



Foto: Edison Bianchi

PASTURAS VERSUS GRANOS: cómo la alimentación de novillos impacta en aspectos nutricionales de la carne

Dra. Virginia Ferrari¹, Ing. Agr. PhD Santiago Luzardo²
Quim. Agr. PhD. Facundo Ibañez³

¹Becaria Posdoctorado, Plataforma de Agroalimentos

²Programa de Investigación en Producción de Carne y Lana

³Plataforma de Agroalimentos

A partir del creciente interés en caracterizar la composición de alimentos y su relación con la salud humana, el presente trabajo evaluó aspectos nutricionales de la carne proveniente de dos sistemas de alimentación de novillos: pasturas vs. concentrados.

En los últimos años ha habido un creciente interés por investigar sobre los efectos antioxidantes de los alimentos sobre la salud humana. En nutrición humana se busca caracterizar la composición de alimentos que, a través de sus propiedades antioxidantes, contribuyen a reducir síntomas como indigestión, colesterol y/o reducir los riesgos de enfermedades crónicas como diabetes, obesidad o cáncer (Sääksjärvi *et al.*, 2009). La carne vacuna posee un sistema antioxidante que juega un rol preponderante tanto en su calidad

nutricional como en su conservación *post-mortem*. Los factores o compuestos más importantes en este sistema son las enzimas antioxidantes (SOD, CAT, GPX), los compuestos fenólicos, los complejos vitamínicos, los péptidos, las purinas y los minerales (Bekhit y col., 2013). De acuerdo con su solubilidad en la fracción acuosa o en la grasa, se pueden clasificar en lipofílicos o hidrofílicos. Es importante señalar que, debido a procesos de degradación durante la maduración, pueden generarse otros compuestos y condiciones

Cuadro 1 - Características de las canales de los novillos según el sistema de terminación.

Sistema de terminación	Pastura (n=30)	Concentrado (n=30)
Peso de la canal caliente (kg)	306,2±5,7	277,1±2,4
Dentición	n° de animales	
0	0	2
2	0	27
4	0	1
6	30	0
Conformación ^{ab}	3,1±0,05	2,5±0,10
Grado de terminación ^{ac}	1,9±0,06	2,5±0,09

^a: de acuerdo al Sistema Oficial de Clasificación y Tipificación de Carnes Vacunas del INAC.

^b: un número menor indica una mejor conformación (1-6 = I-N-A-C-U-R).

^c: un número menor indica falta de cobertura de grasa (0-4).

bioquímicas que alteran el potencial nutricional de la carne. En este sentido, un aspecto nutricional de la carne bovina tal vez poco estudiado en Uruguay es la formación de ácido úrico a partir de las purinas y su efecto en el riesgo de contraer enfermedades del tipo artritis (gota).

El objetivo de este trabajo fue evaluar aspectos nutricionales de la carne proveniente de dos sistemas de alimentación de novillos: pasturas vs. concentrados. El estudio fue realizado con 60 muestras de carne de animales provenientes de rodeos comerciales, en los que los novillos (n=30) fueron terminados en pasturas o en confinamiento con concentrados (n=30). Los novillos fueron faenados en un frigorífico comercial y se obtuvieron muestras del músculo *longissimus thoracis* que fueron transportadas en condiciones refrigeradas al Laboratorio de Tecnología de la Carne del INIA Tacuarembó. En el Cuadro 1, se muestra un resumen de las principales características de los novillos. Las muestras fueron almacenadas por 5 o 21 días a 0-2°C en oscuridad, para evaluar el efecto del período de la maduración. Luego del procesamiento en frío, fueron trasladadas al Laboratorio de Agroalimentos de la Estación Experimental de INIA Las Brujas.

En las muestras de carne procesada se cuantificaron específicamente los compuestos lipofílicos: α- tocoferol

y tocoles (vitamina E), carotenoides y retinoides (provitaminas A); hidrofílicos: compuestos fenólicos totales y purinas; y se determinó la capacidad antioxidante total por métodos in vitro (DPPH y ORAC). Además de las mediciones antes mencionadas se determinó también la composición proximal (humedad, proteínas, grasa, cenizas).

El sistema de terminación no afecta la composición proximal de la carne

La composición química de la carne es presentada en el Cuadro 2.

La carne vacuna posee un sistema antioxidante que juega un rol preponderante en su calidad nutricional y en su preservación *post-mortem*.

Cuadro 2 - Composición proximal del músculo *longissimus thoracis* de novillos provenientes de sistemas de terminación con pasturas (P) y concentrados (C), con dos períodos de maduración (5 y 21 días) de la carne.

Composición	Terminación		Maduración (días)		Tratamiento			
	P	C	5	21	P5	P21	C5	C21
Agua (%)	72,82	72,68	73,00	72,50	73,8 ^a	71,9 ^c	72,3 ^{bc}	73,1 ^{ab}
Cenizas (%)	1,01	1,03	1,13 ^a	0,91 ^b	1,08 ^b	0,93 ^c	1,19 ^a	0,88 ^c
Proteínas (%)	23,46	24,06	23,61	23,91	22,7 ^b	24,2 ^a	24,5 ^a	23,6 ^{ab}
Grasa total (%)	4,33	4,10	4,51	3,93	4,55	4,11	4,46	3,74

Valores promedio; n=30 para cada sistema de terminación y período de maduración; n=15 para cada tratamiento, definido como la interacción entre el sistema de alimentación y el período de maduración. En cada fila los valores con letras diferentes indican diferencias significativas (P<0,05).

Cuadro 3 - Niveles de micronutrientes lipofílicos en el músculo *longissimus thoracis* de novillos terminados en pasturas (P) o con concentrados (C), con dos períodos de maduración (5 y 21 días).

Composición	Terminación		Maduración (días)		Tratamiento			
	P	C	5	21	P5	P21	C5	C21
β-criptoxantina	0,03 ^a	nd ^b	0,02	0,01	0,04 ^a	0,02 ^b	nd ^b	nd ^b
Licopeno	0,16 ^a	0,08 ^b	0,12	0,12	0,16 ^a	0,15 ^a	0,08 ^b	0,08 ^b
β-carotenos totales	1,63 ^a	0,69 ^b	1,14	1,18	1,61 ^a	1,66 ^a	0,67 ^b	0,70 ^b
Carotenoides totales	1,81 ^a	0,77 ^b	1,28	1,30	1,80 ^a	1,83 ^a	0,76 ^b	0,78 ^b
Retinol	0,08 ^a	0,06 ^b	0,07	0,07	0,09	0,08	0,05	0,06
Retinoides totales	0,61 ^a	0,33 ^b	0,47	0,46	0,58 ^a	0,63 ^a	0,36 ^b	0,29 ^b
α-tocoferol	3,55 ^a	1,52 ^b	2,51	2,56	3,47 ^a	3,63 ^a	1,55 ^b	1,49 ^b
Tocoles totales	5,57 ^a	3,51 ^b	4,35	4,74	5,13 ^{ab}	6,01 ^a	3,56 ^b	3,46 ^b

Valores promedio (µg/g peso fresco); n=30 para cada sistema de terminación y n=15 para cada tratamiento, definido como la interacción entre el sistema de alimentación y el período de maduración. En cada fila los valores con letras diferentes indican diferencias significativas (P<0,05).

La dieta de terminación no tuvo efectos significativos en el contenido de agua, grasa total, proteínas y cenizas. Un comportamiento similar se observó evaluando los dos períodos de maduración, aunque se registró una disminución del porcentaje de cenizas en la carne madurada por 21 días.

El contenido de carotenoides, tocoles y retinoides se duplican en la carne de novillos alimentados con pasturas

La carne de los animales terminados en pasturas presentó mayores concentraciones de α-criptoxantina, licopeno, caroteno y carotenoides totales que la carne proveniente de animales alimentados con concentrados (Cuadro 3).

Cabe destacar, que los valores de carotenoides totales en animales terminados en pasturas duplicaron los observados en novillos terminados con concentrados. No obstante, el período de maduración de la carne no afectó las concentraciones de estos micronutrientes (Cuadro 3).

En la carne de novillos alimentados con pasturas el contenido de purinas es menor

En el Cuadro 4 se detallan los resultados obtenidos del análisis de los micronutrientes hidrofílicos. El contenido de compuestos fenólicos totales no difirió entre ambos sistemas de terminación, aunque fue mayor en la carne madurada por 21 días que en aquella madurada por cinco días. La carne de los novillos terminados en pasturas registró un mayor aumento en los compuestos fenólicos totales conforme se extendió el período de maduración, probablemente debido a una mayor estabilidad redox de los productos de degradación.

El contenido de purinas fue menor en la carne de los novillos terminados en pasturas. Se observaron además diferencias significativas en los niveles de hipoxantina, en donde la carne producida a pasto presentó contenidos menores. El contenido de hipoxantina fue el mayor dentro de las purinas, las cuales poseen un poder uricogénico alto.



Foto: Santiago Luzardo

Figura 1 - Churrasco obtenido del músculo *longissimus thoracis*.

El sistema de terminación no tuvo efectos significativos en el contenido de agua, grasa total, proteínas y cenizas de la carne.

Cuadro 4 - Contenido de compuestos fenólicos totales y purinas en el músculo *longissimus thoracis* de novillos terminados en pasturas (P) o con concentrados (C), con dos períodos de maduración (5 y 21 días).

Composición	Terminación		Maduración (días)		Tratamiento			
	P	C	5	21	P5	P21	C5	C21
Fenólicos totales ¹	7,44	7,83	7,15 ^b	8,12 ^a	6,63 ^b	8,25 ^a	7,68 ^{ab}	7,98 ^a
Adenina ²	6,89	6,65	7,52 ^a	6,02 ^b	7,31	6,48	7,73	5,56
Guanina ²	6,62	7,27	7,75 ^a	6,14 ^b	6,89 ^b	6,35 ^b	8,61 ^a	5,94 ^b
Hipoxantina ²	42,43 ^b	48,40 ^a	49,41 ^a	41,41 ^b	41,19 ^b	43,67 ^b	57,64 ^a	39,15 ^b
Xantina ²	5,52	6,11	6,23	5,39	5,12 ^b	5,92 ^{ab}	7,34 ^a	4,87 ^b
Purinas totales ²	61,45 ^b	68,44 ^a	70,93 ^a	58,95 ^b	60,49 ^b	62,4 ^b	81,37 ^a	55,51 ^b

Valores promedio; n=30 para cada sistema de terminación y n=15 para cada tratamiento, definido como la interacción entre el sistema de alimentación y el período de maduración. En cada fila los valores con letras diferentes indican diferencias significativas (P<0,05).

¹Expresado en mg equivalentes de ácido gálico/100 g peso fresco. ²Expresado en mg/100g peso fresco.

La carne de los animales terminados en pasturas presentó mayores valores de carotenoides totales y menores contenidos de purinas que la carne de los animales alimentados con concentrados.

La degradación de estos compuestos se puede apreciar en las diferencias de concentración durante la maduración de la carne (5 vs. 21 días) de los novillos terminados con concentrados.

Los compuestos hidrofílicos son responsables de la capacidad antioxidante en ambos sistemas de alimentación

La actividad antioxidante total de la carne fue medida por tres métodos distintos, ORAC lipofílico (L-ORAC), ORAC hidrofílico (H-ORAC) y DPPH (Cuadro 5).



Foto: Virginia Ferrari

Figura 2 - Extracto hidrofílico del músculo *longissimus thoracis* de novillos, obtenido para el análisis de actividad antioxidante.

Cuadro 5 - Capacidad antioxidante (µmol Trolox/100 g peso fresco) en el músculo *longissimus thoracis* de novillos terminados en pasturas (P) o con concentrados (C), con dos períodos de maduración (5 y 21 días).

Capacidad antioxidante	Terminación		Maduración (días)		Tratamiento			
	P	C	5	21	P5	P21	C5	C21
DPPH	52,20	51,91	47,32 ^b	56,78 ^a	47,45 ^b	56,94 ^a	47,2 ^b	56,61 ^a
H-ORAC	416,37 ^b	467,80 ^a	363,56 ^b	520,61 ^a	283,33 ^c	549,4 ^a	443,79 ^b	491,82 ^{ab}
L-ORAC	222,08	232,12	225,50	228,70	207,27 ^b	236,89 ^{ab}	243,72 ^a	220,52 ^{ab}

Valores promedio; n=30 para cada sistema de terminación y n=15 para cada tratamiento, definido como la interacción entre el sistema de alimentación y el período de maduración. En cada fila los valores con letras diferentes indican diferencias significativas (P<0,05).

H-ORAC: ORAC hidrofílico; L-ORAC: ORAC lipofílico.

La carne de los animales terminados con concentrados presentó una mayor actividad antioxidante medida por el método H-ORAC. Sin embargo, los tratamientos C21 y P21 no presentaron diferencias, indicando que cuando la carne fue madurada por 21 días los sistemas de terminación (P o C) no afectaron dicha capacidad antioxidante. El análisis de ORAC en el extracto lipofílico no mostró diferencias cuando se compararon ambos sistemas de terminación, ni los dos períodos de maduración.

Los resultados indican que, así como otras investigaciones han demostrado una mayor estabilidad oxidativa de los lípidos bajo condiciones refrigeradas, los compuestos hidrofílicos serían los responsables de las diferencias en el estatus antioxidante de las muestras en ambos sistemas de alimentación.

Si bien la capacidad antioxidante potencial medida *in vitro* se correlacionaría según este estudio con la presencia de compuestos hidrofílicos, la carne es una matriz compleja y es difícil evaluar fehacientemente el efecto del sistema de terminación sobre el status antioxidante. Podemos concluir que se encontraron perfiles de compuestos bioactivos y capacidades antioxidantes diferentes en carnes producidas comercialmente en el país.

La estabilidad bioquímica de la carne y los potenciales beneficios en la salud humana dependen, entre otras cosas, de la dieta de terminación y el período de maduración de la misma. Las carnes de animales terminados en pasturas mostraron un mayor contenido de micronutrientes lipofílicos. Si bien la capacidad antioxidante potencial medida *in vitro* se correlaciona con la presencia de compuestos hidrofílicos, ciertas rutas metabólicas degradativas pueden dar lugar a metabolitos que luego pueden ser factores de riesgo de enfermedades crónicas y acentuar síntomas como los de la hiperuricemia. Sería relevante caracterizar también otros importantes compuestos hidrofílicos con efecto antioxidante, tales como los péptidos (carnosina y anserina), y cómo son impactados por la maduración de la carne, la composición de la dieta, edad o genética de los animales.

BIBLIOGRAFÍA

Bekhit, A.E.D.; D.L. Hopkins; F.T. Fahri; E.N. Ponnampalam. 2013. Oxidative processes in muscle systems and fresh meat: sources, markers, and remedies. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.* 12: 565-597.

Sääksjärvi, M., Holmlund, M., and Tanskanen, N. (2009). Consumer knowledge of functional foods. *The International Review of Retail, Distribution and Consumer Research* 19(2), 135-156.



Foto: Irvin Rodríguez

Figura 3 - Realización de análisis de carotenoides, tocoferoles y tocoles por cromatografía líquida de alta eficiencia (HPLC).