuente de variación para los minerales, ya que los datos no son concluyentes. Hervé (2013), también menciona que la carne proveniente de razas de multipropósito y de carne, no difieren en casi nada si es que los factores que comprometen su manejo son similares.

Las concentraciones musculares promedio de Mg resultaron deficientes, lo que podría sugerir una deficiencia dietaria, Mcdowell y Arthington (2005), destacan que Chile es uno de los países latinoamericanos que registra deficiencia de este mineral en sus suelos. Sin embargo, el indicador del verdadero estado nutricional es el análisis en plasma o líquido cefalorraquídeo.

También se menciona las interacciones del Mg con otros minerales; en el Ca, es así que un exceso de Ca en la dieta puede resultar en una deficiencia de otros elementos como P, Mg, Fe, I, Zn y Mn (Mcdowell y Arthington, 2005). Por lo tanto, podría existir relación entre los niveles deficientes de Mg reportados y los altos valores de Ca encontrados en este estudio.

Las concentraciones de Zn resultaron sobre el rango adecuado. La literatura señala niveles de toxicidad de este mineral y los signos clínicos que la acompañan son: diarrea, pérdida de peso, edema subcutáneo, además de otros signos clínicos inespecíficos que aparecen frente a un alto consumo de este mineral (Puls, 1994). Por otro lado, si los corderos provenientes de estas zonas geográficas evaluadas, se han adaptado a tener estas concentraciones musculares, serían una excelente fuente de Zn al momento de consumir su carne. El ministerio de Salud a través del manual de etiquetado (Zacarías y Vera, 2005), detalla las dosis diarias recomendadas para humanos de diferentes minerales esenciales (Tabla 6). La concentración de Zn contenida en la carne ovina muestreada lograría cubrir el 32,3% de las necesidades diarias de este mineral.

Tabla 6: Contenido mineral (mg/100 g BMF) de la carne ovina analizadas, Dosis Diaria de Referencia (DDR) para adultos y niños mayores de 4 años de edad y Porcentaje de los requerimientos cubiertos.

	Concentración por cada 100 g de musculo	Requerimientos Diarios para adultos y niños mayores de 4 años.	Aporte a la dieta por porciones de 100 g de músculo, %
Calcio (Ca)	15,61	800	1,95
Fósforo (P)	237,60	800	29,7
Magnesio (Mg)	17,44	300	5,81
Zinc (Zn)	4,85	15	32,33
Hierro (Fe)	1,03	14	7,36
Cobre (Cu)	0,01	2	0,5

Las concentraciones de Fe se encuentran en los rangos normales. Aun así, no concordaron con los valores obtenidos por Latorre (2007), los que eran más altos y resultaban auspiciosos para lograr un mejor posicionamiento frente a otras carnes. Adicionalmente, en este estudio fue la raza Corriedale la que obtuvo las concentraciones más bajas, que es la misma raza que se evaluó en la región de Magallanes en cuales se basó el estudio de Latorre (2007).

Las concentraciones de Cu estaban en niveles deficientes, lo cual podría indicar una deficiencia de este mineral en la pradera consumida. Además hay que considerar que la biodisponibilidad del Cu dietético es sensible a la inhibición por otros minerales antagonistas consumidos, en particular por Fe, Mo y S. Otro mineral que tendría una acción antagonista con el Cu es el Zn, ya que reduce su absorción y disminuye sus concentraciones en plasma e hígado (Lee *et al.*, 2002). Este último punto resulta importante, ya que en el presente estudio, se obtuvo concentraciones de Zn sobre el rango normal, lo que podría explicar en parte la deficiencia de cobre observada. El efecto del Mo y S sobre el Cu, no se puede dilucidar ya que no fueron analizados en este estudio. En Chile los estudios de microminerales en carne son escasos, aun así los resultados de estudios similares realizados en plasma sanguíneo de bovinos (Rivas, 2007; Prat, 2003; Ramos, 2012) coinciden en los resultados deficientes de Cu.

En lo que respecta al efecto año, las diferencias observadas ($p \leq 0,05$), podrían haber estado influenciadas por el fenómeno climático de “la niña” que se presentó entre julio de 2010 y abril 2011, el que se caracteriza por una disminución en las precipitaciones anuales. En cuanto a las características de la temperatura del aire, el cambio climático de “la niña” favorece la mayoría de las veces, el descenso de la temperatura mínima en los meses de invierno, mientras que en verano, especialmente los valles de la zona central, hace incrementar las temperaturas máximas (ANÓN, 2012). Las características topográficas de los suelos del secano costero, son levemente ondulados y susceptibles a erosión hídrica (Dietl *et al.*, 2009), lo que podría relacionarse con las menores concentraciones de minerales encontradas durante el año 2010, año que tuvo mayor cantidad de precipitaciones en comparación con el año 2011.

CONCLUSIONES

Las concentraciones musculares de P y del Fe resultaron estar dentro del rango considerado normal, a diferencia de las de Ca y Zn que resultaron excesivas, las de Mg y Cu fueron deficientes para el músculo *Longissimus dorsi* de corderos criados en la zona centro-sur del país.

En las razas analizadas se encontraron diferencias significativas entre las concentraciones minerales evaluadas, se destacó la raza Corriedale por presentar las menores concentraciones en Ca, P y Fe. Siendo la única raza que presentó concentraciones deficientes en Fe.

Para la variable sexo, no se encontraron diferencias significativas en las concentraciones de los minerales estudiadas.

Para la variable año, se encontraron diferencias significativas en todos los minerales evaluados.

El análisis de las concentraciones minerales por origen predial, mostro gran homogeneidad en los resultados, con la excepción de los minerales P, Zn y Fe, los que presentaron grandes variaciones interprediales.

Las concentraciones deficientes de Cu reportadas, resultan preocupantes, por los bajos niveles encontrados y por la homogeneidad en ellos, por lo cual se hace necesario un estudio más exhaustivo en hígados de ovino.

BIBLIOGRAFÍA

1. **ANÓN.** 2012. Una visión científica: El Fenómeno de La Niña en el sur de Chile. Revista agrícola móvil. [en línea] <<http://m.revistaagricola.cl/index.pl?ia=376>> [consulta: 10-03-2013]
2. **ANSALDO, C.** 1997. Contribución a la evaluación nutricional mineral del Ganado bovino de carne, proveniente de áreas agroecológicas de importancia ganadera en el país, durante la estación de otoño. Memoria Título Médico Veterinario. Santiago, Chile. U. Chile, Fac. Medicina Veterinaria. 104 p.
3. **BANERJEE, R.; MANDAL, P.K.; BOSE, S.; BANERJEE, M.; MANNA, B.** 2009. Quality Evaluation of Meat, Skin and Wool from Garole Sheep-a Promising Breed from India. Asian J. Anim. Sci. 3(2): 39-46.
4. **CEDIEL G, G.; OLIVARES G, M.; ARAYA Q, M.; LETELIER C, M.A.; LOPEZ DE ROMAÑA F, D.; PIZARRO A, F.** 2009. Efecto de la Inflamación Subclínica sobre el estado nutricional de Hierro, Cobre y Zinc en adultos. Rev. Chil. Nutr. 36: 8-14.
5. **DE LA FUENTE, T.; ECHAVÁRRI, V.** 2012. La Carne Ovina. Informe de la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias. Santiago, Chile. 10 p.
6. **DIETL, W.; FERNÁNDEZ, F.; VENEGAS, C.** 2009. Manejo Sostenible de Praderas: Su flora y vegetación. Boletín INIA N° 187. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Cauquenes, Chile. 188 p.
7. **FAO (ORGANIZACIÓN DE LA NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACION Y LA AGRICULTURA).** 2012. Carne y productos cárnicos. [en línea] <<http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/meat/home.html>> [consulta: 09- 12-2012]
8. **FISKE, H.; SUBBAROW, Y.** 1925. The colorimetric determination of phosphorous. J. Biol. Chem. 66:375-400.
9. **HERVÉ, M.** 2013. Carne Ovina: Producción, características y oportunidades en lo que hoy demanda el consumidor nacional e internacional. Informe de experto. Agrimundo. Santiago, Chile. 23 p.
10. **HOPKINS, D.L.; FOGARTY, N.M.; MORTIMER, S.I.** 2011. Genetic related effects on sheep meat quality. Small Ruminant Res.101:160–172.

11. **HUERTA, M.** 2008. Minerales y calidad de la carne ovina: Minerales en la carne y requerimientos en humanos. La revista del borrego. [en línea] <http://www.borrego.com.mx/archivo/n52/p52minerales.php> [consulta: 10-03-2013]
12. **INCAP (INSTITUTO DE NUTRICIÓN DE CENTRO AMÉRICA Y PANAMÁ).** 2007. Tabla de composición de alimentos de Centroamérica. 2°ed. Serviprensa. Guatemala, Centroamérica. 137 p.
13. **INE (INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS).** 2012. Producción Pecuaria – Primer semestre. [en línea] <http://www.ine.cl/canales/menu/publicaciones/calendario_de_publicaciones/pdf/Pecuaria2012_primer_Semestre23102012.pdf> [consulta: 09- 12-2012]
14. **INFOSTAT.** 2009. InfoStat versión 2009. Grupo InfoStat FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
15. **LATORRE, V.E.** 2007. Carne de Cordero Magallánico: Sus ventajas nutricionales. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Revista Tierra Adentro. pp. 38-40.
16. **LEE, J.; KNOWLES, S.O.; JUDSON, G.J.** 2002. Trace-element and Vitamin Nutrition of Grazing Sheep. **In:** Freer, M.; Dove, H. Sheep nutrition. CABI Publishing. Canberra, Australia. pp.285-311.
17. **McDOWELL, L.R.** 2003. General Introduction **In:** Mineral in Animal and Human Nutrition. 2° ed. Elsevier Science B.V. Amsterdam, The Netherlands. pp. 1-32.
18. **McDOWELL, L.R.; ARTHINGTON, J.D.** 2005. Minerales para Rumiantes en Pastoreo en Regiones tropicales. 4°ed. Universidad de Florida. Gainesville, USA. 94 p.
19. **MINSAL (MINISTERIO DE SALUD).**2010. Encuesta Nacional de Salud 2009-2010. [en línea] <<http://www.minsal.cl/portal/url/item/bcb03d7bc28b64dfe040010165012d23.pdf>> [consulta: 10-02-2013]
20. **NAMP (NORTH AMERICAN MEAT PROCESSORS ASSOCIATION).** 2007. The meat buyer's guide: beef, lamb, veal, pork, and poultry. 2° ed. John Wiley & Sons, Inc. New Jersey, USA. 336 p.
21. **NRC (NATIONAL RESEARCH COUNCIL).** 2007. Nutrient requirements of small ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids (Animal Nutrition). National Academies Press. Washington, USA. 384 p.

22. **OSORIO, M.T.; ZUMALACÁRREGUI, J.M.; BERMEJO, B.; LOZANO, A.; FIGUEIRA, C.; MATEO, J.** 2007. Effect of ewe's milk vs milk-replacer rearing on mineral composition of suckling lamb meat and liver. *Small Ruminant Research* 68: 296-302.
23. **OMS (ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD).** 2004. Global strategy on diet, physical activity and health. Geneva, Switzerland (citado por McNeill, S y Van Elswyk, M.E. 2012. Review: Red Meat in Global Nutrition. *Meat Science*. 166-173)
24. **OVALLE, M.; SQUELLA, F.** 1996. Capítulo 39: Terrenos de pastoreo con pastizales anuales en el área de influencia climática mediterránea. **In:** Ruiz, N.I. Praderas para Chile. 2ª ed. Ministerio de Agricultura, Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Santiago, Chile. pp. 429-466.
25. **PÉREZ, P.** 2010. Apuntes Docentes: Características de la Producción Ovina y Caprina Chilena. Santiago, Chile. U. Chile, Fac. Medicina Veterinaria, Depto. Fomento Producción Animal. 23 p.
26. **PULS, R.** 1994. Mineral Levels in Animal Health: Diagnostic Data. Sherpa International. Clearbrook, Canadá. 240 p.
27. **PRAT, G.A.** 2003. Evaluación del estado nutricional mineral de vacas de raza Hereford alimentadas en praderas naturales mejoradas, del secano costero de la VI región. Memoria Título Médico Veterinario. Santiago, Chile. U. Chile, Fac. Medicina Veterinaria. 100 p.
28. **RAMOS, A.** 2012. Contribución a la evaluación nutricional mineral del ganado bovino de carne, proveniente de diferentes regiones del país, durante la estación de otoño, año 1995. Memoria Título Médico Veterinario. Santiago, Chile. U. Chile, Fac. Medicina Veterinaria. 109 p.
29. **RIVAS, J.P.** 2002. Contribución a la evaluación del estado nutricional mineral del ganado bovino productor de carne proveniente de áreas agroecológicas de importancia ganadera en el país. Estación verano 1996. Memoria Título Médico Veterinario. Santiago, Chile. U. Chile, Fac. Medicina Veterinaria. 132 p.
30. **SAVINO, P.** 2011. Obesidad y Enfermedades no transmisibles relacionadas con la nutrición. Artículo de revisión. *Rev Colomb Cir.* 26: 180-195.
31. **WILLIAMS, P.G.** 2007. Nutritional composition of red meat. *Smart Foods Centre. Nutr. Diet.* 64: 113-119

32. **VAN HEERDEN, S.M.; SCHÖNFELDT, H.C.; KRUGER, R. SMITH, M.F.** 2007. The nutrient composition of South African Lamb (A2 class). *J. Food Comp Anal.* 20:671-680.
33. **ZACARÍAS, I.; VERA, G.** 2005. Selección de Alimentos, Uso del Etiquetado Nutricional para una Alimentación Saludable: Manual de consulta para profesionales de la salud. Ministerio de Salud. Santiago, Chile. 803 p.