

Estudio del contenido de selenio en carne vacuna luego del proceso de cocción

Study of the selenium content in beef after the cooking process

Estudo do teor de selênio na carne bovina após o processo de cozimento

RECIBIDO: 1/9/2019 → APROBADO: 4/12/2019 ✉ mpiston@fq.edu.uy

✎ PISTÓN, MARIELA (1); SILVA, JAVIER (1); SUÁREZ, ANALÍA (1); BELLUZZI, MARCELO (1); IAQUINTA, FIORELLA (1); PANIZZOLO, LUIS (2); MÉNDEZ, CARLOS (3); CERMINARA, MARCELO (4)

- (1) GRUPO DE ANÁLISIS DE ELEMENTOS TRAZA Y DESARROLLO DE ESTRATEGIAS SIMPLES PARA PREPARACIÓN DE MUESTRAS (GATPREM). ÁREA QUÍMICA ANALÍTICA, DEC, FACULTAD DE QUÍMICA. UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA, MONTEVIDEO, URUGUAY.
- (2) ÁREA DE QUÍMICA DE ALIMENTOS, CYTAL, FACULTAD DE QUÍMICA. UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA, MONTEVIDEO, URUGUAY.
- (3) INSTITUTO NACIONAL DE CARNES (INAC), GERENCIA DE CONTRALOR, ÁREA DE INOCUIDAD, MONTEVIDEO, URUGUAY.
- (4) IMERL, FACULTAD DE INGENIERÍA; DMMCC, FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS. UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA, MONTEVIDEO, URUGUAY.
-

RESUMEN

Se determinó el contenido de selenio (Se) antes y después del proceso de cocción en tres cortes de carne vacuna (asado, cuadril y bola de lomo) provenientes de 20 animales. Los distintos cortes fueron sometidos a dos puntos de cocción. Cada corte fue dividido en varias porciones y se realizó la cocción en plancha y horno. El tratamiento de las muestras consistió en una digestión asistida con microondas y posterior determinación de Se mediante espectrometría de emisión atómica con plasma inducido por microondas acoplado a generación de hidruros (HG-MIP OES). El método analítico propuesto fue validado, resultó adecuado para el fin definido y presentó ventajas respecto a los métodos habitualmente utilizados en los laboratorios de análisis.

Los puntos de cocción se establecieron evaluando la pérdida de peso (desde 8 hasta 35%). Los resultados indican que la carne vacuna aporta entre 20 y 26% del

requerimiento diario de Se de un adulto. Este porcentaje se mantiene sin cambios significativos aun luego de una pérdida de peso de hasta un 35%, por lo que se concluye que la cocción no influye en el aporte de selenio a la dieta.

PALABRAS CLAVE: Selenio, valor nutricional, carne vacuna, cocción.

ABSTRACT

Selenium (Se) content was determined, before and after the cooking process, in three cuts of beef (rib plate, rump and knuckle) from 20 animals. Each cut was divided into several portions and cooked in a cooking plate and oven. Sample preparation consisted of a microwave assisted digestion and subsequent determination of Se by means of atomic emission spectrometry with microwave induced plasma coupled with hydride generation (HG-MIP OES). The proposed analytical method was validated and resulted suitable for the purpose presenting advantages compared to the standard methods commonly used in food analysis.

The cooking points were established by evaluating the weight loss (from 8 to 35%). The results indicate that beef provides between 20 and 26% of the daily intake requirement of Se of an adult. It was observed that this percentage remains without significant changes even after a weight loss of up to 35%, thus concluding that cooking does not influence the contribution to the diet of this trace element.

KEYWORDS: Selenium, nutritional value, beef, cooking.

RESUMO

O teor de selênio (Se) foi determinado antes e após o processo de cozimento em três cortes de carne bovina (placa de costela, quadril e lombo) de 20 animais. Os diferentes cortes foram submetidos a dois pontos de cozimento. Cada corte foi dividido em várias porções e o cozimento foi feito em chapa e forno. O tratamento da amostra consistiu em digestão assistida por microondas e subsequente determinação de Se por espectrometria de emissão atômica com plasma induzido por microondas acoplado à geração de hidreto (HG-MIP OES). O método analítico proposto foi validado e adequado para a finalidade proposta, apresentando vantagens sobre os métodos comumente utilizados nos laboratórios de análise.

Os pontos de cozimento foram estabelecidos avaliando-se a perda de peso (de 8 a 35%). Os resultados indicam que a carne bovina fornece entre 20 e 26% da necessidade diária de Se de um adulto. Essa porcentagem permanece sem alterações significativas, mesmo após uma perda de peso de até 35%, portanto, conclui-se que o cozimento não influencia a contribuição do selênio na dieta.

PALAVRAS-CHAVE: Selênio, valor nutricional, carne bovina, cozimento.

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas se ha desarrollado en forma creciente el conocimiento acerca del papel que tienen en la nutrición humana diversos minerales traza (micronutrientes). Existe actualmente considerable investigación acerca del rol que juega el selenio (Se) en relación con la salud humana. El Se forma parte de metaloenzimas involucradas en diversos procesos metabólicos, tanto en animales como en vegetales (Hefnway, et al., 2008). Existen estudios que demuestran la asociación entre la deficiencia de Se y la aparición de ciertas enfermedades, entre ellas la enfermedad de Keshan (una afección cardíaca), la Enfermedad de Kashin-Beck (una osteoartropatía) y el cretinismo mixedematoso endémico, que causa retardo mental (Thomson, 2004; National Institute of Health, NIH, 2019). El RDA (Recommended Dietary Allowance) aceptado en Estados Unidos va desde 20 $\mu\text{g}/\text{día}$ para niños de hasta 3 años hasta 55 $\mu\text{g}/\text{día}$ para adultos. Estos valores se ven incrementados en el caso de la mujer embarazada o en el período de lactancia (Food and Nutrition Board, 2011).

La carne constituye una importante fuente de proteínas de alto valor biológico que proporciona todos los aminoácidos indispensables, fundamentales para el crecimiento, desarrollo y mantenimiento de las funciones vitales que permitirían un adecuado bienestar y salud. Es también una excelente fuente de micronutrientes (vitaminas, minerales y oligoelementos), que a menudo son limitantes en la dieta, como la vitamina A, hierro, zinc, cobre, selenio y otros compuestos bioactivos (Alfaia, et al., 2013).

Según las últimas estadísticas publicadas por el Instituto Nacional de Carnes (INAC), el 85% de las exportaciones de carne uruguaya corresponden a carne bovina (Instituto Nacional de Carnes, 2018). Además, Uruguay es uno de los países que más carne consume en el mundo, 100,9 kg/hab./año de las especies bovina, ovina, aviar y porcina, y se destaca en particular la carne bovina, con 59,2 kg/hab./año (Instituto Nacional de Carnes, 2018).

Los tratamientos térmicos pueden mejorar el valor nutricional de la carne, haciendo que aumente la bioaccesibilidad de los nutrientes o se generen pérdidas de estos por procesos de lixiviación (Lombardi Boccia, et al., 2005; Lopes, et al., 2015; Goran, et al., 2016). Existen dos estrategias generales de cocción por transferencia de calor que incluyen cocinar con calor seco o calor húmedo. Las cocciones en seco utilizan aire caliente para conducir el calor y los alimentos se cuecen en su propio jugo. Tales métodos de cocción incluyen horneado, asado y asado a la parrilla, métodos de cocción tradicionales que causan cambios inevitables en la cantidad de nutrientes disponibles (Alfaia, et al., 2013; Campo, et al., 2013; Domínguez, et al., 2015). Lombardi-Boccia et al. (2005) reportaron los porcentajes de retención para Fe, Cu y Zn de algunas carnes de Italia según el método de cocción y hallaron que para estos elementos el contenido total variaba luego de determinadas cocciones (Lombardi-Boccia, et al., 2005).

Se ha estudiado la distribución geográfica de los niveles de selenio en los suelos y se ha encontrado que algunos países, de forma notable China, presentan bajos niveles, asociados con la aparición de las enfermedades mencionadas anteriormente (Saadoun, et al., 2019). Investigadores uruguayos reportaron niveles de Se en cortes de carne vacuna de la raza Hereford y Bradford y encontraron valores de Se en

carne cruda que podrían aportar hasta el 100% del requerimiento diario para un adulto si se consumen 100 g (Cabrera, et al., 2010; Ramos, et al., 2012; Cabrera y Saadoun, 2014). No obstante, no se han encontrado reportes que aporten información sobre el contenido de este nutriente en el alimento luego de algún tipo de cocción.

Con el objetivo de evaluar cómo afecta la cocción aplicada a algunos cortes de carne vacuna de consumo popular en Uruguay, se estudió el porcentaje de retención del micronutriente luego de este proceso. Para ello se utilizó la ecuación descrita por Bognár y Piekarski (2000), en la que se relaciona la pérdida de peso que sufre el corte luego de la cocción y la concentración de selenio determinada (Bognár y Piekarski, 2000).

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestras

Las muestras de carne vacuna fueron proporcionadas por el Instituto Nacional de Carnes (INAC). La correspondencia entre la carne y sistema de alimentación fue corroborada mediante la conexión del Sistema Electrónico de Información de la Industria Cárnica (SEIIC) y el Sistema Nacional de Identificación Ganadera (SNIG), que garantizan la trazabilidad de todo el proceso. De allí también se obtuvo que la edad media de los animales fue de 25 meses (novillos y vaquillonas), con un peso en el rango de 109-153 kg (promedio de 139 kg) y procedentes principalmente de los departamentos de Soriano, Lavalleja y Florida.

Se muestrearon 20 medias canales con 36 horas de maduración sanitaria. El 50% de las medias canales provenían de animales con sistemas de alimentación terminados en pasturas, mientras que el otro 50% fue terminado a grano (feedlot). En el cuarteo se obtuvieron el asado, la herradura y el corte pistola. En las Figuras 1 y 2 se muestran los cortes de uno de los muestreos. El asado y el corte pistola fueron identificados mediante etiquetado para obtener correspondencia entre los cortes a bajar en el desosado (cuadril y bola de lomo) y los asados previamente separados. La etiqueta de trazabilidad (SEIIC) acompañó los cortes en todo el proceso (Figura 3).



Figura 1. Medias canales previo al cuarteo.



Figura 2. Pistolas en cuarteo.



Figura 3. Cortes identificados con etiqueta de trazabilidad (SEIIC).

En el desosado se bajaron los cortes y se retiraron de la línea de producción junto con la etiqueta de trazabilidad. Se extrajo una porción de aproximadamente 500 g de cada corte asado (centro de la parrilla costal), cuadril (Bíceps Femoral) y bola lomo (músculo Vastus Intermedius). Las porciones se etiquetaron, se envasaron al vacío y se llevaron a Facultad de Química en conservadoras refrigeradas.

En el laboratorio se realizó el deshuesado y desgrasado utilizando cuchillos de acero inoxidable (440C), y posteriormente se dividió cada corte en tres porciones de aproximadamente 100 g. Una de las porciones se analizó cruda y las otras dos se sometieron a cocción para luego ser analizadas. Tanto la porción cruda como las cocidas se homogenizaron y trituraron con picadora de cuchillas y fueron conservadas en tubo tipo Falcon® en freezer (-18 °C) hasta el momento del análisis.

Una vez trituradas las muestras se secaron en estufa a 103 °C según método AOAC 950.46 para obtener el producto seco y el contenido de humedad. Las muestras secas fueron molidas hasta obtener un polvo fino con molino de cuchillas (AOAC International, 2005).

Cocciones

Las cocciones se realizaron en plancha de aluminio con recubrimiento antiadherente Teflón® (Ufesa, modelo GR7451) y en horno eléctrico (Delne, modelo Te-5604 i). Se

pesaron las muestras de cada corte (asado, cuadril y bola de lomo) antes y después de la cocción para establecer la pérdida de peso en todos los casos. El proceso general consistió en sellar el corte en una plancha, como primera etapa, hasta alcanzar una determinada temperatura en el centro (Tabla 1) y posteriormente terminar la cocción en horno. La temperatura se controló en el centro de los cortes mediante una sonda de temperatura (ThermaQ): la temperatura de la plancha fue 300 °C y la del horno fue en promedio 250 °C.

Se buscó obtener dos puntos de cocción: poco cocido y muy cocido. En la Tabla 1 se resumen las condiciones de temperaturas de cocción según el corte para ambos puntos y en las Figuras 4 a 6 se muestra el aspecto del corte luego de la cocción.

TABLA 1. Condiciones de cocción. PC: poco cocido; MC: muy cocido.

Corte	Punto de cocción	Tiempo en plancha (min)	Temperatura al finalizar sellado (°C)	Tiempo en el horno (min)	Temperatura al sacar del horno (°C)	Tiempo total de cocción (min)
Asado	PC	4	50	5	75	9
Asado	MC	8	74	14	98	22
Cuadril	PC	8	24	12	53	20
Cuadril	MC	12	26	28	83	40
Bola de lomo	PC	7	34	11	64	18
Bola de lomo	MC	12	38	32	82	44



Figura 4. Cortes de asado poco cocido (izquierda) y muy cocido (derecha).



Figura 5. Cortes de cuadril poco cocido (izquierda) y muy cocido (derecha).



Figura 6. Cortes de bola de lomo poco cocidos (izquierda) y muy cocido (derecha).

Reactivos e instrumentación

El material utilizado fue previamente descontaminado utilizando una disolución de HNO_3 (Merck pa) 10% v/v. Los patrones de calibración de selenio se prepararon a partir de una disolución comercial de concentración 1000 mg L^{-1} (Carlo Erba). Se utilizó agua calidad I según norma ASTM (resistividad no menor a $18,2 \text{ M}\Omega \text{ cm}$) obtenida de un sistema de purificación de agua Millipore®. La digestión de las muestras se realizó con HNO_3 ($4,5 \text{ mol L}^{-1}$). El ácido se obtuvo mediante un proceso de destilación *sub-boiling* (Milestone, subClean) a partir de ácido comercial. Todos los demás reactivos utilizados fueron de calidad para análisis o superior.

Para la evaluación de la veracidad de las determinaciones analíticas se utilizaron dos materiales de referencia certificados: uno de músculo bovino ERM-BB184 (provisto por el Institute for Reference Materials and Measurements, Comisión Europea) y otro de hígado bovino (SRM 1577c provisto por The National Institute of Standards and Technology, NIST).

Para las digestiones se utilizó un digestor de microondas (CEM, Mars 6) provisto con 12 vasos del tipo Easy Prep Plus®. Las determinaciones analíticas fueron realizadas en un espectrómetro de emisión atómica con plasma inducido por microondas (Agilent 4210 MIP OES) equipado con una antorcha estándar, y cámara de nebulización multimodo (MSIS®, Agilent) para generación de hidruros.

Tratamiento de las muestras

El tratamiento de las muestras desarrollado consistió en una digestión asistida por microondas: 0,5 g de muestra (seca y molida) se trataron con 10 mL de HNO_3 diluido $4,5 \text{ mol L}^{-1}$; el uso de ácidos diluidos para digestiones de muestras complejas ha sido validado por nuestro grupo en trabajos previos (Machado, et al., 2016). El programa de digestión fue: 15 minutos de calentamiento hasta $200 \text{ }^\circ\text{C}$, mantenimiento en $200 \text{ }^\circ\text{C}$ durante 15 minutos y enfriamiento posterior hasta temperatura ambiente (potencia 400-1800 W).

Una vez concluida la digestión se realizó una etapa de prerreducción para convertir cuantitativamente todo el analito al estado de oxidación IV para la posterior formación del hidruro correspondiente. Para esta etapa se tomaron 5 mL del digerido y se agregó HCl 37% (m/v) (relación muestra/ácido 1:1) en Erlenmeyer. La mezcla

se colocó en plancha calefactora (a ebullición controlada) durante 1 hora, posteriormente se dejó enfriar y se completó el volumen con agua ultrapura. La reducción en línea para la generación del hidruro correspondiente (H_2Se) fue realizada con $NaBH_4$ 2% (m/v) en $NaOH$ 0,5% (m/v).

Determinación de selenio

Las determinaciones se realizaron con la técnica de espectrometría de emisión atómica con generación de hidruros (HG MIP OES), a la longitud de onda de 196,026 nm. Las condiciones operativas fueron: caudal de nitrógeno $0,45 L min^{-1}$ (obtenido a partir de un generador Agilent 4107); velocidad de la bomba peristáltica 30 rpm; posición de observación de la antorcha -70, y tiempo de lectura 10 s.

Los patrones, las muestras y los blancos fueron sometidos al proceso de prerreducción descrito antes de la medición. Todas las muestras fueron analizadas por duplicado.

Dado que se trata de una técnica que no se utiliza como método estándar para esta determinación se realizó la correspondiente validación. Se evaluaron los principales parámetros de desempeño (linealidad, límites de detección y cuantificación, precisión y veracidad), siguiendo las recomendaciones de la Guía Europea de validación Eurachem (Magnusson y Örnemark, 2014).

Los porcentajes de retención de selenio luego de las cocciones fueron calculados utilizando la guía de Bognár y Piekarski publicada en el año 2000. Se trata de una guía informativa muy completa sobre la evaluación y cálculo de los porcentajes de retención de minerales (y otros nutrientes) en platos preparados luego de algún tipo de cocción, tomando como referencia una porción de 100 g y contemplando en el cálculo la pérdida de peso de la pieza durante el proceso de cocción (Bognár y Piekarski, 2000). La ecuación utilizada fue:

$$\%R = \frac{\text{Contenido del nutriente}/100 \text{ g de carne cocida} \times \text{peso (g) de la carne cocida}}{\text{Contenido del nutriente}/100 \text{ g de carne cruda} \times \text{peso (g) de la carne cruda}} \times 100$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Validación del método analítico

El uso de la técnica HG-MIP OES para la determinación de Se en muestras complejas es novedoso y se requiere la validación completa del método analítico antes de utilizarlo para cualquier aplicación. Se trata de una técnica alternativa a las utilizadas en los métodos citados en el compendio de normas AOAC Internacional (AOAC 986.15; AOAC International, 2016) que evita el uso de gases inflamables y costosos en el laboratorio. En la Tabla 2 se resumen los parámetros de desempeño obtenidos.

TABLA 2. Parámetros de desempeño de la validación analítica (Magnusson y Örnemark, 2014).

Parámetro	Resultado
Linealidad (rango estudiado)	5,0 - 50 $\mu\text{g L}^{-1}$
Límite de detección	0,032 mg kg^{-1} (1,6 $\mu\text{g L}^{-1}$)
Límite de cuantificación	0,098 mg kg^{-1} (4,9 $\mu\text{g L}^{-1}$)
Precisión (RSD %, n = 6)	10%
Veracidad (% de recuperación comparado con el valor certificado de los materiales de referencia certificados)	76 - 93%

Cuando se trabajó con determinaciones del orden de las partes por billón (ppb), de acuerdo con la relación de Horwitz, la precisión y la veracidad obtenidas fueron buenas (Rivera y Rodríguez, 2010). El límite de cuantificación obtenido fue apropiado para la determinación de Se en muestras de carne, y se pudo determinar niveles muy bajos de este elemento, lo cual no había sido reportado antes en la literatura con esta técnica. Los resultados obtenidos fueron adecuados para los fines propuestos porque demuestran que el método es exacto (preciso y veraz) para la determinación de Se a nivel de trazas y que se puede utilizar como alternativa a los métodos estándar.

Contenido de selenio en carnes antes y después de la cocción

Se realizaron las determinaciones de Se en 180 muestras (tres cortes, crudos, poco cocidos y cocidos de 20 animales) y se obtuvieron los resultados que se resumen en la Tabla 3.

TABLA 3. Contenido de Se en diferentes cortes de carne vacuna (n = 20 para cada corte). Los resultados se expresan como el promedio de todos los animales \pm desviación estándar (base seca).

Corte	Crudo (mg/100 g)	Poco cocido (mg/100 g)	Muy cocido (mg/100 g)
Asado	0,038 \pm 0,004	0,038 \pm 0,004	0,044 \pm 0,004
Cuadril	0,041 \pm 0,004	0,043 \pm 0,004	0,047 \pm 0,005
Bola de lomo	0,044 \pm 0,005	0,041 \pm 0,005	0,044 \pm 0,005

Los resultados se expresan en base seca a los efectos de que puedan compararse entre los tres cortes, y puede observarse que el contenido de Se es bastante similar

en todos ellos. Estadísticamente se verificó que los valores, comparando los promedios entre cortes y según el punto de cocción, no difieren significativamente entre sí mediante test $t(0,05;20)$ ($t_{\text{tabla}} = 2,023$; $t_{\text{calculado}} = -0,118$).

El contenido en los cortes crudos es significativamente menor a los reportados por varios autores en publicaciones anteriores en carnes crudas uruguayas (Cabrera, et al., 2010; Ramos, et al., 2012; Cabrera y Saadoun, 2014). Estos autores reportaron niveles de selenio en el rango de 0,049 a 0,130 mg/100 g en base fresca (aproximadamente 0,20 a 0,52 mg/100 g base seca), sin embargo, se debe tener en cuenta que la variabilidad en el contenido de Se es muy grande según la edad de los animales y la zona donde fueron alimentados con pasturas. Como ejemplo se puede mencionar que durante los muestreos se recibieron cortes de dos animales de mayor edad (53 y 56 meses) y se notó un aumento en el contenido de Se (estos no fueron considerados en los resultados presentados). Por otra parte, los trabajos mencionados no se refieren a los mismos cortes, ni se describe claramente la edad de los animales. Los resultados obtenidos sí son concordantes con los reportados a nivel internacional (0,021-0,033 mg/100 g) en las tablas de alimentos noruegas NORFOODS (Norwegian Food Safety Authority, 2018) y con niveles reportados en Europa (Demirezen y Uruc, 2006).

No se observaron diferencias significativas entre los valores obtenidos de los animales cuya terminación fue con pastura o con grano (verificado mediante test t-Student, nivel de confianza 95%, $n = 10$ animales de cada sistema de alimentación).

A los efectos de evaluar la retención de Se en los diferentes cortes se tomaron como valores de partida aquellos obtenidos para los cortes crudos y se comparó con los obtenidos en los cortes cocidos. La ecuación de Bognár y Piekarski se aplicó para cada una de las muestras analizadas según la pérdida de peso de cada muestra durante la cocción. Los resultados obtenidos (porcentaje de retención, %R) según el corte y el punto de cocción se presentan en la Tabla 4. Cabe mencionar que resulta muy difícil alcanzar en todas las muestras el mismo porcentaje de pérdida de peso en cada punto, por lo cual se fue registrando y sistematizando el proceso para obtener siempre dos puntos bien definidos, tanto por el aspecto como por la temperatura, al final del proceso en el centro del corte (Tabla 1). Los resultados de %R obtenidos para cada corte y para cada punto de cocción se promediaron y se expresan en la Tabla 4. El procesamiento de las carnes se realizó tomando en consideración cómo lo haría un consumidor en su domicilio o en un restaurante. No se agregaron sal ni otros condimentos.

TABLA 4. Porcentaje de retención promedio de Se en cortes de carne vacuna según dos puntos de cocción (Bognár y Piekarski, 2000).

Corte	Poco cocido (pérdida de peso entre 8 y 12%)	Muy cocido (pérdida de peso entre 20 y 33%)
Asado	101 ± 8	104 ± 8
Cuadril	91 ± 7	83 ± 7
Bola de lomo	86 ± 7	90 ± 7

Considerando los resultados obtenidos y su correspondiente incertidumbre asociada, se puede observar que en general no existen pérdidas significativas del nutriente, aun cuando se alcanza un porcentaje de pérdida de masa de 33% (lo cual se corresponde con un punto bien cocido).

Información nutricional

Existen guías que reportan valores de ingestas dietéticas de referencia (IDR) y que contienen tablas con los niveles de ingesta recomendada de los oligoelementos, entre otras informaciones relevantes para la nutrición. El valor de IDR es el nivel promedio diario de ingesta suficiente por medio de la dieta necesario para satisfacer los requerimientos de nutrientes de casi todas las personas sanas (97-98%) en un grupo (National Institute of Health, NIH, 2011).

En la Tabla 5 se muestran los valores de IDR para Se según la etapa de la vida.

TABLA 5. IDR de Selenio en la dieta según las edades, expresadas en microgramos por día. Los grupos por edades se refieren a hombres y mujeres.

Grupos según edades	IDR $\mu\text{g}/\text{día}$
1 a 3 años	20
4 a 8 años	30
9 a 13 años	40
14 hasta más de 70 años	55
Embarazadas	60
Mujeres en etapa de lactancia	70

Los estudios sobre valor nutricional de un alimento deben evaluar las concentraciones de los nutrientes en la forma en que el alimento puede ser consumido, en el caso de la carne vacuna se consume cocida (el punto de cocción es a gusto del consumidor). Al analizar los resultados obtenidos, según el contenido de Se en cada corte y la cocción y la IDR por edades, es posible tener una idea del porcentaje de la necesidad diaria que este alimento puede cubrir. Para esto se consideró una porción de 100 g de carne en todos los casos. En la Tabla 6 se presentan los resultados.

TABLA 6. Porcentaje de la IDR cubierta según franja etaria por porción de 100 g del alimento cocido. PC: poco cocido, MC: muy cocido.

Cortes	Edades				
	4 a 8 años	9 a 13 años	14 hasta más de 70 años	Embarazadas	Mujeres en etapa de lactancia
Asado PC	37	27	20	18	16
Asado MC	44	33	24	22	19
Cuadril PC	41	31	22	20	18
Cuadril MC	48	36	26	24	20
Bola de lomo PC	39	29	21	19	17
Bola de lomo MC	44	33	24	22	19

Con base en estos resultados se demuestra que la carne vacuna es una buena fuente de Se en la dieta. Esto se reafirma considerando que la bioaccesibilidad del elemento en carne es entre el 75 y 91% (Ramos, et al., 2012). En un país como Uruguay es frecuente que se consuman más de 100 g en una comida por parte de un adulto y que esto ocurra con frecuencia en la semana. Si se considera que los niños de entre 4 y 8 años ya consumen este alimento en diversas formas, el aporte es aún mayor.

El consumir la carne menos cocida, lo que generalmente se denomina “bien jugosa”, con el centro de color rojo, o hacerlo en forma más cocida, “bien cocida” o “pasada”, no afecta significativamente el contenido del elemento en el alimento.

Este tipo de estudios se podrá extender a un mayor número de muestras, pero por las tendencias que se muestran en este trabajo es de esperar que se mantengan. Si bien el trabajo abarca pocas muestras, estas se han obtenido a lo largo de un período de casi dos años, y dado que el selenio es un elemento muy variable en los suelos y pasturas según la estación y región geográfica, es importante que se realicen en períodos cortos de tiempo y a largo plazo para hacer un seguimiento a la situación e informar al sector productivo de los resultados.

CONCLUSIONES

Se pudo concluir que la concentración de selenio en los cortes luego de la cocción no se vio significativamente afectada, por lo cual el valor nutricional se mantuvo. Se confirmó que la carne vacuna es una buena fuente de selenio en la dieta.

Adicionalmente se desarrolló y validó un método analítico simple y económico para la determinación de selenio en muestras de carne vacuna.

Este tipo de estudios se consideran de importancia para el sector productivo y para la población en general debido a que el valor nutricional de los alimentos debe evaluarse en las formas en las que estos habitualmente se consumen.

RECONOCIMIENTOS

Se agradece a la Comisión Sectorial de Investigación Científica (CSIC-Proyecto Vinculación con el Sector Productivo-1608).

Al Programa de Ciencias Básicas (PEDECIBA).

Al Frigorífico Pando – Ontilcor S.A por proporcionar las muestras.

Al Dr. Juan Burghi (INAC) y la Ing. Paz Xavier (INAC) por su colaboración en la obtención de las muestras.

A los estudiantes Valentina Meléndrez y Fabián Bermúdez.

REFERENCIAS

- Alfaia, C.M., Lopes, A.F. y Prates, J.A.M., 2013. *Diet quality*. New York: Human Press. ISBN: 978-1-4614-7338-1.
- AOAC International, 2005. *Official Methods of Analysis of AOAC International*. 18ed. Gaithersburg: AOAC. Official Method 950.46, First Action 1950.
- AOAC International, 2016. *Official Methods of Analysis of AOAC International*. 20va ed. Maryland: AOAC. Official Method 986.15, first action 1986-final action 1988.
- Bognár, A. y Piekarski, J., 2000. Guidelines for Recipe Information and Calculation of Nutrient Composition of Prepared Foods (Dishes). En: *Journal of food composition and analysis*, 13(4), pp.391-410. <https://doi.org/10.1006/jfca.2000.0922>.
- Cabrera, M., Ramos, A., Saadoun, A. y Brito, G., 2010. Selenium, copper, zinc, iron and manganese content of seven meat cuts from Hereford and Braford steers fed pasture in Uruguay. En: *Meat Science*, 84(3), pp.518–52. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.10.007>.
- Cabrera, M.C. y Saadoun, A., 2014. An overview of the nutritional value of beef and lamb meat from South America. En: *Meat Science*, 98(3), pp.435-444. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.06.033>.
- Campo, M., Muela, E., Olleta, E., Moreno, L., Santaliestra-Pasías, A., Mesana, M. y Sañudo, C., 2013. Influence of cooking method on the nutrient composition of Spanish light lamb. En: *Journal of Food Composition and Analysis*, 31(2), pp.185–190. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2013.05.010>.
- Demirezen, D. y Uruc, K., 2006. Comparative study of trace elements in certain fish, meat and meat products. En: *Meat Science*, 74(2), pp.255-260. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2006.03.012>.
- Domínguez, R., Borrajo, P. y Lorenzo, J., 2015. The effect of cooking methods on nutritional value of foal meat. En: *Journal of Food Composition and Analysis*, (43), pp.61–67. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2015.04.007>.
- Food and Nutrition Board, Institute of Medicine, National Academies, 2011. Dietary reference intakes (DRIs): recommended dietary allowances and adequate intakes, elements [En línea]. En: Institute of Medicine, Committee to Review Dietary Reference Intakes for Vitamin D and Calcium, Ross A.C., Taylor C.L., Yaktine A.L., et al., (eds.). *Dietary reference intakes for Calcium and*

- Vitamin D*. Washington: National Academic Press. [Consulta: 27 de agosto de 2019]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK56068/table/summarytables.t3/?report=objectonly>.
- Goran, G.V., Tudoreanu, L., Rotaru, E. y Crivineanu, V., 2016. Comparative study of mineral composition of beefsteak and pork chops depending on the thermal preparation method. En: *Meat Science*, (118), pp.117-121. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.03.031>.
- Hefnway, A.E. y Pérez, J.T., 2008. Selenio y salud animal. Importancia, deficiencia, suplementación y toxicidad. En: *Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da Unipar*, (11), pp.153-165. <https://doi.org/10.25110/arqvet.v11i2.2008.2571>.
- Instituto Nacional de Carnes (INAC), 2006. *Handbook of uruguayan meat* [En línea]. Montevideo: Instituto Nacional de Carnes [Consulta: 18 de agosto de 2019]. Disponible en: http://www.inac.gub.uy/innovaportal/file/2043/1/manual_corregido_2a_edicion.pdf.
- Instituto Nacional de Carnes (INAC), 2018. *Reporte mercado doméstico* [En línea]. Montevideo: Instituto Nacional de Carnes [Consulta: 18 de agosto de 2019]. Disponible en: <http://www.inac.uy/innovaportal/file/16190/1/informe-consumo-de-carnes-mercado-domestico--cierre-2017-vf.pdf>.
- Lombardi-Boccia, G., Lanzi, S. y Aguzzi, A., 2005. Aspects of meat quality: trace elements and B vitamins in raw and cooked meats. En: *Journal of Food Composition and Analysis*, 18(1), pp.39-46. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2003.10.007>.
- Lopes, A., Alfaia, C., Partidário, A., Lemos, J. y Prates J., 2015. Influence of household cooking methods on amino acids and minerals of Barrosã-PDO veal. En: *Meat Science*, (99), pp.38-43. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.08.012>.
- Machado, I., Dol, I., Rodríguez-Arce, E., Cecio, V. y Pistón, M., 2016. Comparison of different sample treatments for the determination of As, Cd, Cu, Ni, Pb and Zn in globe artichoke (*Cynara cardunculus* L. subsp. *Cardunculus*). En: *Microchemical Journal*, (128), pp.128-133. <https://doi.org/10.1016/j.microc.2016.04.016>.
- Magnusson, B. y Örnemark, U., 2014. *Eurachem guide: the fitness for purpose of analytical methods – A laboratory guide to method validation and related topics*. 2a ed. Torino: Eurachem. ISBN: 978-91-87461-59-0.
- National Institute of Health (NIH), 2011. *Dietary reference intakes (DRIs): recommended dietary allowances and adequate intakes, elements* [En línea]. Bethesda: National Institute of Health, [Consulta: 27 de agosto de 2019]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK56068/table/summarytables.t3/?report=objectonly>.
- National Institute of Health (NIH), 2019. *Selenium, fact sheet for health professionals* [En línea]. Bethesda: National Institute of Health. [Consulta: 27 de agosto de 2019]. Disponible en: <https://ods.od.nih.gov/factsheets/Selenium-HealthProfessional/>.
- Norwegian Food Safety Authority, 2018. *The Norwegian food composition table* [En línea]. Oslo: Norwegian Food Safety Authority, [Consulta: 23 de agosto de 2019]. Disponible en: <https://www.norwegianfoodcomp.no/poultry-and-meat-g3>.

- Ramos, A., Cabrera, M.C. y Saadoun, A., 2012. Bioaccessibility of Se, Cu, Zn, Mn and Fe, and heme iron content in unaged and aged meat of Hereford and Braford steers fed pasture. En: *Meat Science*, 91(2), pp.116-124. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.01.001>.
- Rivera, C.A. y Rodríguez, M.R., 2010. Uso de la ecuación de Horwitz en laboratorios de ensayo NMX-EC-17025-IMNC-2006. En: CENAM. *Simposio de Metrología 2010*. Santiago de Querétaro, México (27-29 de octubre de 2010) [En línea]. Santiago de Querétaro: CENAM. [Consulta: 6 de setiembre de 2019]. Disponible en: <https://www.cenam.mx/sm2010/info/pviernes/sm2010-vp03c.pdf>.
- Saadoun, A., Cabrera, M.C., Terevino, A., Del Puerto, M. y Zaccari, F., 2019. Nutritional value of bovine meat produced on pasture. En: *Encyclopedia of Food Security and Sustainability*, (2), pp.189-196.
- Thomson, C.D., 2004. Assessment of requirements for selenium and adequacy of selenium status: a review. En: *European Journal of Clinical Nutrition*, 58(3), pp.391-402. <https://doi.org/10.1038/sj.ejcn.1601800>.