



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA
FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS

Trabajo de Tesis realizado como requisito para optar al título de
DOCTOR EN CIENCIAS VETERINARIAS

INCORPORACIÓN DE LINO EN LA DIETA DE BOVINOS Y SU EFECTO SOBRE
LA CALIDAD DE LA CARNE Y PERFORMANCE PRODUCTIVA

Autor: Méd. Vet. MUTTI, Federico Esteban.

Director: Dr. IRURUETA, Martín.

Codirector: Méd. Vet. BALDO, Andrés.

LUGAR DE TRABAJO: Departamento de Producción Animal. Facultad de Cs. Veterinarias.

Universidad Nacional de La Plata. Calle 60 y 118 s/n, (CP 1900) La Plata, Buenos Aires,

Argentina.

MIEMBROS DEL JURADO:

Dr. GHEZZI, Marcelo. (FCV – UNICEN)

Dr. NAVA, Stefano. (Universidad de Milán)

Dr. PALACIOS, Alejandro. (FCV – UNLP)

2018

A mi familia, especialmente a mis tres amores

Andrea, Bautista y Guadalupe...

“...fuimos puestos en este mundo de maravillas y belleza con habilidad especial para apreciar éstas, en algunos casos para divertirnos ayudando a su desarrollo, y también siendo capaces de ayudar a nuestros semejantes en vez de ganarles, y con todo ello gozar de la vida: es decir, SER FELICES...”

Baden Powell

AGRADECIMIENTOS

- A mis directores, el Dr. Martín Irurueta y el Méd. Vet. Andrés Baldo, por confiar en mí desde un principio y por su ayuda en el desarrollo y ejecución de este proyecto de tesis.
- A mis compañeros, amigos y colegas, integrantes del curso de Producción de Bovinos: Julieta, Marianela, Enrique, Martín, Nicolás, Lisandro, Alberto, Roberto, Adrián y Federico que estuvieron también desde un principio y que incluso trabajaron para poder llevar adelante este proyecto, armando corrales y hasta ayudando a dar de tomar agua a los animales del ensayo. Especialmente quiero agradecer y recordar a Emilio Muro.
- A Jorge Ferrario, por haberme enseñado desinteresadamente a trabajar con la ultrasonografía en calidad de carne.
- Al personal no docente del Establecimiento Santa Catalina de la UNLP, al Cholo, Mauro, Edu, Hernán, Poli, Pablo A. y Pablo Z., Sebastián, el Tata, Lucas y Loli, fundamentales en el día a día del ensayo.
- A los profesionales y técnicos del Instituto de Investigación de Tecnología de Alimentos del Centro de Investigación de Agroindustria de INTA, especialmente a Seba, Darío, Vilma, Adriana, Gabriela, Karina y Fernando, por su predisposición, colaboración, asistencia y aguante.
- A la gente del Frigorífico Gorina, especialmente a Héctor, Diego y a todo el equipo de profesionales del laboratorio de calidad, por abrirme las puertas y por su colaboración al momento de la faena.
- A mis amigos de la vida: Martín, Juan Pablo, Juan Pablo y sus familias, por su compañía, aguante, escucha y por su ayuda algún fin de semana para alimentar a los animales del ensayo.

- A Sole y a Nora, de la cátedra de Estadística de la Facultad de Cs. Agrarias de la UNLZ, por su gran ayuda en el análisis estadístico de los datos.
- A todos los que me hicieron el aguante, sobre todo en aquellos espacios de donde debí ausentarme en estos últimos meses, especialmente la gente de Grávida, del Ministerio de Música y de la cátedra de Producción Lechera de la Facultad de Cs. Agrarias de la UNLZ.

Publicaciones y presentaciones a Congresos

- Mutti, F. E., Bonamy, M., Grigioni, G., Pighín, D., Cunzolo, S. A. y Baldo, A. Estudio comparativo de la calidad de la carne de novillos Holando Argentino y novillos Angus. 37° Congreso AAPA – 2nd Joint Meeting ASAS-AAPA – XXXIX Congreso SOCHIPA. Universidad Católica Argentina, Buenos Aires, Argentina. Revista Argentina de Producción Animal, 2014; Vol. 34 (Supl. 1). p. 300
- Mutti, F. E., Grigioni, G., Pighín, D., Cunzolo, S. A. y Baldo, A. Relación entre distintos tipos genéticos y el perfil lipídico y las características físicas de la carne de novillos engordados a pasto. Ponencia Oral. VI JORNADAS DE JÓVENES INVESTIGADORES. Facultad de Cs. Veterinarias. UBA. 8, 9 y 10 de junio de 2016. Buenos Aires, Argentina. InVet, 2016; Vol. 18 N° 1, p. 162.
- Mutti, F. E., Bonamy, M., Soteras, T., Carduza, F. y Baldo, A. Efecto de la incorporación de lino en la dieta de terminación de bovinos sobre la calidad sensorial de carne. 40° Congreso Argentino de Producción Animal. Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina. Revista Argentina de Producción Animal, 2017; Vol 37 (Supl. 1): p. 308.
- Mutti, F. E., Pighín, D., Cunzolo, S. A., Moreno, K., Pazos, A., Grigioni, G. y Baldo, A. Caracterización de la calidad de carne y grasa de novillos Wagyu en sistemas base pastoril e intensivo En Producción de bovinos para carne (resultados 2013-2017). Programa Nacional de Producción Animal. INTA Ediciones. En Prensa.
- Mutti, F. E., Rovegno, M. S., Cunzolo, S. A., Pighin, D. y Baldo, A. Efecto de la incorporación de lino en la dieta de terminación de bovinos de distintos tipos genéticos sobre el contenido de grasa de la carne. 41° Congreso Argentino de Producción Animal, 2018. En Evaluación.

INDICE

Listado de abreviaturas	XI
Listado de figuras y tablas	XIII
RESUMEN	1
SUMMARY	2
CAPITULO 1	3
INTRODUCCIÓN	3
I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
A. La calidad de la carne	4
1. Parámetros de calidad	4
a. Calidad sensorial de la carne	6
(1) Color	6
(a) Efecto de la mioglobina sobre el color de la carne	7
(b) Efecto del pH sobre el color de la carne	8
(c) Efecto de los lípidos sobre el color de la carne	9
(d) El color de la grasa	9
(2) Terneza	10
(a) Características del músculo esquelético	10
(b) Tejido conectivo	12
(c) Efecto del marbling	13
(3) Jugosidad	14
(4) Flavor	17
b. Calidad nutricional de la carne	18
(1) Los ácidos grasos	19
(a) Recomendaciones nutricionales y su relación con la salud	22
(b) Ácido linoleico conjugado y su relación con la salud	26
(c) Origen de los ácidos grasos de la carne: Biohidrogenación	28
B. Efecto del tipo genético sobre la calidad	32
1. Efecto del tipo genético sobre la calidad sensorial.	33
a. Color	33
b. Terneza	34

c. <i>Jugosidad</i>	35
d. <i>Flavor</i>	36
2. Efecto del tipo genético sobre la calidad nutricional.	36
C. Efecto del sistema de producción sobre la calidad de la carne	37
1. Efecto del sistema sobre la calidad sensorial	38
a. <i>Color</i>	38
b. <i>Terneza</i>	39
c. <i>Jugosidad</i>	40
d. <i>Flavor</i>	41
2. Efecto del sistema sobre la calidad nutricional	42
II. OBJETIVOS	44
A. OBJETIVO PRINCIPAL	44
B. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	45
III. HIPOTESIS	45
CAPITULO 2	46
EFFECTO DEL TIPO GENÉTICO SOBRE LOS PARÁMETROS FÍSICOS Y NUTRICIONALES DE LA CARNE DE NOVILLOS TERMINADOS EN SISTEMAS PASTORILES	46
1. INTRODUCCIÓN	46
2. MATERIALES Y METODOS	48
a. Animales y alimentación	48
b. Determinación de lípidos totales y perfil de ácidos grasos	50
c. Análisis físicos	52
i. <i>Determinación del Veteado</i>	52
ii. <i>Determinación del pH</i>	53
iii. <i>Capacidad de retención de agua (CRA)</i>	53
iv. <i>Evaluación de la terneza de la carne</i>	53
v. <i>Obtención de las medidas del color de la carne y de la grasa</i>	54
vi. <i>Análisis del perfil de textura (TPA)</i>	55
d. Análisis estadístico	56
3. RESULTADOS	57
a. Edad, peso y grasa de cadera	57
b. Análisis de los componentes principales (PCA)	57
c. Determinación de los lípidos totales y el perfil de ácidos grasos	62

d. Análisis físicos.....	63
4. DISCUSION	65
a. Análisis de los componentes principales	66
b. Determinación de los lípidos totales y el perfil de ácidos grasos.....	67
c. Análisis físicos.....	70
5. CONCLUSIONES.....	73
CAPITULO 3	74
EFFECTO DE LA INCLUSIÓN DE LINO EN LA DIETA DE LA ETAPA DE TERMINACIÓN DURANTE EL ENGORDE A CORRAL SOBRE LOS PARÁMETROS FÍSICOS Y NUTRICIONALES DE LA CARNE Y LA PERFORMANCE PRODUCTIVA.....	74
1. INTRODUCCIÓN	74
2. MATERIALES Y METODOS.....	77
a. Animales y alimentación.....	77
b. Performance productiva de los animales	80
i. Obtención del peso vivo de los animales	81
ii. Ecografías de la carcasa	81
c. Determinación de los lípidos totales y del perfil de ácidos grasos.....	82
d. Análisis físicos	82
i. Medición del color de la carne y de la grasa	82
e. Análisis estadístico.....	83
3. RESULTADOS.....	84
a. Performance productiva de los animales	84
b. Análisis de los componentes principales (PCA).....	91
c. Determinación de los lípidos totales y el perfil de ácidos grasos.....	100
d. Análisis físicos.....	105
4. DISCUSIÓN	109
a. Performance productiva de los animales	109
b. Análisis de componentes principales (PCA).....	110
c. Determinación de los lípidos totales y del perfil de ácidos grasos.....	112
d. Análisis físicos.....	122
5. CONCLUSIONES.....	126
CAPITULO 4	128
EFFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE LINO EXTRUIDO A LA DIETA SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS SENSORIALES DE LA CARNE DE BOVINOS.....	128

1. INTRODUCCIÓN	128
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	131
<i>a. Análisis estadístico</i>	<i>132</i>
3. RESULTADOS.....	132
<i>a. Genotipo Aberdeen Angus</i>	<i>133</i>
<i>b. Genotipo Holando Argentino</i>	<i>134</i>
<i>c. Genotipo Murray Grey.....</i>	<i>135</i>
<i>d. Genotipo Wagyu x Angus</i>	<i>136</i>
<i>e. Genotipo Wagyu x Holando.....</i>	<i>136</i>
4. DISCUSION	138
5. CONCLUSIONES.....	140
CAPITULO 5	141
CONCLUSIONES GENERALES	141
BIBLIOGRAFIA.....	143

Listado de abreviaturas

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura

Fe²⁺: Hierro estado ferroso

Fe³⁺: Hierro estado férrico

ATP: Adenosin tri fosfato

CP: Creatín fosfato

CO₂: Dióxido de Carbono

Ca²⁺: Calcio

ADP: Adenosin di fosfato

RM: Rigor mortis

MSA: Estándares australianos de carne

CRA: Capacidad de Retención de Agua

AGMI: Ácidos grasos mono insaturados

AGPI: Ácidos grasos poli insaturados

Δ: Delta

ω3: Omega 3

ω6: Omega 6

ω9: Omega 9

ALA: Ácido alfa-linolénico

EPA: Ácido eicosapentaenoico

DHA: Ácido docosahexaenoico

CLA: Ácido linoleico conjugado

AGS: Ácido graso saturado

BH: Biohidrogenación

VA: Ácido vaccénico

ARNm: Ácido ribonucleico mensajero

USDA: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos

AG: Ácido graso

AA: Angus

HA: Holando Argentino

MG: Murray Grey

WxAA: Wagyu x Angus

WxHA: Wagyu x Holando Argentino

ITA CIA: Instituto de Investigación de Tecnología de Alimentos - Centro de Investigación de Agroindustria

INTA: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

TPA: Análisis del Perfil de Textura

PCA: Análisis de Componentes Principales

EE: Extracto etéreo

AGI: Ácido graso insaturado

MUFA: Ácidos grasos mono insaturados

PUFA: Ácidos grasos poli insaturados

DCA: Diseño Completamente Aleatorizado

WB: Warner Bratzler

WBSF: Fuerza de corte por Warner Bratzler

FDN: Fibra detergente neutro

AOB: Área Ojo de Bife

EGD: Espesor de Grasa Dorsal

P8: Espesor de Grasa de Cadera

% GI: Porcentaje de Grasa Intramuscular

Listado de figuras y tablas

Figura 1. Cambios de estado de la mioglobina y cambio de color de la carne (Adaptado de Mancini y Hunt, 2005).	8
Figura 2. Relación entre el pH final (pHu) de la carne, el color y la concentración de glucógeno muscular (Adaptado de Warriss, 1990).	9
Figura 3. Isómeros del ácido linoleico conjugado (CLA) más investigados.	27
Figura 4. Biohidrogenación ruminal de los principales AG (Adaptado de Relling, 2003).	29
Figura 5. Biplot del contenido de grasa total y AG de las distintos tipos genéticos en estudio.	58
Figura 6. Biplot de las variables físicas, el TPA y EE de las distintos tipos genéticos en estudio.	60
Figura 7. Sitios de escaneo para la realización de la ultrasonografía de la carcasa	82
Figura 8. Curvas de pesos (kg) en función del tiempo de encierre.	88
Figura 9. Curvas de engrasamiento en punta de cadera (mm) en función del tiempo de encierre.	90
Figura 10. Curvas de evolución del espesor de grasa dorsal (mm) en función del tiempo de encierre.	91
Figura 11. Biplot de contenido de la grasa total y de los AG de los distintos tipos genéticos en estudio correspondiente al tratamiento LINO.	92
Figura 12. Biplot de contenido de la grasa total y los AG de los distintos tipos genéticos en estudio correspondiente al tratamiento SOJA.	93
Figura 13. Biplot de las variables físicas, TPA y EE de los distintos tipos genéticos en estudio correspondiente al tratamiento LINO.	96
Figura 14. Biplot de las variables físicas, TPA y EE de los distintos tipos genéticos en estudio correspondiente al tratamiento SOJA.	97
Figura 15. Gráfico radial para los atributos sensoriales evaluados en novillos raza Angus	133
Figura 16. Gráfico radial para los atributos sensoriales evaluados en novillos raza Holando	134
Figura 17. Gráfico radial para los atributos sensoriales evaluados en novillos raza Murray Grey	135
Figura 18. Gráfico radial para los atributos sensoriales evaluados en novillos cruza Wagyu x Angus	136
Figura 19. Gráfico radial para los atributos sensoriales evaluados en novillos cruza Wagyu x Holando	137

Tabla 1. Valor de veteado para cada uno de los grados de la escala de marbling USDA.....	53
Tabla 2. Edad, peso y espesor de grasa de cadera a la faena a la faena de los novillos de distintos tipos genéticos.	57
Tabla 3. Correlaciones con las variables originales.	58
Tabla 4. Matriz de coeficientes de correlación	59
Tabla 5. Correlaciones con las variables originales.	60
Tabla 6. Matriz de coeficientes de correlación entre variables analizadas.	61
Tabla 7. Contenido de lípidos (porcentaje de peso seco) y composiciones de AG (porcentaje de AG totales) del total de lípidos.	62
Tabla 8. Efecto del tipo genético sobre los parámetros físicos de calidad de la carne.....	64
Tabla 9. Composición de las dietas de cada uno de los tratamientos % (base materia seca).....	78
Tabla 10. Perfil lipídico de las dietas de ambos tratamientos (porcentaje de ácidos grasos sobre total)	79
Tabla 11. Edad, peso y datos en la ecografía previa a la faena de los novillos de distinto tipo genético y dieta.....	85
Tabla 12. Evolución del peso (kg) de los novillos de los distintos tipos genéticos y dietas	86
Tabla 13. Evolución del EGD (mm) de los novillos de las distintos tipos genéticos y dietas.	87
Tabla 14. Evolución del espesor de la grasa de cadera (mm) de los novillos de las distintas razas y dietas.	89
Tabla 15. Correlaciones con las variables originales Tratamiento LINO.	92
Tabla 16. Correlaciones con las variables originales Tratamiento SOJA.	93
Tabla 17. Matriz de coeficientes de correlación tratamiento LINO.....	94
Tabla 18. Matriz de coeficientes de correlación tratamiento SOJA.....	95
Tabla 19. Correlaciones con las variables originales Tratamiento LINO.	96
Tabla 20. Correlaciones con las variables originales Tratamiento SOJA.	97
Tabla 21. Matriz de coeficientes de correlación tratamiento LINO.....	98
Tabla 22. Matriz de coeficientes de correlación tratamiento SOJA.....	99
Tabla 23. Efecto del tipo genético (R) y la dieta (D) sobre los lípidos totales (porcentaje de peso seco) y composición de ácidos grasos (porcentaje de AG totales) del total de lípidos.	101
Tabla 24. Efecto de la interacción Dieta x Tipo genético sobre los lípidos totales y la composición de AG (porcentaje de AG totales) del total de lípidos.	102
Tabla 25. Efecto de la dieta (D) y el tipo genético (R) sobre parámetros físicos de la calidad de la carne.....	106

Tabla 26. Efecto de la interacción Tipo genético x Dieta sobre parámetros físicos de calidad de la carne..... 106

Tabla 27. Efecto de la dieta (D) y el tipo genético (R) sobre el análisis del perfil de textura (TPA) . 107

Tabla 28. Efecto de la interacción Tipo genético x Dieta sobre el análisis del perfil de textura (TPA) 107

Tabla 29. Efecto de la dieta (D) y el tipo genético (R) sobre el color de la carne y de la grasa 108

Tabla 30. Efecto de la interacción Tipo genético x Dieta sobre el color de la carne y la grasa 108

Tabla 31. Calificación de los atributos sensoriales evaluados en novillos de raza Aberdeen Angus (A). 133

Tabla 32. Calificación de atributos sensoriales evaluados en novillos raza Holando (H). 134

Tabla 33. Calificación de atributos sensoriales evaluados en novillos raza Murray Grey (M)..... 135

Tabla 34. Calificación de atributos sensoriales evaluados en novillos cruza Wagyu x Angus (WxA). 136

Tabla 35. Calificación de atributos sensoriales evaluados en novillos cruza Wagyu x Holando (WxH). 137

INCORPORACIÓN DE LINO EN LA DIETA DE BOVINOS Y SU EFECTO SOBRE LA CALIDAD DE LA CARNE Y PERFORMANCE PRODUCTIVA

Palabras claves: novillos, ácidos grasos, calidad de la carne, lino

RESUMEN

La calidad de la carne se define en función de su composición, teniendo en cuenta los elementos nutritivos que cubren las distintas necesidades nutricionales, y de los factores de palatabilidad tales como aspecto, olor, firmeza, jugosidad, ternura y sabor. La probable implicancia de las grasas en los desórdenes cardiovasculares ha contribuido a la disminución de su consumo y las técnicas agrícolas modernas, han sido causa de esta pérdida de calidad nutricional siendo el sistema de producción uno de los principales factores que pueden modificar estos parámetros. Además, se ha observado que existe un efecto de la raza utilizada sobre algunos de los parámetros de calidad. Es posible modificar a través de la dieta la composición de los ácidos grasos de la grasa intramuscular, en un sentido favorable para la salud, utilizando por ejemplo fuentes lipídicas complementarias. El objetivo general de la tesis fue determinar el efecto de la inclusión de lino procesado en la dieta de terminación de novillos de diferente tipo genético, recriados con alimentación pastoril, y su efecto sobre la calidad de la carne y la performance productiva de los animales. Se alimentaron novillos de distintos tipos genéticos hasta su terminación exclusivamente con pasto o a corral con una dieta diferenciada por la inclusión de semillas de lino extruido comparada con una dieta típica de engorde a corral. Los resultados permitieron concluir que la inclusión de lino extruido mejoró la relación $\omega 6/\omega 3$, de interés sobre la salud humana. Se observó el efecto del tipo genético de las cruces Wagyu que evidenciaron mayor veteado y mayores niveles de AGMI, además tuvieron más extracto etéreo en engorde a corral. La inclusión de lino en la dieta no tuvo efectos indeseables sobre la performance productiva ni su calidad sensorial.

INCORPORATION OF FLAX IN THE CATTLE DIET AND ITS EFFECT ON THE MEAT QUALITY AND PRODUCTIVE PERFORMANCE

Keywords: steers, fatty acids, meat quality, flax

SUMMARY

Meat quality is defined according to its composition related to its nutrients, also by appearance, smell, firmness, juiciness, tenderness and taste. The probable fat implication in cardiovascular disorders has contributed to decrease meat consumption, and the modern agricultural techniques have been responsible of this loss nutritional quality, being the production system the main factor that may change those parameters. It also has been observed that there is an effect of breed on some quality parameters. It is possible to modify the intramuscular fatty acids composition through diet composition changes in a healthy way using for example complementary lipid sources. The main objective of this doctoral thesis was to determine the effect of including flaxseed in the finishing diet of different genotypes steers under grassing rearing system, evaluating their productive performance and their meat quality. Different genotype steers were fed exclusively with grass or reared in a corral with a finishing diet differenced by the inclusion of extruded flaxseeds up to their finishing time compared with a typical corral diet used. Results obtained allowed to conclude that the inclusion of extruded flaxseeds raised the relation $\omega 6/\omega 3$, which is extremely important in human health. The results also showed the effect of the genotype on Wagyu crossbreed produce more marbling and higher levels of MUFA, they also had more ether extract in the corral fattening system. The flax inclusion did not had undesirable effect on productive performance or even in their sensorial quality.

CAPITULO 1

INTRODUCCIÓN

La carne bovina está asociada a los hábitos alimenticios de los argentinos llegando a ser, en décadas pasadas, componente imprescindible de la alimentación diaria. Desde una comida rápida hasta ser excusa para un festejo familiar o una reunión de amigos, el consumo de carne ha resistido incluso el aumento de precios (TNS Gallup Argentina, 2005).

En el último año el consumo de carne vacuna por habitante se ubicó en 58,4 kg/año, mostrando en términos anuales una mejora de 5,6% (CICCRA, 2017).

En comparación con otras carnes, la carne vacuna resulta mejor posicionada en cuanto a que es fácil de preparar y se adecua al paladar familiar por su sabor agradable. Su aporte a la fuerza y a la salud de los individuos, a la provisión de proteínas y minerales, al sabor, a la variedad y posibilidad de ser combinada que las caracterizan, a la aceptación que gozan en el ámbito familiar ya que constituyen un hábito afincado en la tradición argentina (IPCVA, 2005).

El consumo está muy influenciado por cuestiones relacionadas con hábitos y costumbres y si bien esto determina en buena medida la estructura del consumo, existen otros factores que definen las conductas del consumidor argentino. Así, la practicidad, el sabor y la calidad son variables de peso en nuestro país, ocupando un lugar preponderante tanto entre las principales razones de consumo como en los motivos de compra de carne (Bifaretti, 2008).

La Argentina es un importante productor de carne vacuna por lo que resulta necesario plantear qué calidad de carne se produce y cómo se inserta en la demanda mundial y nacional.

I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

A. La calidad de la carne

Hablar de la calidad de un producto supone confusión, sobre todo considerando que es la preferencia del que consume dicho producto, la que le confiere determinada calidad. Podemos definir a la calidad como el conjunto de rasgos y características de un producto, proceso o servicio, que le otorgan su aptitud para satisfacer las necesidades explícitas o implícitas (ISO 5492:2008), pudiendo también definirla como el conjunto de características cuya importancia relativa le dan al producto mayor grado de aceptación y valor frente a quien lo consume, siendo todos los atributos por los que los consumidores están dispuestos a pagar (Guerrero y col., 2018).

Cuando hablamos de alimentos, existen una serie de parámetros (físicos, químicos y microbiológicos) que se transforman en atributos de calidad de acuerdo con la percepción y preferencia del usuario.

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, conocida mundialmente como FAO, la calidad de la carne se define generalmente en función de su calidad composicional (coeficiente magro-graso) y de factores de palatabilidad, tales como su aspecto, olor, firmeza, jugosidad, ternura y sabor.

1. Parámetros de calidad

Hablamos de parámetro como un dato o factor que se toma como necesario para analizar o valorar una situación. Cuando nos centramos en la calidad de un producto son esos parámetros o atributos los que dan variabilidad a dicho concepto.

Desde la perspectiva del consumidor, se puede considerar la calidad desde distintas miradas. Una primera mirada es la higiénico sanitaria. Los alimentos deben ser totalmente inocuos y no deben suponer un riesgo para la salud de quien los consume. Residuos de

pesticidas, hormonas y antibióticos, o agentes bacterianos y parasitarios son los principales responsables de las alteraciones de la calidad de la carne.

De acuerdo a la facilidad de su empleo por parte del consumidor, existe una calidad de servicio o de uso, relacionada con su aptitud culinaria, la facilidad de su preparación, conservación o consumo además de su vida útil y la información del etiquetado.

Existen algunos parámetros, difíciles de medir, que tienen que ver con la imagen preestablecida de determinado producto, por ejemplo lugar de origen, prohibiciones religiosas, cuestiones éticas relacionadas con el bienestar animal o el cuidado del medio ambiente y que hacen a la calidad subjetiva o imaginaria de la carne. Pueden ser definidos como un componente ético o emocional, siendo estos de importancia creciente para el consumidor y que influyen de manera decisiva en la compra (Prieto y col., 2008). Influyen factores culturales, sociales, éticos, ecológicos y geográficos. En los tiempos actuales es el veganismo un claro ejemplo de esta mirada para con la carne.

La presentación del producto, haciendo foco en los cortes, por ejemplo, puede variar la intención de compra en un momento dado, constituyendo de esta manera un punto de vista relacionado con la calidad de presentación. De la misma manera determinada aptitud de la carne para su transformación y conservación otorgan una determinada calidad tecnológica.

Un consumidor espera que el alimento ingerido tenga determinadas cualidades sensoriales que son de apreciaciones en relación con el placer que causan. Aquellos parámetros que percibimos con los sentidos influyen en nuestra satisfacción personal y por ende en la decisión de comprar (Prieto y col., 2008). Estas cualidades, percibidas por los sentidos, constituyen las características sensoriales e incluyen color, sabor, textura y aroma, agregando en el listado en el tema de la carne, a la ternura y jugosidad.

Por último, aquellos elementos nutritivos (agua, carbohidratos, proteínas, minerales y vitaminas) que cubren las distintas necesidades del organismo otorgan a la calidad una mirada nutricional. En relación a este último punto, y sobre todo en los últimos años, existen algunas formas de ver a la carne que tienen que ver con la salud, teniendo en cuenta que elementos presentes en los alimentos y puntualmente en la carne, contienen propiedades médicas o beneficiosas fisiológicamente y que son diferentes de aquellas puramente nutritivas.

a. Calidad sensorial de la carne

La calidad sensorial de un alimento es el conjunto de sensaciones experimentadas por una persona cuando lo ingiere, las cuales se relacionan con características del producto como su color, sabor, aroma y textura (Carduza y col., 2002). Estas y otras características son percibidas por los sentidos y son atributos que influyen en la decisión del consumidor en el momento de elegir.

(1) Color

De todos los atributos percibidos por los sentidos, es el color de la carne el que más ejerce influencia sobre las decisiones de compra, ya que el consumidor lo toma como indicador de frescura y salubridad al momento de elegir (Mancini y Hunt, 2005). El color rojo cereza brillante es utilizado generalmente como indicador de calidad en la carne fresca y este es el resultado de la distribución espectral de la luz que la ilumina, y de la intensidad de la luz reflejada por su superficie.

El color de la carne depende de la concentración de mioglobina (Mb), su estado de oxidación y de la estructura superficial del músculo, lo cual está directamente relacionado con el pH y con el marmoleo (Beriaín y col., 2009), como así también la estabilidad de los lípidos presentes en la carne y su oxidación.

(a) Efecto de la mioglobina sobre el color de la carne

La molécula responsable del color de la carne es la mioglobina, una proteína conjugada de 16.700 Dalton de masa molecular, cuyo grupo prostético es el hemo y que presenta unido una cadena polipeptídica llamada globina.

Es la encargada del transporte y reserva de oxígeno en el músculo y su capacidad de unirlo para poder transportarlo es dada por la presencia del grupo hemo. El hemo contiene un átomo de hierro en estado ferroso (Fe^{2+}) en el centro del anillo tetrapirrólico. Este Fe^{2+} puede aceptar seis electrones en su órbita externa y así formar seis enlaces coordinados, uno de los cuales está disponible para unirse con oxígeno u otros ligandos pequeños, como el monóxido de carbono. Solo cuando el Fe^{2+} del hemo está en estado ferroso puede cumplir su función de transportar oxígeno. Si por el contrario el hierro se oxida a férrico (Fe^{3+}) es incapaz de transportar oxígeno, tomando el nombre de metamioglobina.

El color de la carne refleja la cantidad de mioglobina presente en el músculo y las reacciones de oxidación y reducción que en ella ocurren (Figura 1). Luego de la muerte y debido a la propia actividad reductora del músculo, la mioglobina presente tiene el hierro en estado ferroso, otorgándole a la carne un color rojo púrpura. Al contactar con el oxígeno, la mioglobina forma oximioglobina que da a la carne el color rojo cereza brillante, color deseado por el consumidor, y manteniendo el hierro en estado ferroso.

El almacenamiento prolongado en presencia de aire induce la oxidación de la mioglobina y el hierro pasa a estado férrico. La oxidación del átomo de hierro dentro del grupo hemo es responsable de la decoloración, generando un cambio de oximioglobina (rojo cereza brillante) a metamioglobina (rojo amarronado) (Faustman y col., 2010).

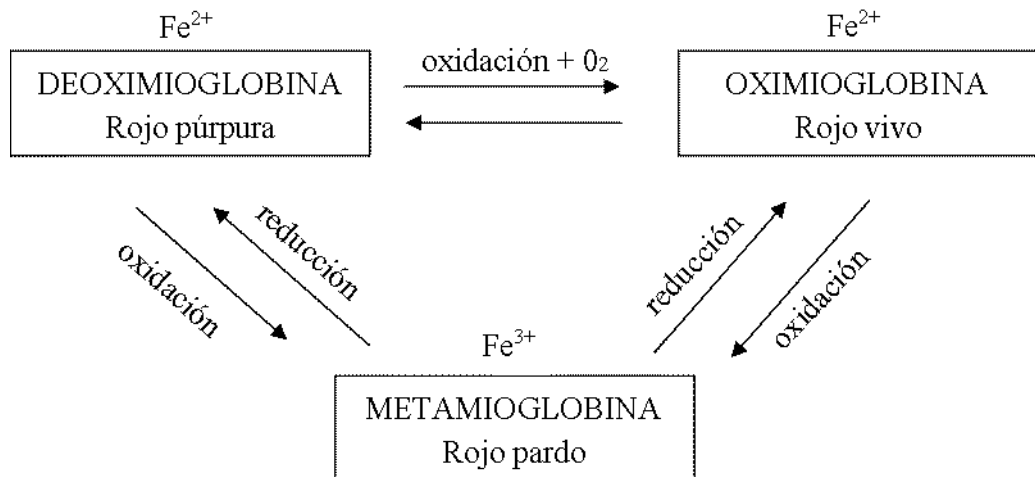


Figura 1. Cambios de estado de la mioglobina y cambio de color de la carne (Adaptado de Mancini y Hunt, 2005).

(b) Efecto del pH sobre el color de la carne

El descenso de pH al que llega el músculo luego de la muerte es determinado por los niveles de glucógeno almacenado en él. Si el nivel de glucógeno es el adecuado (aproximadamente 40-50 mmol de glucosa / kg de músculo), el pH final del músculo alcanza 5,5 luego de 48 horas. En este punto, las células musculares pierden la capacidad de usar oxígeno permitiendo de esta manera que la mioglobina permanezca en la forma oxigenada y así darle a la carne un color rojo brillante (Gardner y col., 2014).

Los niveles de glucógeno muscular son en gran medida reflejo de la ingesta de energía metabolizable que genera el aumento de las tasas de su síntesis. Si bien este es el factor clave, también se ha demostrado que factores genéticos y relacionados con la edad influyen. La cantidad de glucógeno disponible luego de la muerte se relaciona con la utilizada durante la fase previa al sacrificio, relacionándose esto con el estrés y la liberación de adrenalina (Gardner y col., 2014).

Los niveles más elevados de pH son consecuencia de bajos niveles de glucógeno muscular (Della Rosa y col., 2017), lo que puede disminuir la velocidad del descenso del pH,

o no alcanzar para que el pH final sea suficientemente bajo. La carne con un alto pH (5,8-6,0) es clasificada como carne oscura (Figura 2).

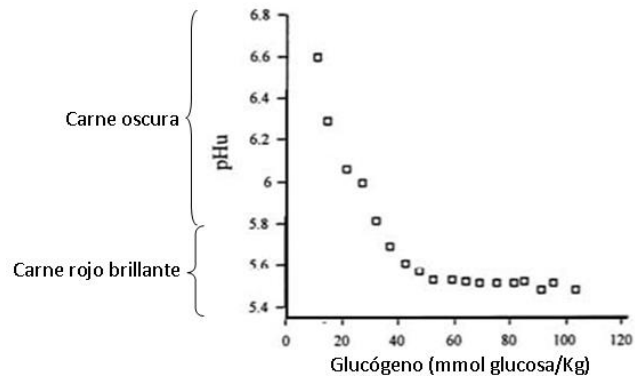


Figura 2. Relación entre el pH final (pHu) de la carne, el color y la concentración de glucógeno muscular (Adaptado de Warriss, 1990).

(c) Efecto de los lípidos sobre el color de la carne

Varios estudios han informado que el proceso de oxidación de lípidos contenidos en la carne incrementa la decoloración (Faustman y col., 2010).

Los mecanismos por los cuales la oxidación de los lípidos podría incrementar la oxidación de la mioglobina se explican principalmente en la reactividad de los productos primarios y secundarios derivados de los ácidos grasos insaturados. La suplementación del ganado con dietas enriquecidas en ácidos grasos poliinsaturados hace que la carne obtenida posteriormente de estos animales sea más susceptible a la oxidación de los lípidos y a la decoloración (Nute y col., 2007).

(d) El color de la grasa

No solo el color de la carne es tomado en cuenta por el consumidor a la hora de hacer notar su preferencia. Los depósitos grasos también presentan variaciones de color, debido fundamentalmente a la dieta, haciendo variar el color de la grasa del blanco a las tonalidades amarillentas cuando es el forraje el principal componente de la dieta.

Los pastos frescos y conservados y otros forrajes verdes contienen compuestos químicos llamados carotenoides, responsables de producir un color amarillo en la grasa cuando tales forrajes se comen regularmente (Dunne y col., 2009).

French y col. (2000) informaron que las tonalidades amarillentas de la grasa subcutánea se relacionan inversa y linealmente con la cantidad de concentrado, atribuyéndose esto a una menor cantidad de beta caroteno en los concentrados que en los pastos, lo que resulta en una menor acumulación de caroteno en la grasa (Mancini y Hunt, 2005).

(2) Terneza

La terneza es el atributo que influye en la aceptación del producto por parte del consumidor luego de ser consumido, es decir, sobre la decisión de seguir comprándolo (Carduza y col., 2006).

Se refiere a la facilidad de corte durante la masticación y en ella participan factores como el contenido y densidad de fibras en el músculo, cantidad, tipo y disposición del tejido conectivo, condiciones de faena, estrés y hasta la forma de preparación del producto antes de ser consumido (Carduza y col., 2006).

(a) Características del músculo esquelético

Las fibras musculares son células multinucleadas altamente especializadas que transforman energía química en mecánica. Se ubican en forma de haces dispuestas paralelamente y organizados gracias a la presencia de tejido conectivo que las separan y envuelven. Esta organización y lo que ocurra en los diferentes procesos post mortem con ella, tienen mucho que ver con la terneza (Soria y Corva, 2004).

Cada fibra se compone de estructuras fibrilares dispuestas longitudinalmente llamadas miofibrillas. Estas presentan estriaciones transversales constituidas resultado del orden

alternado de dos tipos de miofilamentos: miofilamentos gruesos compuestos por miosina, y miofilamentos delgados compuestos por actina (Cunningham, 2009).

La unidad estructural y funcional del músculo es el sarcómero, que se acorta durante el proceso de contracción y ante la presencia del ion Ca^{2+} y ATP, ya que los filamentos de actina se deslizan en sobre los filamentos de miosina (Cunningham, 2009).

La capacidad de contracción en un animal vivo es posible gracias al metabolismo de los diferentes nutrientes y que son fuente de energía transformada en trabajo. Los hidratos de carbono son la fuente más importante de energía, siendo el glucógeno la forma en que es almacenada. Su degradación se produce por mecanismos aeróbicos pero también anaeróbicos, siendo este un mecanismo que no llega a completarse y que conduce a la producción de ácido láctico.

En el animal vivo, las rutas metabólicas aeróbicas y anaeróbicas se desarrollan de forma simultánea y encadenada. Sin embargo, cuando se produce la muerte y frente al cese del aporte sanguíneo de oxígeno, únicamente son posibles los procesos anaeróbicos.

Durante la contracción, la actividad de la ATPasa de la miosina proporciona energía para que la miosina unida a la actina gire y finalmente tire de los filamentos delgados hacia el centro del sarcómero acortando la miofibrilla para producir la contracción. La miosina y la actina pueden disociarse cuando una nueva molécula de ATP se une a la cabeza de la miosina (Lonergan y col. 2010).

Se observa entonces que el ATP desempeña un papel crucial ya que, por un lado, su hidrólisis proporciona la energía para el movimiento y por otro lado, produce la ruptura de la unión actina miosina.

En el músculo post mórtem el suministro de ATP se agota, lo que hace que los enlaces de actina y miosina se vuelvan esencialmente permanentes, siendo la génesis del *rigor mortis* (RM), rigidez que se desarrolla luego de la muerte (Lonergan y col., 2010).

La síntesis tiene lugar por vía anaeróbica debido a la pérdida del suministro de oxígeno por vía sanguínea, resultando en la acumulación de ácido láctico que no puede ser transformado y que produce un descenso del pH en el músculo alcanzando valores entre 5,4 y 5,8 (Warriss, 2003; Lonergan y col., 2010), en un tiempo que va desde las 15 a las 36 hs postmortem.

Dos procesos opuestos son los que definen el valor final de la terneza, resultando incluso del balance entre estos: por un lado la reducción de la terneza durante el RM y por otro la tiernización que ocurre durante la maduración, proceso que ocurre a partir de las 24 horas y que consiste en la degradación de las proteínas miofibrilares.

Esta pérdida en la integridad del tejido es llevada a cabo por distintos sistemas enzimáticos proteolíticos, como las enzimas activadas por el nivel intracelular de Ca^{+2} .

Las calpaínas son activadas por iones Ca^{2+} y tienen su máxima actividad en condiciones de pH neutro. Consiste en al menos tres proteasas, y un inhibidor, la calpastatina (Koochmarai y Geesink, 2006). A mayor actividad de la calpastatina, menor es la proteólisis producida en el músculo.

La actividad de las calpaínas es promovida por altos niveles de Ca^{2+} , altos niveles de pH y T° y por la reducida actividad de las calpastatinas.

(b) Tejido conectivo

Las fibras musculares se encuentran rodeadas de una fina membrana conjuntiva denominada endomisio, mientras que la lámina de tejido conjuntivo que envuelve un grupo de

fibras musculares se denomina perimisio. La fuerte lámina conjuntiva que rodea a cada músculo es denominada epimisio (Lawrie y Ledward. 2006)

Las células de este tejido se encuentran incluidas en una matriz extracelular que contiene proteínas fibrosas que se clasifican en estructurales y de adhesión. Estas proteínas estructurales forman fibras de colágeno y fibras elásticas del tejido conectivo (Soria y Corva, 2004).

El colágeno, componente principal de este tejido, puede ser de diferentes tipos y si bien su cantidad es importante, lo es aún más su estructura bioquímica. Décadas atrás se informó que la solubilidad del colágeno es la responsable de la dureza que le confiere a la carne (Cross y col., 1973) y que depende de la cantidad de enlaces y de su estabilidad. Riley y col., (2005) realizando estudios sobre la calidad de la carne de animales de la raza Brahman, determinaron que el aumento del colágeno insoluble se ve reflejado en el aumento de la dureza. Si bien la raza es un factor importante, la solubilidad del colágeno se ve también afectada por la edad (Purslow, 2014) siendo mayor en animales de menor edad.

Durante el almacenamiento, el tejido conectivo presenta estabilidad, no ocurriendo cambios en el contenido ni en la solubilidad del mismo en los primeros 14 días (Riley y col., 2005).

(c) Efecto del marbling

El grado de engrasamiento intramuscular o marbling que presenta la carne puede influir en la modificación de la percepción de la ternera. Si bien es un tema que aún genera controversia, distintos investigadores han realizado trabajos diversos en busca de un vínculo claro.

Huerta Leidenz (2002) lo considera un atributo determinante de la jugosidad de la carne y por tanto también, lo relaciona con la ternera. Geay y col. (2001) encontraron que a medida

que aumenta la cantidad de grasa intramuscular la dureza disminuye, jugando un rol clave sobre la terneza cuando el nivel de engrasamiento alcanza valores superiores al 6%.

Emerson y col. (2013) también encontraron esta relación del aumento de la terneza conforme aumentó el veteado, es decir, la cantidad de grasa intramuscular.

La terneza puede ser evaluada por métodos sensoriales como los paneles de evaluadores entrenados o bien en forma instrumental, utilizando el método de Warner–Bratzler shear force (Bratzler, 1932) que determina la resistencia al corte. Estudios más recientes encontraron en animales de la misma edad una correlación lineal entre el marbling y la fuerza de corte por cizalla Warner Bratzler (Warner Bratzler Shear Force WBSF), la WBSF disminuyó linealmente al aumentar la cantidad de grasa intramuscular (Luo y col., 2018).

(3) Jugosidad

Relacionada con la mayor o menor sequedad de la carne durante la masticación, la jugosidad juega un importante papel en la impresión general de la palatabilidad que adquieren los consumidores (Huerta Leidenz, 2002).

Los jugos de la carne contienen muchos de los componentes del sabor y ayudan al ablandamiento y a la fragmentación de la carne al ser masticada (Huerta Leidenz, 2002).

Este atributo está muy asociado con la capacidad de retención de agua (CRA), parámetro de calidad que posee asociación con la percepción de jugosidad y la pérdida de peso de la pieza cárnica durante procedimientos como la maduración, la cocción y otro tipo de procesamiento tecnológico (Leal-Gutiérrez y col., 2015).

El músculo está constituido por agua, proteínas, carbohidratos, minerales y vitaminas, siendo el agua el principal componente llegando en tejidos magros a valores cercanos al 75% de su peso, estando casi el 80-85% localizada dentro de la matriz proteica muscular (Huff-

Lonergan y Lonergan, 2005 y Tornberg, 2005). La proteína es el segundo componente, con cerca del 22% del peso total (Te Pas y col., 2004).

Existen dos tipos de interacciones en la matriz proteica y acuosa en el músculo-carne (Kołczak y col., 2007), la primera de tipo proteína-agua “agua ligada” que representa entre 7 a 8% del total del agua dada por regiones de las proteínas con una capacidad potencial de producir interacciones débiles con las moléculas de agua y la segunda de tipo agua-agua generada por la atracción electrostática entre el átomo de oxígeno de una molécula de agua, con los átomos de hidrógeno de otras dos moléculas, lo que genera una gran cohesión interna en el líquido (Nelson y Cox, 2005), con dos tipos de asociación, la primera llamada “agua inmovilizada” (74 a 75%) y la segunda “agua libre” (16,6 a 17,6%). Otro tipo de asociación está dada por la distancia entre los filamentos de actina-miosina, la cual se asemeja a un capilar y llamada por Huff-Lonergan y Lonergan (2005) como la fuerza de capilaridad que mantiene un número determinado de moléculas de agua.

Luego de la muerte, al detenerse la circulación sanguínea, los cambios bioquímicos y físicos que se producen en el músculo pueden afectar la CRA y por consiguiente la calidad de la carne.

La producción y acumulación de ácido láctico, conlleva a una disminución del pH y al incremento en la fuerza iónica. El descenso del pH hace que muchas proteínas de la carne alcancen su punto isoeléctrico, modificando la configuración de los aminoácidos que la forman y tendiendo a retener cantidades mínimas de agua (Mariño y col., 2005).

Los cambios físicos que ocurren debido a la desnaturalización de las proteínas también generan un cambio en la CRA. Farouk y col. (2012) hablan del “efecto esponja” determinado por una progresiva desintegración de la estructura celular y la disrupción de proteínas estructurales, sumado a un incremento en la viscosidad del fluido celular dado por la

gelificación y agregación proteica. El proceso de proteólisis y su asociación con un incremento en la CRA, está dada por permitir el hinchamiento de las miofibrillas, haciendo que la estructura de la carne retenga más agua (Huff-Lonergan y Lonergan, 2005).

Contrariamente con esto, la proteólisis de la integrina puede afectar negativamente la CRA, ya que ha sido sugerida como responsable del incremento en la formación de los canales de goteo (Straadt y col., 2008; Lawson, 2004).

La cocción tiene un efecto importante sobre las proteínas de la célula muscular y del tejido conectivo (Bouhrara y col., 2011) desintegrando su estructura y modificando la organización del agua. Todos los cambios ocurridos durante la cocción, como la contracción de tipo transversal de la fibra muscular (Bouhrara y col., 2011), la reducción en el diámetro de la fibra muscular (Li y col., 2010), el incremento en el espacio entre miofibras (Astruc y col., 2010) y la disminución en el diámetro del sarcómero (Christensen y col., 2011) conducen a incrementar la movilización o salida de agua celular, facilitada por la desnaturalización térmica de las proteínas que ocasiona la deformación del corte.

El incremento en la pérdida de agua en la carne al ser sometida a cocción fácilmente afecta la calidad sensorial (menor jugosidad) y la satisfacción del consumidor, al reducirse extremadamente el tamaño del corte (Aaslyng y col., 2003).

Según Winger y Hagyard, hay dos componentes de jugosidad. El primero corresponde a la sensación de agua liberada durante los primeros bocados y el segundo, que es más sostenido, se debe a la influencia de los lípidos sobre la secreción salival.

La grasa juega un papel crítico en la definición de las propiedades sensoriales de la carne. Además de suavizar los alimentos, la grasa facilita la masticación, favorece la lubricación de las partículas de alimento, aumenta la viscosidad de la saliva y actúa como aglutinante ayudando a la formación de un bolo sólido para ser deglutido (Drewnowski y Almiron-Roig,

2010; Devezeaux de Lavergne y col., 2015; Foster y col., 2011; Frank y col., 2015; Salles y col., 2011). Galindo y col. (2012), Tucker y col. (2014) y Voigt y col. (2014) encontraron pruebas de la existencia de un mecanismo receptor de ácidos grasos de cadena larga y las preferencias por la grasa se han relacionado con variaciones en el flujo de saliva y composición (Méjean y col., 2015; Mennella y col., 2014; Running y col., 2013). La grasa también puede aumentar la producción de saliva parasimpática, tal vez por la influencia de los ácidos grasos libres, aumentando la jugosidad percibida (Hodson y Linden, 2004).

La jugosidad no solo depende de las características de la carne, sino también de factores fisiológicos estrechamente relacionados con el consumidor, siendo por esta razón, su evaluación muy subjetiva y compleja. La estructura y la capacidad de unión del agua de la carne influyen en la jugosidad. Este atributo sensorial varía con el tipo de músculo y el contenido lipídico intramuscular y esto guarda relación con la edad y la categoría, viéndose también modificado por el manejo nutricional.

(4) Flavor

El flavor está directamente relacionado con los sentidos del gusto y el olfato y es de gran importancia en la evaluación sensorial de los alimentos (Picallo, 2009). Engloba el olor del alimento, ligado a la percepción de los compuestos volátiles por vía nasal directa y el sabor, que tiene su origen en algunas sustancias solubles. El gusto se detecta en la cavidad oral, específicamente en la lengua, donde se perciben los cinco gustos básicos (Dulce, Salado, Ácido, Amargo y Umami) por parte de las papilas gustativas.

El flavor consiste en la percepción de las sustancias olorosas o aromáticas de un alimento después de haberse puesto éste en la boca. Dichas sustancias se disuelven en la mucosa del paladar y la faringe, y llegan a los centros sensores del olfato. Cuando los alimentos están en la boca, los componentes volátiles percibidos por la nariz, por vía retronasal, determinan el

aroma. Las sustancias químicas disueltas en líquido acuoso (saliva) y parcialmente digeridas por enzimas orales tales como la amilasa, lipasa y proteasa se unen a los receptores papilares produciendo una señal que se transmite al cerebro. Por otro lado, la detección por medio del sentido del olfato de sustancias volátiles junto con la información procedente de las papilas gustativas se integra en una señal que se dirige al cerebro y produce la sensación placentera o no de los alimentos que se ingieren (Kerth y Miller, 2015).

La carne cruda presenta poco olor y sabor y solo cuando es cocida o calentada ambos atributos se desarrollan y adquieren relevancia. Durante la cocción, se produce una serie compleja de reacciones inducidas térmicamente entre los componentes no volátiles de los tejidos, dando como resultado una gran cantidad de productos de reacción. Los compuestos volátiles formados en estas reacciones son en gran parte responsables de los sabores característicos de la carne cocida (Elmore y Mottram, 2009).

El sabor se desarrolla como resultado de dos reacciones principales. La reacción de Maillard, entre aminoácidos y azúcares reductores, responsable del típico sabor cárnico y del carácter salado, asado y hervido y la degradación de los lípidos, que proporciona compuestos que dan aromas grasos a la carne cocida, y también compuestos que son responsables de algunas de las diferencias de aroma entre las carnes de diferentes especies (Elmore y Mottram, 2009).

b. Calidad nutricional de la carne

La carne bovina representa una fuente importante de lípidos, vitaminas, minerales y proteínas de alta calidad. Tiene un papel importante desde el punto de vista nutricional en la alimentación; su contenido en nutrientes hace que su consumo, realizado con moderación y variedad como ocurre con cualquier otro alimento, sea beneficioso. Sin embargo, la probable implicancia de las grasas animales en los desórdenes cardiovasculares ha contribuido a la

disminución del consumo de carne bovina en las últimas décadas. Además, algunos consumidores han creado una percepción negativa ante el consumo de carne vacuna (Vázquez y col., 2007).

(1) Los ácidos grasos

Los lípidos son un grupo de compuestos heterogéneos, que incluye grasas, aceites, esteroides, ceras y compuestos relacionados más por sus propiedades físicas que por sus propiedades químicas. Son importantes constituyentes de la dieta no sólo debido a su alto valor energético, sino también debido a las vitaminas liposolubles y a los ácidos grasos esenciales que deben obtenerse por medio de la dieta ya que no pueden ser sintetizados por el hombre y son necesarios para ciertas funciones del organismo (Murray y col., 2014).

La grasa se almacena en el tejido adiposo, donde también sirve como un aislante térmico de los tejidos subcutáneos y alrededor de ciertos órganos. Está constituida por ésteres de ácidos grasos con glicerol. Los ácidos grasos que se hallan en grasas naturales por lo general contienen un número par de átomos de carbono (de 4 a 26). La cadena puede ser saturada, que no contiene dobles enlaces, o insaturada, que contiene uno o más dobles enlaces. Cuando existe más de uno, generalmente no son conjugados ($-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}-$), sino separados por un puente metileno ($-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-$).

La nomenclatura sistemática de uso más frecuente denomina al ácido graso con base en el hidrocarburo con el mismo nombre y ordenamiento de átomos de carbono; la o final se sustituye por oico. De este modo, los ácidos saturados terminan en anoico, por ejemplo, ácido octanoico, y los ácidos grasos insaturados con dobles enlaces terminan en enoico, por ejemplo, ácido octadecenoico (ácido oleico).

Los átomos de carbono se numeran desde el carbono carboxilo (carbono 1). También se utilizan letras griegas; se llama α el carbono adyacente al carboxilo (C2) y β , γ , etc. los subsiguientes. Se designa omega ω al último carbono, cualquiera sea su número de orden.

Para representar cada ácido graso se utiliza la siguiente notación: número de carbonos, seguido de dos puntos y otro número que indica la cantidad de dobles enlaces existentes en la cadena carbonada. Por ejemplo el ácido esteárico es 18:0 y el linolénico es 18:3.

Los ácidos grasos insaturados, pueden ser moniinsaturados (AGMI) cuando poseen un solo doble enlace, o poliinsaturados (AGPI) cuando poseen más de uno. Es en esta circunstancia donde además del número de dobles ligaduras, debe indicarse su posición. Para esto se coloca, luego de lo anterior, entre paréntesis, el o los números de los carbonos en los cuales comienza la doble ligadura. Por ejemplo ácido oleico es 18:1(9) (el doble enlace se encuentra entre el carbono 9 y 10); ácido araquidónico es 20:4(5, 8, 11,14).

También se utiliza el símbolo Δ (delta mayúscula) seguido del número de los carbonos en los cuales se inicia un doble enlace. Así, ácido linolénico se indica 18:3 Δ 9, 12, 15.

Existe otra notación para indicar la posición de dobles enlaces, contando a partir del carbono ω . En este caso el ácido oleico será 18:1 ω 9; el linoleico, 18:2 ω 6; el linolénico, 18:3 ω 3. Como las dobles ligaduras están separadas por puentes metileno, conociendo el número de ellas y la posición de la más próxima al C ω , se puede deducir la ubicación de las otras.

De acuerdo a la posición del primer doble enlace de la cadena, existen tres familias de ácidos grasos poliinsaturados: ω 3, ω 6 y ω 9.

Existen tres tipos principales de ácidos grasos ω 3 que se ingieren a través de los alimentos y que el organismo utiliza: el ácido alfa-linolénico (ALA) y los ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga, el ácido eicosapentaenoico (EPA) y el ácido

docosahexaenoico (DHA). Una vez ingeridos, el cuerpo convierte los ALA en EPA y DHA, los dos tipos de ácidos grasos $\omega 3$ más fácilmente asimilables por el organismo.

La mayoría de los ácido grasos $\omega 6$ se consumen en la dieta a partir de aceites vegetales como el ácido linoleico. El organismo convierte el ácido linoleico en los AGPI de cadena larga: gamma-linolénico y ácido araquidónico (AA). El AA también se puede consumir directamente de la carne.

Entre las propiedades físicas de los ácidos grasos, existe una que reviste de gran importancia particularmente en los ácidos grasos insaturados. La existencia de doble enlace crea la posibilidad de isomería geométrica, es decir, de ácidos grasos que presentan igual fórmula molecular pero diferente fórmula estructural y por tanto, diferentes propiedades. La diferencia radica en la posición que adquieren los átomos o grupos alrededor de los ejes de dobles enlaces, que impide la rotación. Si las cadenas acilo están en el mismo lado del enlace, es cis-, como en el ácido oleico; si están en lados opuestos, es trans-, como en el ácido elaídico, el isómero trans del ácido oleico.

Casi todos los dobles enlaces en ácidos grasos de cadena larga insaturados presentes de manera natural están en la configuración cis; las moléculas están “dobladas” 120 grados en el doble enlace. De este modo, el ácido oleico tiene una forma de L, mientras que el ácido elaídico permanece “recto”.

El incremento del número de dobles enlaces cis en un ácido graso da pie a diversas posibles configuraciones espaciales de la molécula; por ejemplo, el ácido araquidónico, con cuatro dobles enlaces cis, está doblado en forma de U. Esto tiene profunda importancia para la organización molecular en membranas celulares y sobre las posiciones ocupadas por ácidos grasos en moléculas más complejas, como los fosfolípidos.

Los ácidos grasos trans están presentes en ciertos alimentos, y surgen como un subproducto de la saturación de ácidos grasos durante hidrogenación, o “solidificación” de aceites naturales pero también, una pequeña contribución adicional proviene de la ingestión de grasa de rumiante que contiene ácidos grasos trans, sintetizados a partir de la acción de microorganismos en el rumen.

(a) Recomendaciones nutricionales y su relación con la salud

La importancia nutricional del consumo de lípidos se debe a las diferentes funciones que cumplen en el organismo.

Son la fuente celular más concentrada de energía, aportando 9 kilocalorías (Kcal) por gramo. Aportan ácido linoleico, que además de ser esencial, es precursor de la síntesis de ácido araquidónico, cuya ausencia produce descamación y sequedad cutánea. Forman parte de los fosfolípidos, constituyentes de las membranas celulares. Regulan y participan del metabolismo del colesterol. Colaboran con el mantenimiento de la temperatura corporal, ya que la grasa subcutánea evita la pérdida de calor interno. Demoran la sensación de hambre porque reducen la velocidad de paso del quimo al duodeno dando saciedad. Son además activadores de enzimas y precursores de hormonas.

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y la Organización Mundial de la Salud (OMS), en tanto que organismos técnicos de las Naciones Unidas, se encargan de aportar orientaciones basadas en la evidencia científica en materia de alimentación y nutrición a los gobiernos nacionales y a la comunidad internacional.

En el año 2008 se realizó una consulta mixta de expertos sobre sobre grasas y aceites en la nutrición humana.

Durante los últimos años, los cambios en las dietas y los estilos de vida derivados de la industrialización, la urbanización, el desarrollo económico y la globalización del mercado han aumentado rápidamente, especialmente en los países en vías de desarrollo, donde se están produciendo grandes cambios socioeconómicos. Si bien se ha observado una mejora general del estándar de vida, ésta ha venido acompañada de hábitos alimentarios no saludables y de un nivel de actividad física insuficiente para mantener un equilibrio de energía óptimo y un peso saludable.

El resultado ha sido el aumento de la prevalencia de enfermedades crónicas relacionadas con la dieta en todos los grupos socioeconómicos, las cuales constituyen actualmente la principal causa de mortalidad y discapacidad a nivel mundial (FAO, 2010).

Los expertos consultados por la FAO que elaboraron el documento sobre grasas y ácidos grasos en nutrición humana han manifestado el importante desarrollo que han tenido en los últimos años el conocimiento de la función de ciertos ácidos grasos en la salud y el bienestar nutricional y de cómo ejercen sus efectos.

Las grasas son energéticamente densas, pero sus consecuencias sobre la salud van más allá de su papel exclusivo como fuentes de energía. Hoy sabemos cómo las grasas y los ácidos grasos se metabolizan y utilizan por el cuerpo humano, cómo alteran la función de la membrana celular, cómo controlan la transcripción y expresión de los genes y cómo interactúan entre ellos (FAO, 2010).

Son nutrientes que afectan con el tiempo al crecimiento, el desarrollo inicial sobre todo antes de los dos años de vida, y las enfermedades crónicas nutricionales.

Por ejemplo, los ácidos grasos $\omega 3$ y $\omega 6$ son nutrientes esenciales, que no pueden ser sintetizados por el organismo y que deben ser incorporados con la dieta, y también, como parte del aporte dietético de grasa, afectan a la prevalencia y gravedad de las enfermedades

cardiovasculares, la diabetes, el cáncer y la disminución funcional vinculada a la edad (FAO, 2010).

Esto hace que la definición de necesidades y recomendaciones se vuelva más compleja. Es necesario centrarse en las funciones de los ácidos grasos y en cómo las necesidades varían con la edad y el estado fisiológico (FAO, 2010).

Las grasas de la dieta aportan el medio adecuado y necesario para la absorción de vitaminas liposolubles; vuelven más palatables los alimentos; son cruciales para un desarrollo adecuado y la supervivencia durante las primeras fases del embrión y en el crecimiento inicial del neonato, siendo el crecimiento y el desarrollo del feto dependientes del aporte materno de ácidos grasos esenciales. Son claves además durante la etapa lactante e infantil.

Por lo tanto, resulta destacable el papel de los ácidos grasos esenciales durante el embarazo y la lactancia y la función de los ácidos grasos ω 3 de cadena larga como componentes estructurales para el desarrollo del cerebro y el sistema nervioso central del embrión (FAO, 2010).

Los AGPI de cadena larga tienen una importante función en el desarrollo mental neonatal e infantil (González y Visentin, 2016) y son beneficiosos en el mantenimiento de la salud y la prevención de enfermedades crónicas a largo plazo.

Se recomienda además reducir los ácidos grasos trans y así reducir el riesgo de desarrollar una cardiopatía coronaria y cambios adversos en los lípidos sanguíneos. Presentes en varios alimentos industrializados, su efecto sobre el riesgo de sufrir enfermedades cardiovasculares lo ejercen a partir de los estímulos que producen sobre la angiogénesis, su efecto sobre procesos neoplásicos e infecciosos, el aumento de los niveles plasmáticos de triglicéridos y colesterol total (Lichtenstein, 2014)

Los ácidos grasos $\omega 3$ son esenciales, es decir, que deben ser ingeridos con la dieta. Aportan muchos beneficios a la salud humana, ya que juegan un papel importante en la prevención de enfermedades cardiovasculares disminuyendo la presión arterial, los riesgos de trombosis, disminuye los niveles de triglicéridos plasmático. Disminuye además la tasa de crecimiento de células tumorales en algunos cánceres como el de colon y enfermedades inmunológicas, y son de vital importancia en el desarrollo del cerebro y la retina (Castro Gonzales, 2002).

La dosis diaria recomendada de ácidos grasos $\omega 3$, puntualmente de EPA y de DHA que son los de mayor actividad biológica, para un adulto es entre 0.25 y 2 gramos diarios (FAO, 2008). Estudios indican que la adición de 0,5-1,8 g/día de EPA y DHA de origen marino o de ácido alfa-linolénico de origen vegetal en dosis de 1,5-3 g/día reduciría significativamente los eventos cardiacos posteriores y la mortalidad (Ceseri y col., 2006).

Los principales alimentos en los que se puede encontrar una mayor cantidad de ácidos grasos $\omega 3$ son los pescados, moluscos, crustáceos y algas, seguido por alimentos de origen vegetal como aceites y granos.

La carne, particularmente la de rumiantes, también proporciona ácidos $\omega 3$, aunque en menor cantidad. Sin embargo, las técnicas agrícolas modernas como el engorde de animales encerrados han originado un descenso en el contenido de estos debido al uso casi generalizado de concentrados ricos en $\omega 6$ para alimentar al ganado (Carrero y col., 2005). Novillos alimentados con pastura fresca presentan 61 mg de AGPI de la serie $\omega 3$ cada 100 g de carne mientras que novillos alimentados con granos presentan 46 mg cada 100 g (Cordain y col., 2002).

La carne es además fuente de micro-componentes con efectos positivos para la salud humana más allá de sus valores nutricionales; entre ellos, se incluyen a los CLA. Los niveles

elevados de ácidos grasos saturados que contiene, fundamentalmente la procedente de animales alimentados con granos, son los principales responsables del aumento de los niveles séricos de colesterol total y de colesterol asociado a proteínas de baja densidad, siendo estos los principales factores de riesgo para el desarrollo de enfermedades cardiovasculares (Cordain y col., 2002).

Los niveles de colesterol de la carne bovina varían entre 50 y 53 mg cada 100 g (Dinh y col., 2011). Si bien a causa de la producción endógena, no hay requerimiento dietario para el colesterol, el colesterol dietético es conocido por afectar los lípidos plasmáticos. Se ha estimado que en los adultos que consuman una dieta de 2.500 kcal / día, el colesterol sérico se reducirá en unos 4 mg / dl por cada 100 mg / día de disminución de colesterol ingerido (Expert Panel on Integrated Guidelines for Cardiovascular Health and Risk Reduction in Children and Adolescents, 2011).

(b) Ácido linoleico conjugado y su relación con la salud

Existen algunos otros AGPI en donde alguno o más de sus dobles enlaces migran tanto en su posición en el número de carbono como en su posición geométrica y no presentan al grupo metileno entre sus dobles ligaduras son llamados ácidos grasos conjugados.

El ácido linoleico es un ácido graso insaturado de 18 carbonos con dos dobles ligaduras en las posiciones 9 y 12, ambas en la configuración cis (18:2 Δ 9, 12). Sus conjugados (CLA) son una mezcla de isómeros cuyas dobles ligaduras cambiaron de lugar en el número de carbono de la cadena en las posiciones 7 y 9, 8 y 10, 9 y 11, 10 y 12, u 11 y 13 o de forma geométrica de “cis” a “trans” o viceversa.

En el caso de los isómeros más investigados del ácido linoleico, cambian de 9-cis, 12-cis a 9-cis, 11-trans, así como de 9-cis, 12-cis a 10-trans y 12-cis (Figura 3).

Los ácidos linoleicos conjugados (CLA) fueron encontrados por primera vez por Booth y Kon en 1935, cuando se investigaban la grasa de la leche de los bovinos pastoreando en primavera.

La carne contiene 2,9 a 4,3 mg CLA/g de grasa y las propiedades que le son atribuidas son efectos anticarcinogénicos, efectos sobre el sistema inmune estimulando la síntesis de inmunoglobulinas y efectos hipocolesterolémicos y antidiabetogénicos (Moya, 2002; Salter, 2013).

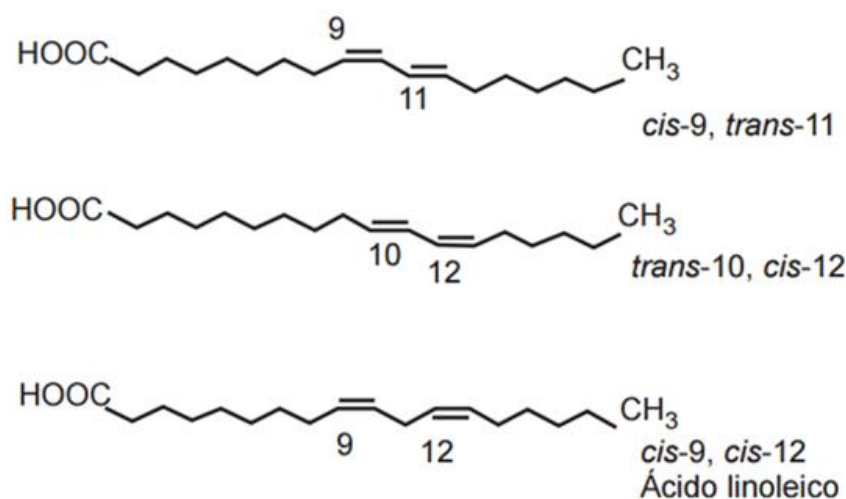


Figura 3. Isómeros del ácido linoleico conjugado (CLA) más investigados.

El CLA C18:2 *cis*9, *trans*11, también conocido como ácido ruménico, ha mostrado potenciales beneficios para la salud, observados experimentalmente sobre todo en modelos animales. Belury (2002), Khanal (2004), Pariza (2004), Shingfield y Griinari (2007) y Salter (2013) encontraron su acción como agente anti arteriosclerótico, antiinflamatorio, antidiabético y, sobre todo, anticarcinogénico (inhibe la mutagénesis), así como potenciador del sistema inmune (Belury, 2002; Khanal, 2004; Pariza, 2004; Shingfield y Griinari, 2007; Salter, 2013).

Además, se ha reportado que el CLA trans10, cis12 inhibe la síntesis de ácidos grasos, reduciendo la acumulación de grasa corporal en individuos con sobrepeso (Weiss y col., 2004). Aunque estos efectos no han sido comprobados de forma concluyente en la especie humana.

(c) *Origen de los ácidos grasos de la carne: Biohidrogenación*

El contenido de ácidos grasos de la carne es producto de la digestión de las grasas ingeridas por el animal.

Existen cuatro procesos que ocurren a nivel ruminal con los lípidos ingeridos en la dieta: hidrólisis, biohidrogenación, síntesis y saponificación. De estos cuatro procesos, la hidrólisis, luego la biohidrogenación y por último la saponificación, se realizan siempre y en forma sucesiva.

El primero consiste en procesos de hidrólisis por lipasas bacterianas. Como principales productos de la hidrólisis se liberan ácidos grasos y glicerol (Relling y Mattioli, 2003). Este paso es básico para el segundo, que consiste en la biohidrogenación (BH) de los ácidos grasos insaturados efectuado por las bacterias del rumen, principalmente *Butyrivibrio fibrisolvens*; los protozoarios también actúan pero en mucho menor importancia (Lopes do Nascimento y col., 2009). El 90% de los ácidos grasos insaturados de la dieta son hidrogenados a ácidos grasos saturados (Lunn y Theobald, 2006)

La BH tiene varios pasos bioquímicos (Figura 4). Investigaciones con cultivos puros sugieren que no hay una sola especie de bacteria del rumen que catalice la secuencia completa de BH.

Las bacterias se dividen en dos grupos basados en las reacciones y en los productos finales. El primero, son bacterias capaces de hidrogenar al ácido linoleico y α -linolénico siendo el principal producto final el C18:1 11-trans ácido vaccénico. El segundo grupo, está

constituido por bacterias que usan al C18:1 11-trans como uno de sus principales sustratos, siendo el producto final al ácido esteárico (Sosa Valenzuela y col., 2009).

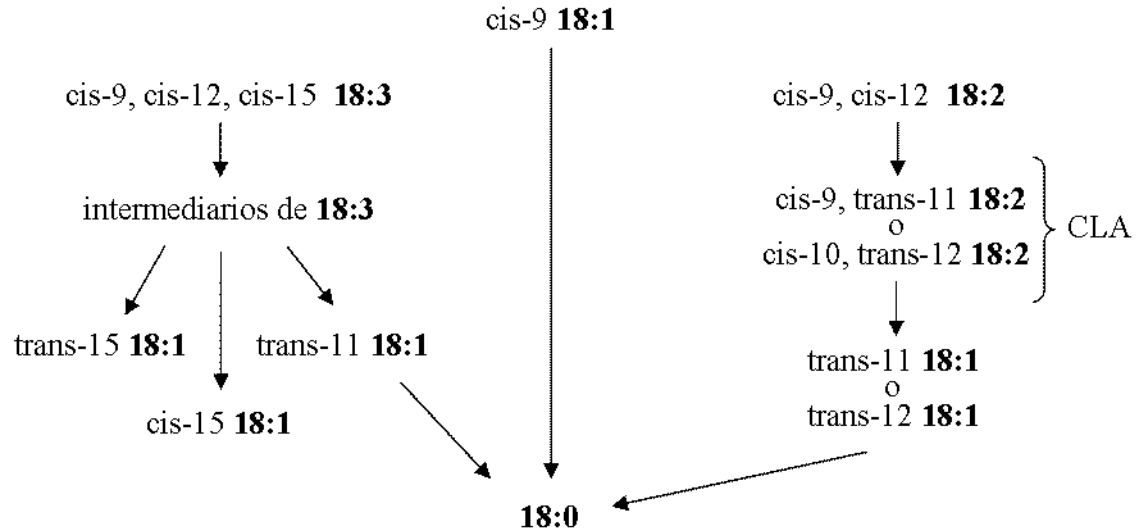


Figura 4. Biohidrogenación ruminal de los principales AG (Adaptado de Relling, 2003)

La isomerización del doble enlace de 12-cis representa el paso inicial de la BH de los ácidos grasos que contienen un doble enlace 9-cis, 12-cis. La reacción de isomerización es inusual debido a que no se requiere algún cofactor y ocurre en medio de una cadena larga de hidratos de carbono, lejos de cualquier grupo funcional activo.

La linoleato isomerasa es la enzima responsable de formar las dobles ligaduras conjugadas a partir de la estructura del ácido linoleico, así como también de los ácidos α y γ -linolénico. Esta enzima está ligada a la membrana de la célula bacteriana y demuestra un requerimiento absoluto del sustrato 9-cis, 12-cis y un grupo carboxilo libre.

La segunda reacción es una reducción en la cual el CLA 9-cis, 11-trans es convertido a C18:1 11-trans vaccénico. La hidrogenación del C18:1 11-trans ocurre menos rápido, incrementándose su concentración. La reducción al C18:1 11-trans, parece ser que limita la

taza en la secuencia de BH del ácido esteárico. Como una consecuencia, este penúltimo intermediario de la BH se acumula en el rumen y está más disponible para su absorción.

Similar a la BH del ácido linoleico es la del ácido linolénico C18:3 (Sosa Valenzuela y col., 2009).

El porcentaje de hidrogenación, que varía entre un 70% y 90% (Relling y Mattioli, 2003) está en relación con la cantidad de ácidos grasos poliinsaturados que lleguen al rumen y del pH ruminal. A mayor cantidad de ácidos grasos insaturados, menor va a ser la proporción de biohidrogenación. Cuando más bajo es el pH ruminal, mayor es la inhibición del crecimiento de las bacterias encargadas de la biohidrogenación, sobretodo del grupo que realiza el último paso quedando de esa forma mayor cantidad de metabolitos intermedios (Relling y Mattioli, 2003). El remanente que no es hidrogenado es en parte incorporado al propio soma bacteriano, pasando a ser este una fuente de ácidos grasos esenciales e insaturados para el rumiante.

Los productos finales de la biohidrogenación son el ácido esteárico (C18:0) y oleico (C18:1) y son finalmente los que son depositados en el resto del cuerpo. Dentro de los productos intermedios, el primero que se forma es el CLA (18:2 cis9 trans11) llamado por Kramer y col. (1998) ácido ruménico, que constituye del 80 al 90% del total de CLA, y el segundo el ácido vaccénico. Estos son los que pueden escapar del rumen e incorporarse tal cual en el músculo (Sosa Valenzuela y col., 2009).

Bauman y col. (1999) propusieron además que una porción del CLA en la grasa de los rumiantes era de origen endógeno, a partir de la delta 9-desaturasa ($\Delta 9$ -desaturasa) presente y muy activa en el tejido adiposo de animales en crecimiento.

Podemos decir entonces que el CLA que se encuentra en la grasa de los rumiantes tiene dos orígenes, uno a partir de la BH ruminal del ácido linoleico y otro por la síntesis que se

produce en el tejido graso a partir del ácido vaccénico (C18:1 trans11), intermediario de la BH de los ácidos grasos insaturados pudiendo ser esta vía, la mayor fuente de CLA en la grasa corporal de los rumiantes.

Gillis y col. (2003), Pavan y col. (2007) estimaron, que casi el 86% del ácido ruménico total en el músculo *Longissimus dorsi* y más del 80% en el tejido adiposo se sintetizó endógenamente al ser comparado su contenido entre el contenido abomasal y las muestras de tejido.

La principal fuente de ácido ruménico en la dieta humana es la leche y la grasa de la carne, pero la ingesta media de este es demasiado baja. Mientras que la ingesta media de ácido ruménico es de alrededor de 193 mg/día para los hombres y 140 mg/día para las mujeres (Niwinska, 2010), se sugiere que la ingesta debe ser de 620 mg/día en hombres y de 441 mg/día en mujeres para que exhiban un efecto protector sobre la salud.

Los requisitos dietarios de ácido ruménico pueden estar parcialmente cubiertos por la síntesis endógena. Turpeinen y col. (2002) realizaron estudios sobre humanos observando que los niveles séricos de ácido vaccénico y de ácido ruménico aumentaban a medida que se incorporaba ácido vaccénico a la dieta en cantidades crecientes, encontrando que la tasa de conversión, dada por la actividad $\Delta 9$ -desaturasa fue del 19% en promedio.

Se tiene información bien descrita sobre la posibilidad de controlar la producción de ácido vaccénico y ruménico en el rumen y, en consecuencia, modificar la composición de ácidos grasos en la grasa de la carne a través de la dieta pero también, se sabe que la composición de los ácidos grasos en la grasa bovina depende de factores no dietéticos que afectan la actividad de la $\Delta 9$ -desaturasa y consecuentemente la cantidad de ácido vaccénico y ruménico disponible para ser consumida.

B. Efecto del tipo genético sobre la calidad

Las razas son las variables genéticas que se manejan dentro del sistema productivo de carne, pudiéndose elegir aquella raza que se adapte mejor al ambiente y al objetivo de producción. No tienen ninguna característica especial que las haga mejores o peores (Fornieles y col., 2005), sino que según sea el sistema de producción, será la raza que convenga utilizar. Por tal motivo, no es conveniente imitar otros sistemas puesto que el sistema de producción nacional estará condicionado por ciertas situaciones sociales, económicas y ambientales, llevando a que, para una determinada situación, una determinada raza sea la mejor herramienta.

Existen dos subespecies, dentro del género *Bos*, que pueden cruzarse y dar descendencia fértil indefinidamente, *Bos taurus* y *Bos indicus*. Ambas se establecieron en distintas partes del mundo dando origen a distintas razas que fueron adaptándose a las diversas regiones donde se ubicaron.

El *Bos taurus* se estableció en Europa mientras que el *Bos indicus* lo hizo en el sur del continente asiático, África y las costas europeas del Mediterráneo.

Las razas británicas, originadas de la subespecie *taurus*, se caracterizan por ser animales sumamente precoces que pueden depositar grasa subcutánea de acuerdo a su alimentación a cualquier edad. Se adaptan a zonas templadas y templadas frías y presentan una muy buena calidad carnicera dando reses de buen rendimiento y son las que mejor se posicionan al evaluar los parámetros de calidad.

Las razas cebuinas, de origen índico, presentan una giba en la cruz, atributo visible que lo diferencia del europeo. Su piel forma una gran papada y el prepucio y el ombligo son pendulosos. Existen muchas razas diferenciadas por su tamaño, conformación, pelaje, etc., todas consecuencias de la selección natural. Están adaptadas a climas calurosos y húmedos,

no resistiendo el frío intenso, presentando resistencia a condiciones de estrés hídrico (Beatty y col., 2006) y viéndose menos afectado el consumo de alimento frente a la falta de agua. Son animales de pelo corto y grueso y su piel es pigmentada, muy fina pero resistente, suelta, con pliegues y móvil, con mayor cantidad de glándulas sebáceas que los animales británicos. Su calidad carnicera es regular y su rendimiento bueno.

Tradicionalmente, en nuestro país, y ya desde su introducción en el siglo XIX, fueron las razas británicas las que sostuvieron la producción de carne. Posteriormente, la necesidad de promover la ganadería fuera de la región pampeana motivó que a mediados del siglo pasado se introduzcan razas con capacidad de adaptación a climas tropicales y subtropicales. En este contexto, la sangre de origen índico pura o en cruza fue la elegida.

Aún en la actualidad la introducción de razas no tradicionales sigue ocurriendo. Es así que razas con características particulares que las diferencian son adaptables a nuestros sistemas y posibilitan ocupar nichos de mercado aún disponibles. Incluso el uso de novillos overos, subproducto de la producción lechera, tiene representatividad tanto en góndolas como en exportaciones.

1. Efecto del tipo genético sobre la calidad sensorial.

a. Color

El color de la carne puede variar, entre otros factores, con la raza (Ripoll y col., 2012). Estas variaciones son dadas principalmente por la concentración de mioglobina.

Ripoll y col. (2018) al comparar la carne de toros jóvenes de distintas razas europeas (Aberdeen Angus, Highland, Jersey, South Devon, Danish Red, Holstein, Simmental, Asturiana de las Montañas, Asturiana de los Valles, Avileña-Negra Ibérica, Pirenaica Marchigiana, Piemontese, Charolais y Limousin) sacrificados aproximadamente con en el mismo porcentaje de peso vivo maduro para minimizar las diferencias debidas a las tasas de

crecimiento pudieron separar en cuatro escalas distintas de color, muy brillantes y de color rojo pálido (Limousin, Charolais, Piemontese y Marchigiana), brillantes y pálidas (South Devon, Danish Red, Asturiana de los Valles, Pirenaica, Aberdeen Angus y Holstein), rojo (Simmental, Avileña-Negra Ibérica, Highland y Casina) y rojo oscuro y sin brillo (Jersey) siendo la diferenciación entre los grupos el tamaño del cuerpo y los rasgos de la canal, particularmente el engrasamiento y el desarrollo y la estructura muscular.

Aldai y col. (2006) encontraron que, aunque no hubo diferencias significativas entre los grupos de animales utilizados, el tipo biológico tendió a afectar el contenido de mioglobina de la carne, donde los animales con mayores aptitudes carniceras y más musculosos mostraron concentraciones más altas de pigmento y por lo tanto se apreciaron más oscuras. Los parámetros de color mostraron un efecto significativo del tipo biológico sobre la luminosidad.

Además, el genotipo muestra influencia sobre el color de la grasa, siendo más oscura en las razas lecheras (Tian y col., 2010) por contener un gen asociado a una enzima que participa del metabolismo de los beta carotenos.

b. Terneza

La raza ejerce un importante efecto sobre la terneza y este se ve con claridad cuando se compara la carne de animales de origen índico con el resto de las razas.

La magnitud de la proteólisis postmortem determina la terneza y este proceso está asociado a la raza.

La carne de animales *Bos indicus* generalmente posee menor terneza en comparación con animales de razas *Bos taurus*. Motter y col., (2009) describieron que en los animales cruza, a medida que aumenta la proporción de genes de origen índico en un animal, disminuye la terneza de la carne, lo que se relaciona con mayor actividad de calpastatina y menor actividad de μ -calpaína.

Riley y col. (2005) encontraron además que es el contenido de colágeno insoluble un componente importante que disminuye la terneza en animales Brahman, asociándolo negativamente con la misma, evaluada a lo largo de distintos períodos de maduración.

Debido a la relación existente entre el nivel de engrasamiento intramuscular y la terneza (Emerson y col., 2013; Luo y col., 2018), Iida y col. (2015) al realizar trabajos con animales de raza Wagyu, caracterizada por el alto nivel de marmoleo, encontraron que un aumento en el contenido de grasa aumentó los valores de terneza.

c. Jugosidad

En relación a la jugosidad, existe una tendencia a disminuir la CRA a medida que aumenta el desarrollo muscular. Las diferencias fisiológicas existentes entre distintas razas y las variaciones en la composición muscular como ser el contenido proteico, los minerales y la humedad pueden tener un efecto importante sobre la CRA (Leal Gutierrez y col., 2014).

Leal-Gutierrez y col. (2014) encontraron diferencias en la CRA en machos castrados provenientes de la cruce de machos de las razas Simmental, Normanda, Blanco Orejinegro, Braunvieh, Guzerat, Brahman Blanco, Brahman Rojo, Limousin y Romosinuano con hembras Brahman, siendo similar a lo reportado por Zea y col. (2007) en Holstein, Rubia Gallega y su cruce.

Teniendo en cuenta el marbling, y el efecto que ejercen los lípidos sobre este parámetro, Okumura y col. (2007) compararon carne de novillos Wagyu con bajo y alto nivel de engrasamiento y no encontró diferencias en terneza y flavor por panel sensorial, aunque las muestras con alto contenido de grasa fueron calificadas como más jugosas.

d. Flavor

La carne desarrolla su flavor durante la cocción debido a la compleja interacción de los precursores derivados de los compuestos magros y de las grasas para generar compuestos volátiles (Van Ba y col., 2013)

Koutsidis y col. (2008) mostraron que los precursores solubles en agua de los sabores de la carne diferían entre la cruce Aberdeen Angus × Holstein-Friesian y animales puros Holstein-Friesian.

Por otro lado, algunos estudios han informado que la raza es uno de los factores que influyen directamente en el contenido de grasa intramuscular que posteriormente influye en los sabores de la carne cocida de diferentes razas.

Los animales más gordos tendieron a obtener puntajes de mayor intensidad. Distintos estudios confirman una fuerte correlación entre el nivel de marbling y el sabor (Corbin y col., 2015; Frank y col., 2016; Jung y col., 2016; Legako y col., 2015; Mateescu y col., 2015; O'Quinn y col., 2012). La grasa actúa como un sustrato y un reservorio para compuestos de sabor y también afecta la liberación de sabor (Frank y col., 2016).

2. Efecto del tipo genético sobre la calidad nutricional.

Desde el punto de vista de la calidad nutricional y particularmente del perfil lipídico de la carne, existen razas que pueden llegar a diferenciarse desde el contenido de ácidos grasos.

El contenido de grasa intramuscular y el perfil de composición de ácidos grasos pueden variar con la raza o el biotipo de animal utilizado. Algunos autores han encontrado que la raza animal afecta el veteado y el grosor de la grasa subcutánea (Michal y col., 2006) o la composición de ácidos grasos en la carne (Choi y col., 2000). De Smet y col. (2004) concluyeron que la raza refleja las diferencias en la expresión génica subyacente o las enzimas involucradas en la síntesis de ácidos grasos.

Por ejemplo, la raza Wagyu se caracteriza por su nivel de engrasamiento intramuscular con perfiles de ácidos grasos más favorables para la salud humana, con predisposición genética para producir y depositar mayor cantidad de AGMI que otras razas (Gotoh y col., 2018).

El tejido subcutáneo e intramuscular de novillos cruza Wagyu contiene una elevada relación AGMI/AGS (Elías Calles y col., 2000).

Gotoh y col. (2011) compararon la composición de ácidos grasos en novillos Wagyu de 26 meses y novillos Holstein. Los resultados mostraron un mayor porcentaje de ácidos grasos insaturados en novillos Wagyu que en los novillos Holstein. Compararon también el contenido de grasa intramuscular y la composición de ácidos grasos intramusculares de distintos músculos. Los músculos de los novillos Wagyu contenían una mayor proporción de diversos ácidos grasos, particularmente de C16: 1, C18: 1 y C20: 1, y de AGMI, en comparación con los del ganado Holstein. Las proporciones de C18: 0 y los ácidos grasos saturados fueron mucho más bajos que en el ganado Holstein.

Una posible explicación radica en la actividad enzimática presente en el tejido adiposo. Se encontró una mayor actividad enzimática (en casi un 20%) y una mayor concentración de ARNm de $\Delta 9$ -desaturasa (casi un 70%) en Wagyu que en animales de la raza Angus (Chung y col., 2006), sugiriendo que una deposición elevada de AGMI en el ganado Wagyu podría deberse a un aumento de la actividad $\Delta 9$ -desaturasa en el tejido adiposo.

C. Efecto del sistema de producción sobre la calidad de la carne

El sistema de producción de carne argentino ha ido variando a lo largo de los años, encontrando hoy sistemas extensivos pastoriles con o sin suplementación y sistemas intensivos confinados que conviven en las distintas regiones del país. Es el sistema de producción uno de los principales factores que puede modificar los parámetros de calidad.

1. Efecto del sistema sobre la calidad sensorial

En general, se atribuyen mejores parámetros sensoriales (color, terneza, jugosidad) a las carnes que provienen de sistemas confinados. Esta “mejora” podría deberse a un efecto indirecto generado por el mayor grado de engrasamiento, la mayor tasa de crecimiento y la menor edad de los animales terminados.

a. Color

Las dietas de baja energía, como ser aquellas basadas en forrajes, son usualmente relacionadas con carnes más oscuras y menos tiernas. En general, se ha asociado mayor edad a la faena, mayor actividad física y estrés en los animales provenientes de los sistemas pastoriles con el incremento de los niveles de mioglobina comparados con aquellos provenientes de sistemas de confinamiento.

Dunne y col. (2006) hallaron mayor contenido mioglobina en novillos terminados con forrajes. Un incremento en la edad y en la madurez guarda relación también con carnes más oscuras. A medida que los animales avanzan en edad la concentración de mioglobina en el músculo aumenta para poder compensar la pérdida de afinidad por el oxígeno (Seideman y col., 1984) dando carnes más rojas y oscuras.

Además, por la relación que existe entre el pH y el color, este tipo de dietas tienden a un bajo depósito de glucógeno muscular, lo que puede disminuir la velocidad del descenso del pH o no alcanzar los valores de pH final deseados, teniendo valores superiores 5.8-5.9 ocasionando cortes oscuros (Pethick y col., 2000).

Los animales provenientes de sistemas pastoriles presentan además mayor predisposición al gasto energético por estrés pre-faena. Las condiciones de confinamiento, por mayor exposición y acostumbamiento a la presencia humana, generan menor gasto energético por estrés (Priolo y col., 2001). Estas circunstancias también influyen en el contenido final de

glucógeno en músculo pre-faena y la resultante en mayores valores de pH en carne de animales de origen pastoril, comparados con animales de confinamiento (Priolo y col., 2001).

Por el contrario, dietas con altos niveles de energía como las ofrecidas en condiciones de engorde a corral permiten incrementar las reservas de glucógeno en el músculo y de esta manera lograr adecuados descensos de pH (Immonem y col., 2000).

Por otro lado, el contenido de vitamina E influye en los atributos visuales de la carne ya que brinda estabilidad en el color al actuar como antioxidante de los lípidos. Yang y col., (2002) y Gatellier y col. (2005) demostraron que la concentración de vitamina E en el músculo era significativamente mayor en el ganado alimentado con pasto que en el ganado alimentado con concentrado cuando el concentrado no estaba complementado con vitamina E.

El color de la grasa también se ve influenciado por el sistema de alimentación. Los granos poseen niveles de carotenos (< 5 ppm) muy inferiores a los de las pasturas (> 500 ppm) (Realini y col., 2004). Las altas concentraciones que tiene el forraje verde genera que la grasa sea más amarilla que sus contrapartes alimentadas con concentrado y criadas intensivamente (Dunne y col., 2009).

b. Terneza

La terneza también guarda relación con las variaciones de pH, particularmente a raíz de su efecto sobre los mecanismos proteolítico que ocurren durante la maduración.

La acumulación de ácido láctico hace descender el pH de 7 hasta 5,4 ó 5,8 en un tiempo que va desde las 15 a las 36 hs postmortem. Este descenso del pH junto con la baja temperatura (4 a 5°C) a la cual se almacena la carne, favorece la acción de las calpaínas (Rhee y col., 2006) generando la desorganización de la estructura del tejido muscular por proteólisis. El tipo de alimentación afecta el nivel de reservas de glucógeno en el músculo y esto se relaciona con la tasa de descenso de pH y su valor final. La actividad del sistema proteolítico

responsable de la tiernización es dependiente del pH, la temperatura y la concentración de calcio. Un valor de pH final alto resulta en una escasa proteólisis y además la carne presenta una elevada capacidad de retención de agua, lo que determina una estructura proteica más compacta (Warriss, 2003).

Altas ganancias de peso logradas a partir del suministro de dietas energéticas en sistemas confinados mejorarían la terneza, por un aumento en la proporción de colágeno soluble, y por el incremento de la actividad proteolítica y la potencial actividad glucolítica (Thompson, 2002).

La modificación de la percepción de la terneza puede estar influenciada por el grado de engrasamiento intramuscular. García y col. (2008) encontraron diferencias al comparar distintos sistemas de terminación, siendo la carne de animales provenientes de sistemas pastoriles la que menor cantidad de lípidos intramusculares presentó. La energía ingerida influye sobre la tasa de crecimiento y el engrasamiento, siendo mayor cuando su consumo también lo es.

c. Jugosidad

La jugosidad es afectada por el nivel de engrasamiento y este por el nivel energético de la dieta. Las carnes de animales alimentados con dietas ricas en energía son consideradas más jugosas. Duckett y col. (2007) informaron diferencias en la jugosidad entre carne de bovino alimentada con forraje y grano. En estos estudios, hubo diferencias en la cantidad de grasa, que fue paralela a los puntajes de jugosidad en aumento.

También es importante el pH final alcanzado, encontrando elevada CRA con un valor de pH final superior a 5,9 (Warriss, 2003) siendo denominadas en este caso como carnes secas.

d. Flavor

De los diversos componentes que son responsables del flavor de la carne, algunos pueden ser influenciados por la dieta.

La mayoría de las diferencias probablemente se pueden explicar por los diferentes sistemas de producción que afectan el nivel de consumo de energía, días de alimentación, tasa de crecimiento, edad del animal, deposición de grasa, composición de grasa y peso de la res (Calkins y Hodgen, 2007).

El 12-metil tridecanol, un compuesto clave de aroma en la carne cocida, se encontró que era ligeramente más alto en los músculos crudos del ganado alimentado con pasto que en el ganado alimentado con concentrado pudiéndose asociarse a carne con aroma más intenso y mejor sabor. (Dannenberger, 2006).

Los lípidos desempeñan varias funciones en el desarrollo del sabor ya que actúan como un solvente para los compuestos volátiles que se desarrollan durante la producción, manejo y procesamiento térmico. Sufren un cambio oxidativo térmico para producir compuestos que influyen en el sabor de la carne y reaccionan con los componentes del tejido magro para dar compuestos de sabor distintos (Calkins y Hodgen, 2007).

Los aldehídos saturados y monoinsaturados, que derivan de la oxidación de las grasas, especialmente de AGPI de cadena larga, son más altos en el músculo del ganado terminado con concentrados (Lorenz y col., 2002; Raes, 2003).

Aunque la carne del ganado alimentado con pasto contenía los ácidos grasos más altamente insaturados, la cantidad de volátiles derivados de lípidos fue mayor en la carne de los animales alimentados con granos. Los niveles más altos de vitamina E antioxidante en la dieta de animales alimentados con pasto, en relación con los animales alimentados con

granos, se han relacionado con una mejor retención del color y una menor oxidación de lípidos en la carne de animales alimentados con pasto (Wood y col., 2003).

2. Efecto del sistema sobre la calidad nutricional

Desde el punto de vista nutricional, el sistema de producción, tanto por el tipo de alimentación como por el nivel energético de la misma, influye tanto en el engrasamiento como en la composición en ácidos grasos de los depósitos subcutáneos e intramusculares del animal. Independientemente de la genética, el sexo y la edad, los sistemas pastoriles y sistemas confinados con grano muestran diferencias significativas en el perfil de ácidos grasos y en el contenido de antioxidantes encontrados en los depósitos de lípidos y tejidos corporales (De Smet y col., 2004; García y col., 2008).

Los rumiantes naturalmente consumen una dieta que es baja en grasa pero alta en AGPI, ya sea en forraje fresco, conservado o en la porción concentrada de la dieta. Sin embargo, una alta proporción de AGPI se somete a la BH en el rumen, lo que lleva a que predominantemente AGS se absorban en el intestino y se depositen en los tejidos (Warren y col., 2007)

García y col., (2008) encontraron que la carne proveniente sistemas pastoriles presentó porcentajes más altos de AGS, AGPI ω 3 y CLA y porcentajes más bajos de grasa intramuscular total, AGMI, AGPI ω 6 y ω 6/ ω 3 que la carne de feedlot.

Los animales criados sobre pasturas tienen un impacto positivo en el perfil de ácidos grasos, principalmente debido a un aumento en la proporción de ácidos grasos ω 3 y CLA.

El consumo de pastos y forrajes permite aumentar la concentración de ácido α -linoleico (18: 3n-3) en la carne. Este ácido graso es luego convertido por las enzimas desaturasa y elongasa en los AGPI n-3 de cadena larga (C20-22) deseables, como el ácido

eicosapentaenoico (EPA, 20: 5n-3) y el ácido docosahexaenoico (DHA, 22 : 6n-3). (Warren y col., 2007).

También se ha demostrado que la alimentación con pasto mejora los niveles de CLA (Dannenberger y col., 2005), particularmente el isómero cis-9, trans-11, que tiene propiedades anticarcinogénicas (Steen y Porter, 2003).

Cuando se sustituye parcial o integralmente el forraje por granos en la dieta se producen modificaciones en el medio ruminal que conducen a una alteración del perfil lipídico (Teira y col., 2006).

Dietas basadas en granos de cereales, cuyo principal ácido graso es el linoleico (C18:2- ω 6), si bien pueden aumentar la proporción relativa de AGMI, generalmente acaban disminuyendo el porcentaje de AGPI y, por tanto, la relación AGPI/AGS. Además, al bajar el nivel de ácido linolénico (ω 3) aumenta irremediablemente la relación ω 6/ ω 3, que puede situarse por encima del valor de 4 recomendado, como generalmente ocurre en carnes provenientes de sistemas intensivos (French y col., 2000; Rule y col., 2002; Priolo y col., 2001; Badiani y col., 2002; Raes y col., 2003; Cifuni y col., 2004; Insausti y col., 2004; Realini y col., 2004; Varela y col., 2004).

Los ácidos grasos de la serie ω 6 aumentan con el nivel de concentrados en la dieta, mientras que los de la serie omega 3 disminuyen. Esto coincide con los resultados de autores como French y col. (2000) ó Moloney y col. (2001). La consecuencia es que la duración de la terminación, y el nivel de concentrado durante la misma, aumenta el nivel de los ácidos de la serie ω 6 y disminuye los de la serie ω 3 (Salgueiro, 2005).

Es posible modificar a través de la dieta la composición de ácidos grasos de la grasa intramuscular. La alimentación del rumiante y una suplementación estratégica son los factores que más impacto generan (Chilliard y col., 2001).

La modificación de los ácidos grasos en los lípidos intramusculares en un sentido favorable para la salud humana es posible y relativamente sencilla a través de la dieta que consumen. El éxito radica en el tipo de dieta suministrada, en la duración del período de alimentación y en la adecuada elección y utilización de fuentes suplementarias de grasa (Martinez Marin, 2007).

Un ejemplo concreto de fuentes lipídicas complementarias que logren modificar el efecto de la dieta de novillos a corral es la semilla de Lino.

Diversas investigaciones indican que los productos, como huevos y carne, que proviene de animales alimentados con lino tienen niveles aumentados de ácidos grasos omega-3 (Maddock y col., 2003).

Varios estudios han incluido el lino en las raciones de feedlot con diversos resultados. Drouillard y col. (2002) alimentaron con lino con diferente nivel de inclusión en la dieta y en distinto momento de la etapa del engorde y Maddock y col. (2004) alimentaron con lino entero o procesado incluido en un 8% de la dieta base materia seca (BMS). Investigaciones recientes (Prieto y col., 2017; Vahmani y col., 2017) han determinado el efecto sobre la calidad nutricional de la carne incluyéndolo extrusado.

Niveles de inclusión, forma de presentación y procesamiento de la semilla deben seguir siendo estudiados determinando su efecto sobre la calidad de la carne.

II. OBJETIVOS

A. OBJETIVO PRINCIPAL

Determinar el efecto de la inclusión de lino procesado en la dieta de terminación de novillos de diferente tipo genético recriados con alimentación pastoril sobre la calidad de la carne y la performance productiva de los animales.

B. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Evaluar el efecto del tipo genético sobre los parámetros físicos y nutricionales de la carne de novillos terminados en sistemas pastoriles.

Evaluar el efecto de la inclusión de lino en la dieta de la etapa de terminación durante el engorde a corral sobre los parámetros físicos y nutricionales de la carne y la performance productiva.

Evaluar el efecto de la inclusión de lino en la dieta sobre la calidad sensorial de la carne.

III. HIPOTESIS

La inclusión de lino procesado modifica el perfil de ácidos grasos que componen la grasa de la carne, aumentando el nivel de ácidos grasos polinsaturados en animales de distintos tipos genéticos.

CAPITULO 2

**EFFECTO DEL TIPO GENÉTICO SOBRE LOS PARÁMETROS FÍSICOS Y
NUTRICIONALES DE LA CARNE DE NOVILLOS TERMINADOS EN SISTEMAS
PASTORILES**

1. INTRODUCCIÓN

La producción de carne en Argentina se basa en el pastoreo directo de pastizales naturales y pasturas implantadas, alimentando con concentrados solo en la invernada por cortos períodos de tiempo cuando las pasturas resultan insuficientes para satisfacer los requerimientos de los animales (Rearte, 2007; Latimori, 2008).

Los sistemas pastoriles han sido intensificados en las últimas décadas aumentando la producción forrajera y la carga animal a través de la fertilización y la suplementación estratégica, pero manteniendo al forraje proveniente del pastoreo como principal componente de la dieta. Se ha observado en los últimos años una marcada tendencia a la utilización de grandes superficies, anteriormente ganaderas, para realizar agricultura. Esto, sumado a la necesidad de aumentar los niveles de la productividad, ha llevado a los productores a emplear diferentes estrategias, entre ellas, el reemplazo de sistemas extensivos de alimentación por sistemas intensivos a corral para el crecimiento y/o terminación de los animales (Teira y col., 2006).

La calidad y el valor nutricional de la carne producida en los sistemas pastoriles ofrece ventajas con respecto a la producida en base a concentrados. Con el uso de pasturas de alta calidad y correctamente manejadas, se logra obtener una alta performance productiva sin que se vean afectadas las características sensoriales de la carne producida (Rearte, 2007).

Se ha demostrado que la carne proveniente de animales terminados a pasto tiene un mayor contenido de AGPI totales, ω_3 , CLA, y una relación ω_6/ω_3 menor que la carne de animales de feedlot (Realini y col., 2004; Descalzo, 2005; Noci, 2005; García, 2008 y Latimori, 2008), lo que resulta más conveniente en relación a las recomendaciones nutricionales de los humanos. El mayor contenido de ácido linolénico (C18:3 ω_3) de los forrajes permite aumentar los niveles de AGPI ω_3 en la carne (Lorenz, 2002; Wood y col., 2003).

Si bien los AGPI ingeridos con la dieta son hidrogenados en el rumen, cierta proporción de los mismos escapa a este proceso (Wood y Enser, 1997) y pueden ser posteriormente incorporados a los tejidos como tal.

Además, las dietas basadas en forrajes de buena calidad permiten aumentar el contenido de CLA (French, 2000; Realini y col., 2004), fundamentalmente del isómero CLA cis-9,trans-11, ya sea originado por la BH del ácido linoléico (18:2 ω_6) o a partir de la desaturación de su precursor, el ácido vaccénico (18:1 trans11), por acción de la Δ_9 desaturasa presente en el músculo (Bauman, 1999). Este último también se produce en mayores cantidades con dietas pastoriles debido al aumento del pH ruminal por encima de 6 (Martin y Jenkins, 2002).

En relación a otros parámetros de calidad, el tipo de alimentación afecta el nivel de reservas de glucógeno a nivel muscular y esto se relaciona con la tasa de descenso de pH y su valor final, lo cual genera influencia sobre el color y la terneza.

La actividad del sistema proteolítico responsable de la tiernización es dependiente del pH, entre otras cosas. Hay evidencia de que la terminación de novillos en sistemas pastoriles ejerce un efecto sobre la terneza, el color y el contenido de grasa intramuscular, siendo carne algo más dura, más oscura y con algo menos de grasa intramuscular (Mitchell, 1991; Hedrick, 1983). Sin embargo, algunos estudios realizados no encontraron estas diferencias al comparar

la alimentación exclusivamente a pasto con sistemas de encierre empleando granos (Latimori y col, 2008; Muir, 2010).

Por otro lado, existe en nuestro país una gran diversidad de áreas agroecológicas para la producción de carne, encontrándose que diferentes razas y sus cruzas se adaptan mejor a diferentes ambientes. Estas variaciones genéticas también ejercen un efecto sobre los parámetros de calidad, por ejemplo, las cruzas índicas adaptadas a las regiones subtropicales de nuestro país, tienen carnes más magras y menos tiernas.

Diversos estudios han demostrado que la carne proveniente de animales con mayor porcentaje de sangre índica presentó menores valores de ternura que la de origen taurino (Phelps y col., 2017).

No solo pueden diferenciarse desde el punto de vista sensorial, sino también desde el punto de vista nutricional, encontrando razas con mayor predisposición al depósito de AGMI que otras. En particular, el efecto de la raza sobre el contenido total de grasa tiene un impacto importante en la composición relativa de ácidos grasos de lípidos neutros y fosfolípidos, con implicaciones para la calidad nutricional de la carne (Brugiapaglia y col., 2014).

El objetivo de este capítulo es evaluar el efecto del tipo genético sobre los parámetros físicos y nutricionales de la carne de novillos terminados en sistemas pastoriles.

2. MATERIALES Y METODOS

a. Animales y alimentación

Todos los procedimientos de cuidado y uso de animales fueron aprobados por el Comité Institucional de Cuidado y Uso de Animales de Laboratorio (CICUAL) de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de La Plata, protocolo nro. 79-2-18T.

Se utilizaron 23 novillos de distintos tipos genéticos: 4 Angus (AA), 5 Holando Argentino (HA), 5 Murray Grey (MG), 4 cruce Wagyu x Angus (WxAA) y 5 cruce Wagyu x

Holando (WxHA). El momento de faena fue determinado de acuerdo a su grado de terminación, medido por ultrasonografía sobre la grasa de cadera, cuando presentaron más de 10 mm de grasa subcutánea.

Los animales usados fueron criados y engordados en condiciones de pastoreo, en el campo Don Joaquín de la Universidad Nacional de La Plata, ubicado en la localidad de General Mansilla, partido de Magdalena en la provincia de Buenos Aires, sobre lotes con pastura consociada conformadas por diferentes variedades de Festuca (Mediterránea y Continental) y Agropiro y mezcla de leguminosas (Trebol Rojo, Trebol Blanco, *Lotus tenuis* y *Lotus corniculatus*).

La faena fue realizada en el Frigorífico Gorina, en su planta ubicada en el partido de La Plata, Provincia de Buenos Aires, Argentina. Una vez efectuada la faena se pesaron las medias reses correspondientes a cada animal inmediatamente post mortem para determinar el rendimiento de faena.

Luego de 24 horas de oreo en cámara a 4°C se extrajo un bloque de 5 bifés con hueso correspondientes al espacio entre la 8^{va} y la 13^{ra} costilla de las medias reses izquierdas de cada uno de los animales. Estos fueron embalados y acondicionados para el transporte al Instituto de Tecnología de Alimentos (ITA) dependiente del Centro de Investigación de Agroindustria (CIA) del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) en la localidad de Hurlingham.

Posteriormente se realizó la separación de cada uno de los bifés del bloque siendo destinado uno a cada uno de los laboratorios del ITA quedando una muestra de respaldo de cada bloque. Las muestras fueron almacenadas, envasadas al vacío en bolsas Cryovac® tipo P7330M, tamaño: 350 x 500 con una envasadora RAPIVAC® Modelo Maximax800 y congelados a -18°C hasta su procesamiento.

b. Determinación de lípidos totales y perfil de ácidos grasos

Muestras del músculo *Longissimus dorsi*, libres de grasa externa, fueron picadas cuidadosamente y colocadas en alícuotas para la determinación del % en grasa intramuscular y la composición en ácidos grasos. Dos porciones de alícuotas de 5 g se destinaron a determinar el % de grasa intramuscular mediante extracción con hexano a ebullición de las muestras previamente desecadas y una alícuota de 5 g se destinó a la determinación del perfil de ácidos grasos por el método de Folch (Folch y col., 1957).

La determinación del contenido de grasa intramuscular se realizó por duplicado, según el método de Soxhlet (AOAC, 1999) mediante destilación continua con hexano a partir de 5 g de carne, utilizando un equipo Soxtec System HT 1043 Extraction Unit, de la marca Tecator® (Sweden) para la extracción de grasa y una estufa ORL® – Hornos eléctricos mod.: NZ-1105 (Argentina).

La determinación del perfil de ácidos grasos y su composición se realizó por cromatografía de gases, previa extracción de la grasa y metilación de los ácidos grasos presentes. Los lípidos de las muestras se extrajeron mediante el método de Folch y col. (1957) modificado según se detalla: La grasa intramuscular se midió por la siguiente metodología. Una alícuota de 10 g de *Longissimus dorsi* fue secado por 4 horas en estufa a 100°C, las muestras secas se extrajeron en un extractor Tekator usando punto de ebullición del hexano como solvente de extracción según métodos oficiales para determinar el porcentaje de grasa intramuscular. Una segunda alícuota de 5 g fue extraída según Folch y col. (1957) como se detalla a continuación. Se utilizaron muestras alícuotas de carne de 5 g las cuales se picaron y a los que se les agregaron 5 ml de cloroformo (P.A.) y 10 ml de metanol anhidro (P.A.) y se homogeneizaron durante 3 minutos con un homogeneizador Omni mixer de la marca Omni®

International mod.: 17106 (USA). Posteriormente, se agregaron otros 5 ml de cloroformo, y se homogeneizó 1 minuto más. Se agregó 2,5 ml de agua destilada y se volvió a homogeneizar la muestra durante 1 minuto más. Posteriormente se filtró con vacío a través papel de filtro de filtración rápida de la marca Quanty® tipo: JP41 (Brasil) y usando un embudo Buchner de 6 cm de diámetro. Se lavó cuidadosamente con pequeñas alícuotas de cloroformo P.A. todo el material utilizado a los fines de recuperar todos los lípidos provenientes de la muestra. Después de esto, se procedió a centrifugar el filtrado, una vez separadas las fases, se eliminó por aspiración la capa superior (acuosa) en la cual se encontraban todos los componentes no lipídicos (proteínas solubles, hidratos de carbono, entre otros componentes minoritarios). La fase inferior (clorofórmica) se filtró, con papel de filtro de filtración rápida de la marca Quanty® tipo: JP41 (Brasil) para eliminar impurezas solidas que pudieran haber quedado del filtrado anterior como así también algo de la fase acuosa, luego se transfirió a un matraz aforado de 50 ml, lavando con pequeñas porciones de cloroformo el tubo de centrifugar, se identificó como “Extracto Crudo de Cloroformo” y se procedió a su conservación a -20 °C hasta su análisis.

Luego, se obtuvieron los esteres metílicos de los ácidos grasos. Para esto se tomó una alícuota de 2 ml del extracto de cloroformo, la cual fue evaporada a sequedad en atmósfera de Nitrógeno. Se agregó 2 ml de reactivo de metilar (Metanol + 4 %HCL), tapándolo cuidadosamente con cinta de teflón y un tapón para evitar evaporaciones. Se calentó durante 2 hora a 70°C, o hasta que no se observen rastros de grasa en el tubo. Posteriormente se agregó 2 ml de agua destilada y 2 ml de Hexano, se agitó y centrifugó. La capa de hexano (superior) se pasó a un tubo limpio y se repitió la extracción y centrifugación con 2 ml de hexano. Finalmente se conservaron los extractos de hexano como “Metil Ester” (ME).

Los ácidos grasos de los ME se determinaron utilizando un cromatógrafo de gases. Se utilizó un cromatógrafo de gases Varian® CP 3800 (Varian Inc., Walnut Creek, CA - USA), provisto de una columna capilar de sílice Varian WCOT Fused Silica de 100 metros x 0,25 mm Coting CP-Sil 88 for FAME DF=2.0 utilizando como gas portador nitrógeno ultra puro, tanto el detector de ionización de llama (FID) como el inyector 1079 se encontraban a una temperatura de 250°C. Se inyectó 1 µL de la solución ME en el cromatógrafo.

El programa del horno de la columna fue el siguiente. Inicio en 70°C por 4 minutos, se elevó la temperatura hasta los 170°C a razón de 8°C/min, manteniéndola por 25 min, luego se elevó a 200°C a razón de 2,5 °C/min y se lo mantuvo a esa temperatura por 15 min., luego se llevó a 220°C a razón de 5°C/min y se lo mantuvo 5 minutos.

Los ácidos grasos fueron identificados por comparación de sus tiempos de retención con los estándares conocidos, PUFA N°2, Animal Source marca Supelco® (USA). El tiempo de retención de los ácidos grasos es directamente proporcional con el largo de la cadena, es decir, a mayor longitud de la cadena mayor es el tiempo de retención y de aparición en el cromatograma.

Los ácidos grasos fueron expresados en forma porcentual respecto del total de ácidos grasos identificados, los cuales se pueden referir al extracto etéreo total, es decir gramo de AG por cada gramo de grasa total.

c. Análisis físicos

i. Determinación del Veteado

Fueron evaluadas visualmente las muestras de *Longissimus dorsi* correspondientes a la costilla 11 de todos los tratamientos y comparadas con la escala de marbling de USDA (1989) y asignando un valor de acuerdo a la tabla 1.

Tabla 1. Valor de veteado para cada uno de los grados de la escala de marbling USDA.

Escala de marbling USDA	Valor
Prácticamente Ausente	0,0
Trazas	0,5
Poco o Leve	1,0
Escaso	1,5
Apenas Moderado	2,0
Moderado	2,5
Poco Abundante	3,0
Moderadamente Abundante	3,5
Abundante	4,0
Muy Abundante	4,5
Exceso	5

Adaptación New York State College of Agricultural, Cornell University, USA.

ii. Determinación del pH

El pH del músculo se midió usando un medidor de pH (Thermo Orion® modelo 420, EE.UU.), con un electrodo de combinación estandarizado y 4,0 y 7,0 tampones para la calibración. El electrodo se insertó en el núcleo de la sección del *Longissimus dorsi* paralelo a sus fibras musculares.

iii. Capacidad de retención de agua (CRA)

La CRA fue calculada por el método de pérdidas por cocción (Cañeque y Sañudo, 2000). Las muestras de *Longissimus dorsi* fueron cocinadas en forma estándar hasta una temperatura interna final de 70,9°C en una plancha industrial de doble contacto a 180°C. El tiempo de cocción se fijó en 3 minutos. Se registraron los pesos antes y después de la cocción a fin de evaluar las mermas.

iv. Evaluación de la terneza de la carne

Para la evaluación de la terneza de la carne se realizó una evaluación de firmeza instrumental. Se utilizó un Texturómetro Stable Micro Systems® TA.XT plus, acoplado a una sonda Warner Bratzler. Las condiciones de medición determinadas fueron:

- Sonda: Warner Bratzler.

- Celda: 50 Kg.
- Distancia: 40 mm de compresión
- Velocidad de pre test y test de 2 mm/s
- Velocidad de pos test: 10 mm/s

El resultado es la firmeza, fuerza necesaria para producir el cizallamiento de tres trozos de carne de 1 x 1 x 2 cm tomadas del músculo *Longissimus dorsi*, informando el promedio y expresado en N (Newton).

v. *Obtención de las medidas del color de la carne y de la grasa*

Las mediciones de color de la carne y grasa se realizaron sobre el músculo *Longissimus dorsi* con un espectrofotómetro BYK-Gardner®.

Las condiciones experimentales fueron: observador 10° e iluminante D65. Se utilizó la escala de color del sistema creado en 1976 por la Commission International de L'Eclairage (C.I.E. Lab) y se determinaron los siguientes parámetros por sextuplicado para la superficie en la muestra de carne. Se midió el color en una de las superficies del músculo *Longissimus dorsi* y sobre la grasa. Se trabajó con los siguientes parámetros:

L*: luminosidad, tiene un valor de $L^* = 0$ para el negro y $L^* = 100$ para el blanco

a*: coordenada verde (valores negativos) y rojo (valores positivos)

b*: coordenada azul (valores negativos) y amarillo (valores positivos).

Utilizando las variables a* y b* se calcularon la saturación o croma $C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$ y el tono $h = \arctan(b^*/a^*)$ (MacDougall, 1986; Wyszecki y Stiles, 1982), multiplicado por $180/\pi$ para expresarlo en grados sexagesimales.

El C* describe la intensidad de un color con respecto a la cantidad de luz blanca que es mezclada con él y está relacionado con la cantidad de pigmentos de la carne. El h describe la

longitud de onda de la radiación de luz (amarillo, verde, azul o rojo) y está relacionado con el estado químico de los pigmentos (Renerre, 1982).

Las muestras fueron expuestas al aire durante 60 minutos antes de realizarse las mediciones para un adecuado desarrollo del color.

vi. *Análisis del perfil de textura (TPA)*

Se realizó el TPA, método imitativo que trata de simular las condiciones en que el alimento se encontrará durante el proceso de masticación de acuerdo a la metodología descrita por Caine y col., 2003.

Los aparatos utilizados imitan la acción de los dedos, los dientes, e incluso la boca. Consiste en comprimir el alimento entre dos superficies planas hasta un 25% de su altura inicial (compresión del 75%), dos veces sucesivas, con el fin de imitar a la mandíbula humana. Se obtiene una curva fuerza-tiempo de la que se pueden extraer siete parámetros diferentes, siendo los más interesantes para la carne las variables de la dureza, la elasticidad y la masticabilidad.

Luego de la cocción y de 24 h de almacenamiento en refrigeración (4°C) se extrajeron 4 tarugos de 2,54 cm de diámetro de cada muestra obtenida del músculo *Longissimus dorsi*.

El TPA se efectuó con un texturómetro marca Stable Microsystems® modelo TA.XT plus (Surrey, Reino Unido) en base a las siguientes especificaciones:

- Celda: 50 Kg.
- Tipo de Test (Test Mode): doble compresión
- Velocidad de pre test (PreTest Speed): 3 mm/s
- Velocidad del Test (Test speed): 1,00 mm/s
- Velocidad del post test (PostTest speed): 3,00 mm/s
- Tiempo entre la primera y segunda compresión: 1s

- Porcentaje de compresión: 70%
- Fuerza de ejecución: 0,04903 N

Se determinaron los parámetros mecánicos: dureza (N) como la máxima fuerza requerida para comprimir la muestra y lograr la deformación, adhesividad como el trabajo necesario para separar un alimentos de una superficie, elasticidad como la capacidad de la muestra de recuperar su forma original luego de quitar la fuerza, cohesividad (%) como el grado al cual la muestra puede deformarse antes de romperse, masticabilidad como el trabajo para masticar la muestra para deglutirla y resiliencia como la capacidad de un cuerpo de almacenar energía elásticamente.

d. Análisis estadístico

Mediante la utilización de la metodología de Análisis de Componentes Principales (PCA) y gráficos biplots se describieron las diferencias entre tipos genéticos. En un primer análisis se incluyeron el extracto etéreo (EE) y los ácidos grasos del perfil lipídico observado y, en un segundo análisis, para las variables EE, las observadas como características físicas de la carne y las evaluadas en TPA.

Los resultados de las variables en estudio se analizaron empleando un Diseño Completamente Aleatorizado (DCA), utilizando las razas como tratamientos. Se estudiaron previamente los supuestos del diseño, contemplándose en el modelo, la utilización de Modelos Mixtos en circunstancias de haberse detectado heterogeneidad de Varianzas. Se emplearon pruebas de comparación múltiples, siendo de elección en este trabajo la Prueba de Tuckey.

El análisis de los datos se realizó mediante el software SAS® 9.4 (SAS Inst Inc.) e INFOSTAT utilizando un nivel de significación del cinco por ciento ($\alpha = 0,05$).

3. RESULTADOS

a. Edad, peso y grasa de cadera

La edad a la faena en meses, los pesos y las características ecográficas se presentan en la tabla 2.

Tabla 2. Edad, peso y espesor de grasa de cadera a la faena a la faena de los novillos de distintos tipos genéticos.

Raza	Edad (meses)		Peso (kg)		P8 (mm)
AA	41,33	0,33	590	12,03	13,88 ^a 1,75
HA	47	0,84	808	20,58	12,26 ^a 0,95
MG	41	0,04	602	19,06	12,76 ^a 0,37
WxAA	41,5	0,5	621	26,1	14,15 ^a 0,98
WxHA	41,5	0,5	642,8	11,2	10,06 ^a 0,81

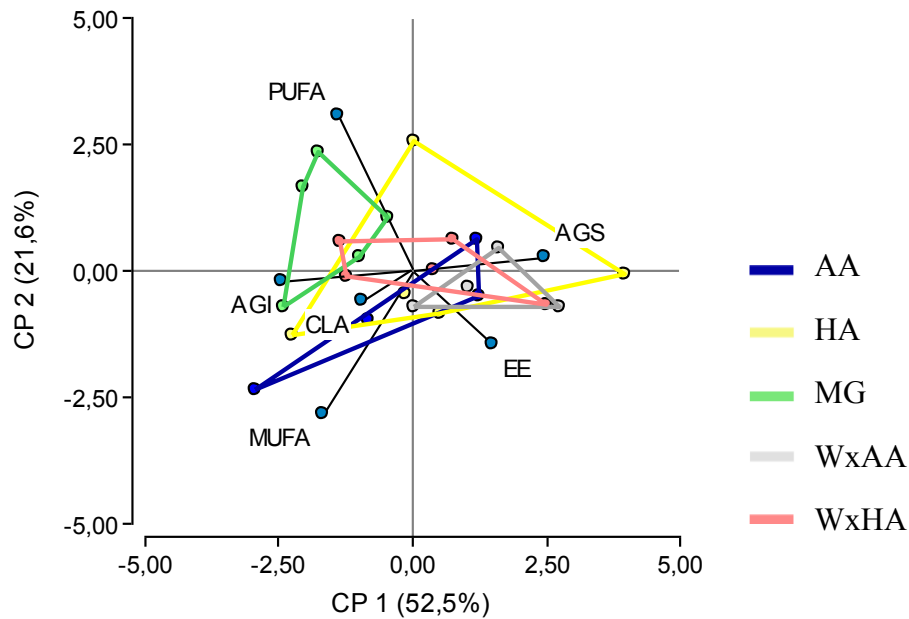
ab Valores con superíndice diferente son significativamente diferente ($P < 0,005$)
 AA (Angus), HA (Holando Argentino), MG (Murray Grey), WxAA (cruza Wagyu por Angus), WxHA (cruza Wagyu por Holando Argentino)

Los valores de grasa de cadera no presentaron diferencias significativas entre razas, evidenciando similar nivel de terminación entre los distintos novillos de las distintas razas.

b. Análisis de los componentes principales (PCA)

El PCA realizado sobre el contenido de grasa total y el perfil lipídico explicó el 74% de la variabilidad de los resultados dentro de los primeros dos ejes. La figura 5 representa gráficamente los rasgos de los dos primeros componentes.

Figura 5. Biplot del contenido de grasa total y AG de las distintos tipos genéticos en estudio.



La raza MG tuvo una tendencia a presentar más AGI, mientras que HA más AGS. Para el resto de las razas no se pudo observar una clara diferenciación.

El primer componente explicó el 52,5% de la variación y estuvo relacionado positivamente con AGS y negativamente con AGI (tabla 3). El segundo componente explicó el 21,6% de la variación y presentó relación positiva con PUFA y negativa con MUFA (tabla 3).

Tabla 3. Correlaciones con las variables originales.

Variables	CP 1	CP 2
EE	0,59	-0,38
CLA	-0,37	-0,15
AGS	0,98	0,07
AGI	-0,97	-0,05
MUFA	-0,66	-0,72
PUFA	-0,56	0,77

En la tabla 4 se presenta la matriz del coeficiente de correlación entre las variables analizadas.

Tabla 4. Matriz de coeficientes de correlación

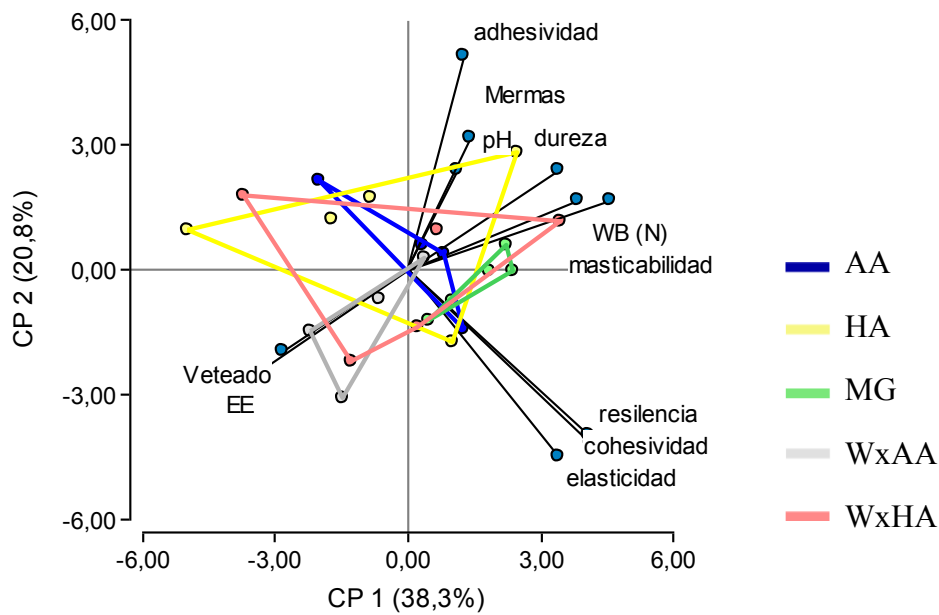
	EE	CLA	AGS	AGI	MUFA	PUFA
EE	1					
CLA	-0,22	1				
AGS	* 0,44	-0,29	1			
AGI	* -0,43	0,22	* -1	1		
MUFA	-0,16	0,2	* -0,7	* 0,7	1	
PUFA	-0,41	0,06	* -0,54	* 0,55	-0,21	1

* Correlación significativa al 0,05

La matriz de coeficientes de correlación de las variables correspondientes a los lípidos mostró una correlación significativa entre el EE con el nivel de AGS y de AGI. La correlación fue positiva para los AGS (0,44) mientras que fue negativa para los AGI (-0,43). La correlación entre AGS y AGI (-1), MUFA (-0,7) y PUFA (-0,54) también fue significativa y en este caso negativa. Los AGI mostró una correlación positiva entre los MUFA (0,7) y PUFA (0,55), siendo mayor en el caso de los MUFA.

El análisis del componente principal (PCA) realizado sobre las variables físicas, TPA y EE explicó el 59 % de la variabilidad de los resultados dentro de los primeros dos ejes. La figura 6 representa gráficamente los rasgos de los dos primeros componentes.

Figura 6. Biplot de las variables físicas, el TPA y EE de los distintos tipos genéticos en estudio.



El primer componente explicó el 38,3% y el segundo el 20,8% de la variación. Puede observarse en la tabla 5 que las variables masticabilidad tuvieron una correlación positiva y EE presentó una correlación negativa en la CP1. Para la CP2 solamente se presentó con correlación positiva la adhesividad y correlación negativa la elasticidad.

Tabla 5. Correlaciones con las variables originales.

Variables	CP 1	CP 2
Veteado	-0,53	-0,27
pH	0,21	0,33
Merzas	0,27	0,44
WB (N)	0,73	0,23
Dureza	0,65	0,33
Adhesividad	0,24	0,72
Elasticidad	0,65	-0,63
Cohesividad	0,79	-0,59
Masticabilidad	0,87	0,23
Resiliencia	0,77	-0,56
EE	-0,62	-0,33

No se observó una clara diferenciación entre las razas, pudiéndose observar la evidente diferenciación de tres grupos de asociaciones de variables, una positiva entre las variables

resiliencia, cohesividad y elasticidad, otra positiva entre adhesividad, mermas, pH, dureza, fuerza de corte por el método de WB y masticabilidad; y una tercera, negativa, entre EE y veteado.

En la tabla 6 se presenta la matriz de coeficiente de correlación entre las variables analizadas.

Tabla 6. Matriz de coeficientes de correlación entre variables analizadas.

	Veteado	pH	Mermas	WB (N)	Dureza	Adhesividad	Elasticidad	Cohesividad	Masticabilidad	Resiliencia	EE
Veteado	1										
pH	-0,23	1									
Mermas	-0,11	0,3	1								
WB (N)	-0,37	0,11	0,13	1							
Dureza	-0,05	0,23	0,28	* 0,48	1						
Adhesividad	-0,28	0,08	0,06	* 0,43	0,4	1					
Elasticidad	-0,22	-0,02	-0,17	0,39	0,1	-0,14	1				
Cohesividad	-0,25	-0,05	0,05	0,41	0,29	-0,26	* 0,87	1			
Masticabilidad	-0,35	0,24	0,29	* 0,62	* 0,88	0,41	0,36	* 0,53	1		
Resiliencia	-0,21	0,06	0,03	0,34	0,39	-0,26	* 0,78	* 0,94	* 0,6	1	
EE	* 0,74	-0,03	* -0,42	* -0,5	-0,21	-0,23	-0,17	-0,34	* -0,41	-0,22	1

* Correlación significativa al 0,05

El veteado y el EE presentaron alta correlación positiva (0,74), mientras que el EE mostró una correlación negativa con las mermas por cocción (-0,42). La fuerza de corte por cizalla WB, presentó correlación positiva con dureza (0,48), adhesividad (0,43) y masticabilidad (0,62), todos atributos del TPA. Además, la fuerza de corte por cizalla presentó correlación negativa con el EE (-0,5).

La dureza y la masticabilidad, ambos atributos del TPA, se correlacionaron positivamente (0,88) de la misma manera que la elasticidad lo hizo con la cohesividad (0,87) y la resiliencia (0,78). La cohesividad presentó una correlación positiva con la resiliencia (0,94) y con la masticabilidad (0,53), mientras que la masticabilidad también lo hizo con la resiliencia en forma positiva (0,6), pero negativa con el EE (-0,41).

c. Determinación de los lípidos totales y el perfil de ácidos grasos

Los resultados del Contenido de lípidos (porcentaje de peso seco) y composiciones de AG (porcentaje de AG totales) del total de lípidos se resumen en la tabla 7.

Tabla 7. Contenido de lípidos (porcentaje de peso seco) y composiciones de AG (porcentaje de AG totales) del total de lípidos.

Acido Graso	AA		HA		Razas MG		WxAA		WxHA		P
EE (%)	4,65	0,75	4,57	0,68	3,94	0,68	6,02	0,75	3,43	0,68	0,1694
14:0 <i>Ac. Mirístico</i>	2,77	0,19	2,58	0,25	2,30	0,15	3,01	0,35	2,52	0,19	0,2970
16:0 <i>Ac. Palmítico</i>	27,33	0,51	27,44	0,77	26,49	0,49	28,43	0,99	27,28	0,37	0,3809
16:1 ω 7 <i>Ac. Palmitoléico</i>	4,23	0,19	3,92	0,34	3,86	0,23	4,42	0,37	3,89	0,29	0,6260
18:0 <i>Ac. Estearico</i>	13,90	0,59	14,95	0,67	14,06	0,56	14,21	0,88	15,15	0,75	0,6294
18:1 ω 9 <i>Ac. Oléico</i>	46,73	1,17	45,74	0,86	45,69	0,44	45,04	0,78	46,01	0,46	0,6803
18:1 ω 7 <i>Ac. Vaccénico</i>	0,23	0,03	0,14	0,03	0,21	0,03	0,17	0,03	0,13	0,03	0,0796
18:2 ω 6 <i>Ac. Linoleico</i>	2,06	ab 0,19	2,19	ab 0,38	3,08	b 0,29	1,84	a 0,09	1,95	ab 0,24	0,0308
18:3 ω 6 <i>Ac. Gamma-Linoénico (GLA)</i>	0,04	0,02	0,09	0,02	0,06	0,01	0,10	0,01	0,07	0,02	0,2674
18:3 ω 3 <i>Ac. Alfa-Linolénico (ALA)</i>	0,90	a 0,05	0,94	a 0,06	1,30	b 0,07	1,04	ab 0,07	1,04	ab 0,07	0,0030
CLA <i>Ac. Linoléico Conjugado</i>	0,59	0,07	0,62	0,06	0,74	0,06	0,53	0,07	0,58	0,06	0,2120
20:4 ω 6 <i>Ac. Araquidónico</i>	0,47	0,06	0,52	0,12	0,41	0,14	0,39	0,04	0,46	0,10	0,9020
20:5 ω 3 <i>Ac. Eicosapentaenóico (EPA)</i>	0,20	0,06	0,18	0,03	0,50	0,10	0,19	0,01	0,18	0,05	0,0758
22:4 ω 6 <i>Ac. Adrénico</i>	0,18	0,14	0,23	0,11	0,07	0,01	0,15	0,12	0,28	0,16	0,3837
22:5 ω 3 <i>Ac. Docosapentaenóico (DPA)</i>	0,36	ab 0,03	0,36	ab 0,08	0,61	b 0,10	0,26	a 0,03	0,38	ab 0,06	0,0317
22:6 ω 3 <i>Ac. Docosahexaenóico (DHA)</i>	0,04	b 0,00	0,11	b 0,05	0,61	a 0,13	0,21	ab 0,07	0,10	b 0,05	0,0012
AGS (%)	44,00	0,90	44,96	0,81	42,85	0,81	45,65	0,90	44,95	0,81	0,1971
AGI (%)	55,41	0,90	54,42	0,81	56,41	0,81	53,82	0,90	54,48	0,81	0,2526
AGMI (%)	51,18	0,83	49,81	0,75	49,76	0,75	49,63	0,83	50,03	0,75	0,6719
AGPI (%)	4,23	a 0,54	4,61	ab 0,48	6,65	b 0,48	4,19	a 0,54	4,45	a 0,48	0,0113
ω 3 (%)	1,66	a 0,21	1,81	a 0,19	3,10	b 0,19	1,86	a 0,21	1,97	a 0,19	0,0003
ω 6 (%)	2,57	0,37	2,80	0,33	3,55	0,33	2,34	0,37	2,48	0,33	0,1453
ω 6/ ω 3	1,58	0,13	1,52	0,12	1,15	0,12	1,26	0,13	1,28	0,12	0,1064
AGMI/AGS	1,17	0,04	1,11	0,04	1,16	0,04	1,09	0,04	1,12	0,04	0,5414
AGPI/AGS	0,10	a 0,01	0,10	ab 0,01	0,16	b 0,01	0,09	a 0,01	0,10	a 0,01	0,0081

ab Valores con superíndice diferente son significativamente diferentes (P<0,05)

EE (Extracto Etéreo)

AA (Angus) HA (Holando Argentino) MG (Murray Grey) WxAA (Wagyu x Angus) WxHA (Wagyu x Holando Argentino)

AGS (14:0+16:0+18:0) Ácidos grasos saturados

AGI (16:1 ω 7+18:1 ω 9+18:1 ω 7+18:2 ω 6+18:3 ω 3+CLA+20:4 ω 6+20:5 ω 3+22:4 ω 6+22:5 ω 3+22:6 ω 3) Ácidos grasos insaturados

AGMI (16:1 ω 7+18:1 ω 9+18:1 ω 7) Ácidos grasos monoinsaturados

AGPI (18:2 ω 6+18:3 ω 3+CLA+20:4 ω 6+20:5 ω 3+22:4 ω 6+22:5 ω 3+22:6 ω 3) Ácidos grasos poliinsaturados

ω 3 (18:3 ω 3+20:5 ω 3+22:5 ω 3+22:6 ω 3) Ácidos grasos poliinsaturados omega 3

ω 6 (18:2 ω 6+20:4 ω 6+22:4 ω 6) Ácidos grasos poliinsaturados omega 6

El EE no presentó diferencias significativas entre razas, cuyo valor máximo (6,02%) se observó en los novillos WxAA.

En relación al perfil lipídico, se observaron diferencias significativas en algunos de los AG en forma individual y también en algunos de los porcentajes de AG agrupados.

El ácido linoleico (18:2 ω 6) fue significativamente distinto ($P=0,0308$) entre las razas MG (3,08%) y WxAA (1,84%), mientras que el resto de las razas con (AA=2,06%; HA=2,19% y WxHA=1,95%) no se diferenciaron entre ellas ni con MG y WxAA.

El 18:3 ω 3 alfa linolénico (ALA) fue también significativamente distinto entre razas ($P=0,003$) siendo el MG (1,03%) el que presentó mayor contenido y con el menor valor en AA (0,9%) y HA (0,94%).

También hubo diferencias significativas entre razas para el ácido docosapentaenoico (DPA) ($P=0,0317$) y el ácido docosahexaenoico (DHA) ($P=0,0012$), siendo para ambos casos la carne de novillos MG la que presentó mayor porcentaje (DPA=0,61% y DHA=0,61%).

Al considerar las fracciones se encontraron diferencias significativas ($P<0,05$) en los AGPI, el grupo de los ácidos ω 3 y la relación AGPI/AGS. Los AGPI presentaron diferencias entre MG (6,65%) y el resto de las razas (AA=4,23%; WxAA=4,19% y WxHA=4,45%) salvo HA (4,61%) que no se diferenció de esta ni del resto. Mientras que para los ácidos grasos ω 3, MG presentaron también el mayor valor (3,10%) y se diferenciaron significativamente del resto de las razas. La relación AGPI/AGS, MG (0,16%) fue significativamente distinta del resto de las razas salvo la de HA (0,1%) que no presentó diferencias con ella ni con el resto de las razas.

d. Análisis físicos

De los parámetros físicos analizados, el veteadado, la CRA medido por pérdidas por cocción (mermas), la terneza determinada por WB y la variable de color a^* tanto de la carne como de la grasa mostraron diferencias entre razas, como así también lo hizo el Cromo de la carne y el tono de la grasa. Los resultados del efecto de la raza sobre los parámetros físicos se resumen en la tabla 8.

Tabla 8. Efecto del tipo genético sobre los parámetros físicos de calidad de la carne

	AA		HA		MG		WxAA		WxHA		P
Veteado	2,5	ab 0,32	2,7	ab 0,28	2,1	a 0,28	3,5	b 0,32	2,4	ab 0,28	0,0470
pH	5,52	0,04	5,53	0,04	5,50	0,03	5,53	0,03	5,63	0,03	0,0655
Merms (%)	33,33	ab 1,11	33,63	b 1,00	29,08	a 1,00	29,59	ab 1,11	32,73	ab 1,00	0,0122
WB (N)	35,62	ab 4,61	34,97	ab 4,13	49,04	b 4,13	29,53	a 4,61	32,82	ab 4,13	0,0410
TPA											
Dureza (N)	68,74	4,63	61,05	4,65	66,82	3,75	66,83	6,61	64,41	10,13	0,0578
Adhesividad	-7,41	5,79	-7,88	3,89	-2,38	0,89	-13,34	5,24	-12,12	2,89	0,0544
Elasticidad	0,35	0,03	0,34	0,03	0,44	0,03	0,39	0,03	0,35	0,03	0,0964
Cohesividad	0,41	0,04	0,37	0,03	0,45	0,03	0,42	0,04	0,41	0,03	0,4573
Masticabilidad	12,69	1,27	11,03	1,13	13,22	1,13	11,14	1,27	11,69	1,13	0,6121
Resiliencia	0,15	0,01	0,13	0,01	0,16	0,01	0,15	0,01	0,14	0,01	0,6004
Color de la carne											
L*	31,12	1,22	31,21	1,09	35,74	1,09	31,40	1,22	32,09	1,09	0,0412
a*	15,28	b 0,84	16,04	ab 1,22	19,28	a 0,83	16,50	b 0,35	16,78	ab 0,29	0,0332
b*	10,21	0,62	11,44	1,05	10,98	0,51	11,52	0,16	11,62	0,52	0,3187
C*	18,38	b 1,03	19,71	ab 1,55	22,25	a 0,50	20,13	ab 0,22	20,43	b 0,43	0,0081
h (grados)	33,72	1,53	35,40	1,37	29,81	1,37	34,94	1,53	34,65	1,37	0,0651
Color de la grasa											
L*	62,20	1,75	62,36	1,57	64,65	1,57	61,27	1,75	59,42	1,57	0,2570
a*	7,24	b 1,17	6,33	b 1,05	1,56	a 1,05	6,86	b 1,17	8,98	b 1,05	0,0014
b*	25,25	0,79	24,13	0,88	22,24	2,40	25,94	1,14	22,98	1,20	0,3138
C*	26,28	1,59	25,02	1,42	22,35	1,42	26,86	1,58	24,94	1,42	0,2727
h (grados)	74,06	a 2,72	75,35	ab 2,43	85,79	b 2,43	75,20	ab 2,72	68,91	a 2,43	0,0023

ab Valores con superíndice diferente son significativamente diferentes ($P < 0,05$)

AA (Angus) HA (Holando Argentino) MG (Murray Grey) WxAA (Wagyu x Angus) WxHA (Wagyu x Holando Argentino)

WB (Fuerza de corte por cizalla de Warner Bratzler)

L* (Luminosidad) a* (índice rojo-verde) b* (índice amarillo-azul) C* (Croma) h (tono)

El vetado presentó diferencias significativas ($P=0,047$) entre la craza WxAA (3,5) y MG (2,1), no teniendo el resto de las razas diferencias entre ellas.

Las merms por cocción se encontraron con diferencias significativas ($P=0,0122$) entre los bifes de los novillos MG (29,08%) y HA (34,97%), no siendo significativas con el resto de las razas.

La terneza, determinada por la fuerza de corte, presentó diferencias significativas ($P=0,0410$) entre los novillos de la raza MG con el mayor valor de fuerza de corte (49,04 N), encontrándose en el extremo opuesto la carne de los novillos WxAA (29,53 N). El resto de las

razas presentaron valores intermedios y sin diferencias significativas (AA=35,62 N; HA=34,97 N y WxHA=32,82 N).

La evaluación del color presentó diferencias significativas entre razas en el parámetro a^* de la carne ($P=0,0332$), siendo las muestras de la raza MG las que presentan mayor valor (19,28) y diferenciándose de los novillos de raza AA (15,28) y de la cruce WxAA (16,50). Las razas HA (16,04) y la cruce WxHA (16,78) no se diferenciaron entre ellas ni con las anteriores.

El Croma de la carne de novillos MG presentó diferencias significativas ($P=0,0081$) siendo la raza de mayor valor (22,25), con un color más saturado y diferenciándose de la raza AA (18,38) y de la cruce WxHA (20,47). El resto de las razas no presentaron diferencias entre ellas ni con las anteriores (HA=19,71 y WxAA=20,13).

El color de la grasa también mostró diferencias significativas ($P=0,0014$) en la variable a^* , siendo la raza MG (1,56) diferente del resto de las razas que no se diferencian entre ellas (AA=7,24; HA=6,33; WxAA=6,86 y WxHA=8,98).

El tono de la grasa también mostró diferencias entre razas, siendo la raza MG ($85,79^\circ$) significativamente distinta ($P=0,0023$) de la cruce WxHA ($68,91^\circ$) y AA ($74,06^\circ$). La raza HA ($75,35^\circ$) y la cruce WxAA ($75,2^\circ$) no se diferenciaron entre ellas ni con las anteriores.

4. DISCUSION

Los tipos genéticos ejercen un efecto sobre algunos de los parámetros de calidad estudiados, encontrándose diferencias en algunos de los ácidos grasos del perfil lipídico en forma individual como así también en los grupos de ácidos grasos diferenciados por sus características químicas.

Se observó además un efecto del tipo genético sobre el veteado, las mermas por cocción y la dureza determinada por fuerza de corte con cizalla WB.

El parámetro a^* de color tanto en carne como en grasa, el C^* de la carne y el tono h de la grasa también mostró diferencias entre tipos genéticos.

a. Análisis de los componentes principales

El aumento del EE conlleva a un aumento de los AGS y una disminución de los AGI. Según De Smet y col. (2004), la variación en el contenido de grasa total tiene un efecto sobre la composición de AG, el contenido de AGS y AGMI aumenta más rápidamente con el aumento de la grasa total que el contenido de AGPI lo que conduce a una disminución en la proporción relativa de AGPI.

La correlación negativa entre AGS y AGI es esperable, ya que de la totalidad de los AG del perfil, lo que no es AGS es AGI, ocurriendo lo mismo con los AGMI y AGPI, su suma representa la totalidad de AGI.

De las distintas variables analizadas en el segundo PCA, la correlación positiva existente entre el veteado y el EE es esperada, ya que el EE es parte del veteado. El EE se correlacionó negativamente con las mermas por cocción tal cual lo describe Ueda y col. (2007). La pérdida por cocción disminuye en la carne con un contenido de grasa. Los músculos que contenían una gran cantidad de grasa intramuscular tenían menor pérdida de cocción al utilizar carne con un contenido de grasa entre 4.9 a 20.8% (Ueda y col., 2007).

Caine y col. (2003) informaron que la dureza y adhesividad podrían ser útiles para explicar una proporción significativa de la variación en la terneza, hecho que se observa en la correlación existente entre fuerza de corte por cizalla y las variables del TPA. Además la correlación negativa entre fuerza de corte por cizalla con el EE, marca el efecto de la grasa intramuscular sobre la terneza (Emerson y col., 2013).

b. Determinación de los lípidos totales y el perfil de ácidos grasos

El EE, si bien no presentó diferencias significativas, siguió una tendencia que muestra que existe una predisposición racial al mayor porcentaje de grasa IM en la raza Wagyu, efecto que también se vio reflejado en el veteado. El Wagyu se caracteriza por su capacidad para depositar una gran cantidad de grasa intramuscular durante el período de engorde (Ueda y col., 2007). Frank y col. (2016) encontraron valores que van desde los 7,8% hasta los 17,5% en vaquillonas Wagyu terminadas a pasto.

Si bien se podrían esperar valores cercanos a 2,8% para el resto de las razas considerando la terminación en pastoreo (García y col., 2008; Pordomingo y col., 2012 y Leheska y col., 2008), los valores encontrados cercanos al 4% son similares a los reportados para novillos Angus por Volpi Lagreca y col. (2013).

Otros autores tampoco encontraron diferencias en el contenido de GI a igual grado de terminación de los animales (French y col., 2000; Varela y col., 2004), siendo similar también en este ensayo el grado de terminación, determinado por el espesor de la grasa en punta de cadera ($P8=12,6 \text{ mm} \pm 1,6$).

El ácido palmítico (C16:0) y esteárico (C18:0) entre los AGS, el oleico (C18:1) y palmitoleico (C16:1) entre los AGMI y linoleico (C18:2) y linolénico (C18:3) entre los AGPI son los más abundantes en los sistemas pastoriles (Bidner, 1981; García y Casal, 1992; Mandell, 1998; Rosso y col., 1998; Camfield, 1999; Myers, 1999; Cossu, 2000) coincidiendo en líneas generales con los valores encontrados en este ensayo.

Los niveles de ácido mirístico 14:0 y 16:0 son similares a los reportados por García y col. (2008) en donde también se observan diferencias entre razas. Los niveles de 18:1 encontrados no presentan diferencias significativas entre las razas, difiriendo de lo encontrado por Garcia y col. (2008) donde la raza HA presentó mayor cantidad que la raza AA. Los valores de ácido

linoleico (18:2 ω 6) hallados, diferentes significativamente entre las razas MG y WxAA, son menores a los reportados por García y col. (2008), pero mayores a los encontrados por French y col. (2000).

El 18:3 ω 3 ALA fue también significativamente distinto entre las razas siendo el MG diferente de AA y HA, coincidente con los valores hallados por García y col. (2008). Las diferencias significativas entre razas para los ácidos DPA y DHA, en ambos casos se diferenciaron en la raza MG del resto. Si bien el valor hallado de los ácidos DPA y DHA para la raza MG se acerca a los reportados por García y col. (2008), en el resto de las razas presentaron valores inferiores.

La concentración de CLA en animales recriados y terminados sobre pasturas es probable que esté en el rango de 0.7 a 0.8% (Pighin y col., 2016), con valores cercanos a los encontrados en este trabajo. Estos niveles de CLA son los esperados para sistemas pastoriles, dado que en líneas generales, los forrajes tienen mayor concentración de ALA y constituye la ruta metabólica de la BH más extensa, lo que sugiere que este ácido produce un mayor número de compuestos intermediarios, como el CLA (Castillo y col., 2013 y Pordomingo y col., 2012).

Sin embargo, también debería verse aumentado el ácido vaccénico (18:1 ω 7) otro producto intermediario de la BH, lo que no ocurre en este ensayo, encontrando valores inferiores a los reportados por García y col. (2008) y Pordomingo y col. (2012). Estas diferencias pueden deberse a la actividad de la Δ 9 desaturasa, enzima responsable de la transformación de 18:1 ω 7 en CLA en el músculo, disminuyendo la cantidad de 18:1 ω 7 pero aumentando los niveles de CLA.

Los AGPI presentan diferencias entre la raza MG y el resto de las razas salvo para la raza HA, que no se diferencia de esta ni del resto. Estos valores hallados son inferiores a los

reportados por García y col. (2008) que encontraron que el 7,81% de los AGPI en la raza AA y el 8,2% en la raza HA bajo alimentación exclusiva a pasto y Latimori y col. (2008) donde la carne de novillos de la raza AA presentó el 9,6% y en la raza HA se halló con el 9,2%.

Sin embargo, fueron superiores a los encontrados por Leheska y col. (2008) en sistemas pastoriles (2,44%). La raza MG presentó diferencias también en los ácidos grasos $\omega 3$, (3,1%) y se diferenció significativamente del resto de las razas que promedian el 1,82%. García y col. (2008) encontraron que la fracción de $\omega 3$ representó el 2,95% del total de AG y Latimori y col. (2008) reportaron una media de 2,9%, donde la raza AA presentó la misma proporción que la raza MG del presente ensayo y que fue superior al valor hallado en AA (1,66%).

La relación AGPI/AGS, mostró diferencias significativas entre la raza MG y el resto de las razas salvo en la raza HA que no presentó diferencias con el resto de las razas. García y col. (2008) reportaron valores algo superiores (0,21), al igual que Pavan y Duckett (2007) que en el músculo de novillos Aberdeen Angus reportaron una relación de 0,23.

Los AGS hallados representan el 44,5% en promedio sin diferenciarse entre las razas y concuerdan con los reportados por Pavan y Duckett (2007). Los valores de AGMI encontrados tampoco se diferenciaron entre las razas, no observándose el efecto de la crucea Wagyu, a pesar de lo reportado por Xie y col. (1996), May y col. (1993) y Surdivant y col. (1992) donde se ve la predisposición genética al depósito de mayor cantidad de AGMI y menor cantidad de AGS, mejorando incluso la relación AGMI/AGS.

Los niveles de $\omega 6$ encontrados son similares a los reportados por Leheska y col. (2008) e incluso algo inferiores a los encontrados por García y col. (2008). La relación resultante entre esta última porción de ácidos grasos $\omega 6$ y los ácidos grasos $\omega 3$ fue similar a la informada por Pordomingo y col. (2009) y García y col. (2008), e incluso inferior a la reportada por Alfaia y col. (2010), Leheska y col. (2008) y Enser y col. (1996).

c. Análisis físicos

El efecto genético de la raza Wagyu se observa claramente en el mayor grado de vetado que presentan, con un marbling moderadamente abundante según la escala USDA, aunque solo lo hace en su cruce con la raza Aberdeen Angus. Si bien Mears y col. (2001) no encontraron un efecto de la raza al ser utilizada en cruces sobre el puntaje de marmóreo, Lunt (1993) si lo hizo al comparar novillos de la raza Aberdeen Angus con cruces Wagyu.

Los valores de pH hallados son similares a los encontrados por diversos autores en novillos de distintas razas terminados en sistemas pastoriles (Grigera Naón y col., 2007 y Martínez Ferrer y col., 2006).

Los valores hallados para las mermas por cocción se encuentran por encima del 29%, siendo cercano a los encontrados por Pordomingo (2012) en vaquillonas Angus recriadas y terminadas en condiciones de pastoreo (28,2%) y por el mismo autor (2007) en novillos de la raza Aberdeen Angus terminados sobre pasto (28,5%).

Los valores de terneza hallados y de acuerdo a la escala presentada por Martínez y col. (2017) según la fuerza de corte WBSF, permitió diferenciar carne muy tierna <31,4 N, tierna entre 31,4 N y 38,3 N, intermedia entre 38,3 N y 45,1 N y dura en cortes con valores > a 45,1 N. La carne de los novillos cruce WxAA resultó muy tierna (29,53 N), mientras que la de los novillos MG dura (49,04 N). El resto de las razas pueden considerarse tiernas (AA=35,62 N; HA=34,97 N y WxHA=32,82 N). Estos valores coinciden con los reportados por Pordomingo (2012) en relación al sistema y a la terminación sobre pasto.

El efecto de la raza Wagyu en su cruce, también fue reportada por Ibrahim y col. (2008) en donde observaron menores valores de WBSF en los novillos con sangre Wagyu, al igual que Myers y col. (1999) cuando compararon cruces Wagyu con cruces de razas británicas y continentales.

Luo y col. (2018) y Xiong y col. (2007) encontraron que existe una correlación negativa entre el nivel de marmóreo y la fuerza de corte WBSF, esto puede explicar el menor valor de WBSF en la carne de novillos cruza WxAA con mayor nivel de veteado y la mayor fuerza de corte, dando carnes duras, en los novillos con menor nivel de veteado como lo son los de raza MG.

Ninguno de los parámetros evaluados en el perfil de textura presentó diferencias significativas y todos se encuentran dentro de los valores esperados para novillos terminados con dietas pastoriles. Grigioni y col. (2013) al comparar el TPA de distintos músculos de novillos británicos encontraron valores similares.

El parámetro a^* , que evalúa la gama de color entre el rojo (+) y el verde (-), fue diferente entre la carne de novillos raza MG y la de cruza y la raza AA, y las muestras de la raza HA y la cruza WxHA no se diferenciaron entre ellas ni con las anteriores, presentando valores intermedios.

Todos los valores se encuentran en el rango normal para el sistema pastoril, coincidiendo con el trabajo de varios autores que reportan valores que van de los $a^*=16,2$ en novillos británicos (Martinez Ferrer y col., 2006) a $a^* = 22,6$ en novillos Angus (Grigera Naón y col. 2007).

El Croma de la carne presentó diferencias significativas siendo la raza MG la de mayor valor (22,25) y la raza AA el menor valor (18,38). El Croma, está determinado por la cantidad de pigmento del músculo (mioglobina) y varía de rosa pálido a rojo intenso.

En el caso de carne bovina, diversas publicaciones muestran una buena relación entre la evaluación sensorial y colorimétrica.

McDougall (1982) encontró que la carne bovina con valores de C^* por encima de 20 era rojo brillante, alrededor de 18 tiene un rojo apagado, con 14 es claramente marrón (40% de metamioglobina) y por debajo de 12 es marrón o marrón grisáceo (Ripoll y col., 2012).

De la misma manera, Albertí y col. (2016) establecieron una clasificación de color a partir de los datos instrumentales sugiriendo que valores de C^* superiores a 18 indican carne roja, siendo muy roja valores mayores a 24.

El resto de los parámetros de color de la carne se encuentra dentro de los valores esperados para novillos recriados y terminados sobre pastura. En líneas generales, la carne terminada en sistemas pastoriles es más oscura, tal como lo informaron Realini y col. (2004) con valores de $L^*=33,8$ en novillos terminados en forrajes, siendo similares a los encontrados ($L^*=31,12$ a $35,74$).

Si bien no presentaron diferencias significativas, los valores de color de la grasa subcutánea de las distintas razas fueron más oscuros ($L^*=59,42$ a $64,65$) y más amarillos ($b^*=22,24$ a $25,94$) que los reportados por Realini y col. (2004) en la carne procedente de novillos de sistemas pastoriles ($L^*=72,44$ y $b^*15,23$).

El tono de la grasa también mostró diferencias entre razas, siendo la raza MG la que presentó mayor valor ($85,79^\circ$) y la craza WxHA el menor ($68,91^\circ$). Estos valores se aproximan a los reportados por Kronberg y col. (2011) para novillos Angus terminados en sistemas pastoriles ($h=71,98^\circ$). Si bien no se observaron diferencias en los valores de b^* , la raza MG presentó grasa algo más amarillenta que el resto de las razas, evidenciado esto por un mayor valor del tono.

Se sabe que el ganado criado a pasto produce grasa subcutánea amarilla debido a la acumulación de carotenoides, b-caroteno y luteína (Dunne y col., 2004) y que existe una predisposición genética de las razas lecheras, como ser HA, a acumular carotenoides en el

tejido adiposo (Kerth y col., 2007). Sin embargo estas diferencias no se encontraron en este trabajo.

5. CONCLUSIONES

Existe un efecto del tipo genético sobre alguno de los parámetros nutricionales y físicos de la carne de los novillos terminados en sistemas pastoriles.

El extracto etéreo si bien no presentó diferencias significativas, siguió una tendencia que muestra que existe una predisposición genética al mayor porcentaje de grasa IM en la raza Wagyu, efecto que si se vio en el veteado en la cruce de Wagyu por Aberdeen Angus.

La carne de todos los grupos genéticos evaluados presentó características recomendables como ingrediente de la dieta de las personas en relación a la composición lipídica, especialmente por su contenido en CLA, la relación ácidos grasos $\omega 6/\omega 3$ y la relación AGPI/AGS.

Los parámetros físicos evaluados se ubicaron en valores considerados aceptables para el consumidor.

De acuerdo a los valores de dureza instrumental determinada por cizalla WB, la cruce Wagyu x Aberdeen Angus presentó el menor valor de fuerza de corte, mostrando el efecto de la cantidad de grasa intramuscular, característica de la genética Wagyu, sobre la ternura. En el mismo sentido, la raza Murray Grey resultó ser la de mayor dureza con los menores valores de veteado.

Todos los valores de color se encuentran dentro de los esperables para sistemas pastoriles independientemente del tipo genético, pudiendo ser calificada como carne roja a roja brillante.

CAPITULO 3

EFFECTO DE LA INCLUSIÓN DE LINO EN LA DIETA DE LA ETAPA DE TERMINACIÓN DURANTE EL ENGORDE A CORRAL SOBRE LOS PARÁMETROS FÍSICOS Y NUTRICIONALES DE LA CARNE Y LA PERFORMANCE PRODUCTIVA.

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, alrededor del 28% de los animales faenados anualmente provienen de los sistemas de engorde a corral basados en la alimentación con granos. Los animales que se alimentan exclusivamente con granos, ricos en ácidos grasos $\omega 6$ pero pobres en ácidos grasos $\omega 3$, producen carnes con altas concentraciones de ácido linoleico con una proporción más alta de ácidos grasos $\omega 6 / \omega 3$ que la recomendada para la salud humana (García y col., 2008).

Para contrarrestar el efecto de la dieta típica del sistema intensivo ya mencionado, se está estudiando la utilización de materias primas con alto contenido en ácidos grasos poliinsaturados (por ejemplo, semilla de lino) en las dietas utilizadas (Sayed y col., 2007).

El lino es una oleaginosa que contiene 41% de aceite, 20% de proteína bruta y un 20% de fibra detergente neutro (FDN). La fracción de aceite de lino es aproximadamente un 50% ácido α -linolénico (18:3 $\omega 3$), un ácido graso de la serie $\omega 3$ (Maddock y col., 2006).

En nuestro país, la zona de producción del lino está limitada a la Provincia de Entre Ríos en los Departamentos de Colón, Concordia, Federación, Federal, Feliciano, Gualeguay, Gualeguaychú, Nogoyá, La Paz, Paraná, San Salvador, Tala, Uruguay, Victoria y Villaguay. Los datos de la última campaña muestran una superficie sembrada de 17000 hectáreas, con un

rendimiento promedio de 1181 kilos por hectárea. La producción total de la última campaña fue de 20085 toneladas.

Alimentar con lino no es una práctica nueva. Morrison en 1946 informó que la semilla de lino es superior a la mayoría de los otros alimentos para el ganado debido a su alto contenido de aceite. El interés del uso del lino en la alimentación animal se ha desarrollado para explorar los efectos sobre la salud animal, el rendimiento del feedlot y fundamentalmente el impacto en el contenido de ácidos grasos de la carne, de manera tal que se modifique hacia una composición más saludable.

El uso de semillas de lino como fuente de ácidos grasos $\omega 3$ permite aumentar el contenido de ácido linolénico y CLA de la grasa intramuscular, disminuye la relación $\omega 6/\omega 3$, pero tiene poco efecto sobre el contenido de grasa saturada de la carne. Diversos investigadores han estudiado dietas suplementadas con semillas de lino entera (Albertí y col., 2013; Anderson y col., 2005), semillas de lino partidas o molidas (Aharoni y col., 2004) o lino tratado con formaldehído (Choi y col., 2000).

La inclusión de lino en dietas de terminación puede mejorar los parámetros productivos como ser el rendimiento, especialmente cuando es procesada. La semilla procesada aumenta el contenido de ácidos grasos de la serie $\omega 3$ especialmente α -linolénico en la grasa intramuscular (Maddock y col, 2006). La forma física en que es suministrada podría hacer variar su efecto.

Los tratamientos tecnológicos sobre la semilla como el triturado o químicos como el uso de formaldehído generan una protección contra la biohidrogenación, limitando así la disminución de los niveles de ácidos grasos insaturados ingeridos y aumentando su disponibilidad para ser absorbidos en el intestino. Estudios realizados en vacas lecheras

demuestran que alimentar con semillas de lino trituradas aumenta los niveles de ácido α -linolénico en la leche (Sterk, 2010).

El tratamiento térmico de los granos, como la extrusión a altas temperaturas, se sugirió como un método para proteger los AGPI de la actividad de BH en el rumen (Chouinard y col., 1997).

La extrusión de los alimentos constituye un proceso en el que un material (grano, harina o subproducto) es forzado a fluir, bajo una o más de una variedad de condiciones de mezclado, calentamiento y cizallamiento, a través de una boquilla diseñada para dar formar o expandir los ingredientes (Apró y col., 2000).

El uso de lino extruido fue estudiado por diversos autores en la alimentación de vacas en ordeño (Moallem, 2009; Doreau y col., 2008), incluso en la alimentación de cerdos y su efecto sobre la calidad de la carne (Chesneau y col., 2009; Noblet y col., 2008; Htoo y col., 2008).

Autores como Razminowics y col. (2008) estudiaron el efecto de la suplementación de dietas pastoriles con semillas de lino extruido durante la terminación sobre el contenido de AG ω 3 en la carne de novillos que habían sido recriados con una dieta exclusiva de forraje hasta un peso vivo promedio de 470 kg y una edad de 18 meses. Ellos compararon el lino con un concentrado de tipo convencional, no habiendo encontrado diferencias en las ganancias diarias promedio ni ningún otro rasgo de calidad de la carcasa salvo las proporciones menores de ω 3 para los novillos sin lino, con una tendencia hacia niveles más altos de CLA, aunque la proporción ω 6/ ω 3 en la carne de los novillos sin lino todavía era favorablemente baja.

Otros autores como Barton y col. (2007) lo hicieron en dietas de feedlot evaluando su efecto sobre el contenido lipídico de la carne de vaquillonas, comparando una dieta que no contenía semillas oleaginosas suplementarias, con una que contenía lino extruido ofrecidas ad libitum durante 300 días y faenados con un peso vivo promedio de 489 kg. Sus resultados

mostraron que los lípidos musculares de las vaquillonas alimentadas con lino contenían significativamente más AGMI, AGPI, CLA y menos AGS. La alimentación con lino extruido aumentó significativamente la concentración de ALA, CLA, y disminuyó la relación $\omega 6/\omega 3$.

Poco se conoce acerca de la inclusión de semilla de lino extrusada como ingrediente de dietas de terminación de novillos en nuestro país, especialmente en cuanto a la modificación de la composición lipídica de la carne y sus propiedades organolépticas en animales de distinto tipo genético, de manera tal que se pueda asegurar en la grasa de la carne, niveles adecuados de ácidos grasos beneficiosos para la salud humana.

El objetivo del presente capítulo fue evaluar el efecto de la inclusión de lino en la dieta de terminación a corral sobre los parámetros físicos y nutricionales de la carne y la performance productiva.

2. MATERIALES Y METODOS

a. Animales y alimentación

Todos los procedimientos de cuidado y uso de animales fueron aprobados por el Comité Institucional de Cuidado y Uso de Animales de Laboratorio (CICUAL) de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de La Plata, protocolo nro. 79-2-18T.

Se utilizaron 38 novillos de distintos tipos genéticos: Aberdeen Angus (AA), Holando Argentino (HA), Murray Grey (MG), cruza Wagyu x Angus (WxAA) y cruza Wagyu x Holando Argentino (WxHA).

Todos los animales usados en este experimento fueron mantenidos en similares condiciones de pastoreo antes de comenzar el periodo experimental, en el campo Don Joaquín de la Universidad Nacional de La Plata, ubicado en la localidad de General Mansilla, partido de Magdalena en la provincia de Buenos Aires, Argentina.

Los animales fueron criados sobre lote con pastura consociada implantadas el año anterior con diferentes variedades de Festuca (Mediterranea y Continental) y Agropiro y mezcla de leguminosas (Trebol Rojo, Trebol Blanco, Lotus tenuis y Lotus corniculatus).

Fueron trasladados al campo Santa Catalina de la Universidad Nacional de la Plata, ubicado en la localidad de Llavallol, partido de Lomas de Zamora, para ser terminados en condiciones de encierre. Se diseñaron y armaron corrales individuales de 32 m² con cinta electro plástica, cada uno con su respectivo bebedero y comedero. Todos los corrales quedaron ubicados al reparo de árboles, evitando situaciones de estrés con condiciones climáticas adversas. Fueron distribuidos al azar en los dos tratamientos resultando 20 novillos al tratamiento diferenciado por la inclusión de lino: 4 Aberdeen Angus, 4 Holando Argentino, 4 Murray Grey, 4 cruza Wagyu x Angus y 4 cruza Wagyu x Holando Argentino y 18 novillos al tratamiento restante: 3 Angus, 4 Holando Argentino, 3 Murray Grey, 2 cruza Wagyu x Angus y 6 cruza Wagyu x Holando Argentino.

Las dietas se diferenciaron por la inclusión de semilla de lino extruido en un nivel de 8% sobre base de materia seca (tabla 9).

Tabla 9. Composición de las dietas de cada uno de los tratamientos % (base materia seca)

Ingredientes	LINO	SOJA
Afrechillo de trigo	6,50	-
Expeller de Soja	0,50	-
Lino Extruido	8,00	-
Maíz grano	69,00	78,10
Heno picado	15,50	15,70
Soja Poroto	-	6,20
Urea	0,50	-
PB (%)	9,75	11,05
EM (Mcal/kg)	2,64	2,67
FDN (%MS)	20,88	20,42
EE (%)	4,51	4,86

El lino fue extrusado junto con la totalidad del afrechillo de trigo, el expeller de soja y la urea contenida en la dieta del tratamiento LINO en una planta de elaboración de alimentos balanceados con una extrusora según el siguiente procedimiento: los distintos ingredientes se transportan hacia el molino a martillo y una vez molidos una rosca sinfin los transporta hacia una válvula esclusa que por transporte neumático y de un sistema de válvulas los deposita en silos aéreos de almacenamiento. De allí la materia prima molida y homogeneizada en su tamaño de partícula es trasladada a cada uno de los silos dosificadores y según fórmula, por las roscas sinfin que poseen, hacia la balanza que las pesa con una precisión de +/- 10 g. Una vez pesada, la materia prima pasa hacia la mezcladora. Una vez mezclado el producto pasa al pre-acondicionador de la extrusora para luego ser transportado a la extrusora propiamente dicha donde se le agrega vapor de agua para conferirle temperatura y humedad (aproximadamente 95° durante 15 segundos). Una vez extrusado el producto es trasladado por un circuito neumático de aspiración hasta el secador, en el cual se detendrá hasta reducir su humedad por debajo del 12%.

El perfil de los dos tratamientos puede verse en la tabla 10.

Tabla 10. Perfil lipídico de las dietas de ambos tratamientos (porcentaje de ácidos grasos sobre total)

Ácidos Grasos	LINO	SOJA
14-0	0,13	0,09
16-0	9,43	11,34
18-0	4,15	2,45
18-1 n-9	26,22	32,16
18 2 n-6	31,06	51,85
18-3 n-3	29,00	2,10
AGS	13,71	13,88
AGI	86,29	86,12
MUFA	26,22	32,16
PUFA	60,07	53,95
n3	29,00	2,10
n6	31,06	51,85
n6/n3	1,07	24,67
MUFA/AGS	1,91	2,32
PUFA/AGS	4,38	3,89

El encierre tuvo una duración total de 100 días con un período de adaptación de 20 días. Durante el mismo los animales fueron alimentados ad libitum, 1 vez por día.

La faena fue realizada en el Frigorífico Gorina, en su planta ubicada en la localidad de Gorina, partido de La Plata, Provincia de Buenos Aires, Argentina. Una vez efectuada la faena se pesaron las medias reses correspondientes a cada animal inmediatamente post mortem para determinar el rendimiento de faena.

Luego de 24 horas de oreo en cámara a 4°C se extrajo un bloque de 5 bifes con hueso correspondientes al espacio entre la 8^{va} y la 13^{ra} costilla de las medias reses izquierdas de cada uno de los animales. Estos fueron embalados y acondicionados para el transporte al Instituto de Tecnología de Alimentos dependiente del Centro de Investigación de Agroindustria (ITA, CIA) del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) en la localidad de Hurlingham.

Posteriormente se realizó la separación de cada uno de los bifes del bloque siendo destinado uno a cada uno de los laboratorios del ITA quedando una muestra de respaldo de cada bloque. Las muestras fueron almacenadas, envasadas al vacío en bolsas Cryovac® tipo P7330M, tamaño: 350 x 500 con una envasadora RAPIVAC® Modelo Maximax800 y congelados a -18°C hasta su procesamiento.

b. Performance productiva de los animales

Al momento del ingreso de los animales al encierre, se pesaron y se les realizó la ecografía de la carcasa. Las pesadas se repitieron cada 14 días y las ecografías de la carcasa cada 28 días con la finalidad de realizar el seguimiento del engrasamiento y desarrollo muscular.

i. Obtención del peso vivo de los animales

Los animales fueron pesados con una balanza electrónica digital VESTA®, sin ayuno previo y, en cada oportunidad, en dos días consecutivos a primera hora de la mañana tomándose luego el promedio de ambas pesadas para su evaluación e interpretación.

ii. Ecografías de la carcasa

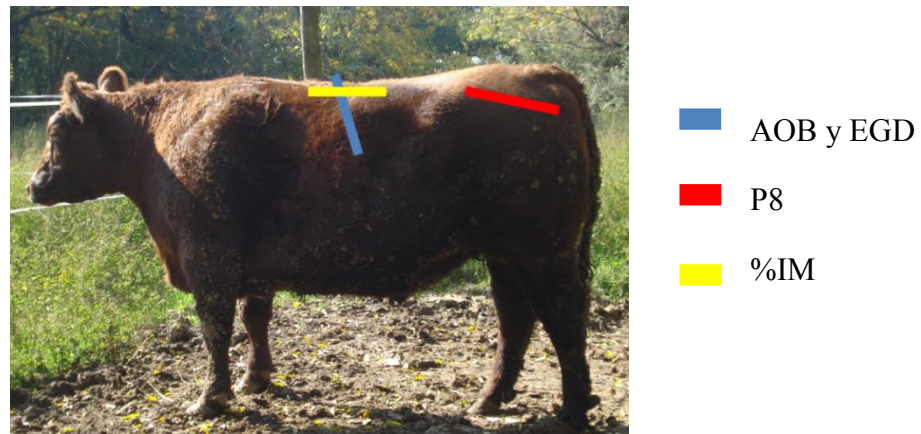
Las determinaciones ecográficas fueron realizadas con un equipo Aquila® Pro Vet, para evaluar el Área Ojo de Bife (AOB) expresada en cm², el Espesor de la Grasa Dorsal (EGD) expresada en mm, el Espesor de la Grasa de Cadera (P8) expresada en mm y el Porcentaje de la Grasa Intramuscular (% GI). Con las medidas de AOB, EGD, P8 se obtuvieron datos de la cantidad de carne y grasa, particularmente su terminación.

Para el AOB y EGD, la imagen se tomó entre la 12° y 13° costilla sobre el lomo (Figura 7), obteniendo una imagen transversal del musculo *Longissimus dorsi* ubicando el transductor en forma perpendicular al animal y desde el equipo se realizaron las mediciones del ojo de bife y la grasa dorsal, en la ³/₄ partes del ancho del musculo *Longissimus dorsi*.

Para P8, la imagen se obtuvo desde la punta de cadera hacia atrás, con el extremo del traductor hacia la tuberosidad isquiática ubicándolo a la mitad del espacio entre esta última y la tuberosidad coxal (Figura 7), realizando la medición en el equipo en el punto de unión entre el espacio intermuscular de los músculos *Bíceps femoral* y *Glúteo medio* y la grasa subcutánea.

Para la medición de la grasa intramuscular se ubicó el transductor entre las 12° y 13° costilla en forma longitudinal, paralelo al raquis, sobre el musculo *Longissimus dorsi* (Figura 7) guardándose 3 imágenes de cada novillo que luego fueron procesadas mediante el software desarrollado por Iowa State University y comercializado por la empresa Biotronics Inc.® de Iowa, Estados Unidos.

Figura 7. Sitios de escaneo para la realización de la ultrasonografía de la carcasa



c. Determinación de los lípidos totales y del perfil de ácidos grasos

El procesamiento de las muestras y las técnicas de determinación de la grasa total y caracterización de la composición de los ácidos grasos por Cromatografía Gaseosa se realizaron conforme a lo desarrollado en el capítulo anterior sobre las muestras obtenidas del músculo *Longissimus dorsi*.

d. Análisis físicos

Las técnicas para determinar el pH, el veteado, las muestras por cocción, la evaluación de la ternura por cizalla de Warner Bratzler y el análisis del perfil de textura instrumental (TPA) se realizaron sobre el músculo *Longissimus dorsi*, de la misma manera que fue explicado en el capítulo anterior.

i. Medición del color de la carne y de la grasa

Las mediciones de color se realizaron según las metodologías ya detalladas en el capítulo anterior, utilizando el colorímetro Minolta® CR-400 para la obtención de coordenadas cromáticas L*, a* y b* según sistema CIELab. Las condiciones experimentales fueron: observador 2° e Iluminante D65, A partir de estos parámetros fueron calculadas las coordenadas C* (croma) y h (tono).

e. Análisis estadístico

Las mediciones de P8, EGD y peso se evaluaron contemplando la falta de independencia entre las observaciones a lo largo del tiempo como medidas repetidas mediante modelos mixtos considerando los factores de raza, momentos en el tiempo y la interacción entre ambos. Para la selección de la estructura de la matriz de varianzas y covarianzas entre mediciones se empleó el criterio de Akaike, la elección resultó una estructura antedependiente de primer orden (ANTE(1)) para la medición de los pesos, de simetría compuesto heterogéneo (csh) para P8 y una estructura autoregresiva de primer orden heterogénea (arh(1)) para la variable EGD.

Se efectuó un análisis exploratorio mediante la utilización del Análisis de Componentes Principales y gráficos Biplots para visualizar la diferencia entre las razas, el tipo de dieta y el comportamiento de todas las variables en estudio, agrupando por un lado EE, CLA, MUFA, PUFA, AGI y AGS; y por otro lado, pH, mermas, fuerza de corte por cizalla WB, dureza, adhesividad, elasticidad, cohesividad, masticabilidad y resiliencia.

Para el análisis inferencial confirmatorio de las variables que conforman el perfil lipídico y la caracterización física de la carne, se empleó un diseño completamente aleatorizado (DCA) con un arreglo factorial de las razas y los tipos de suplementación 5x2, contemplando los factores de la raza, el tipo de suplementación y su respectiva interacción. Se estudiaron previamente los supuestos del diseño, y cuando no se cumplió el supuesto de varianzas homogéneas, se utilizaron Modelos Mixtos con una estructura de varianzas heterogéneas para el vector de errores. Se empleó la prueba de comparación múltiple de Tuckey.

El análisis de los datos se realizó mediante el software SAS 9.4 (SAS Inst Inc.) y el software InfoStat. Se trabajó con un nivel de significación $\alpha = 0,05$.

3. RESULTADOS

La performance productiva mostró diferencias en algunas de las razas, encontrando mejor performance, solo en la evolución de peso, en los novillos de las razas AA, HA y de la craza WxAA que recibieron lino.

Si bien se encuentran diferencias entre razas en relación al contenido de lípidos y al perfil de los mismos, el efecto del lino se observa solo en alguno de los ácidos grasos, observándose también en alguno en forma individual y en algunos de los grupos de ácidos grasos que comparten características químicas como ser AGPI, $\omega 3$ y $\omega 6$, que existe una interacción raza x dieta.

El lino no tiene efecto per se sobre ninguno de los parámetros físicos, mientras que sí lo genera al interactuar con alguna de las razas como HA y WxAA y solo en alguna de las características evaluadas en el análisis del perfil de textura.

a. Performance productiva de los animales

A partir de los pesajes y las ecografías realizadas durante el encierre, se analizó la evolución en el tiempo de las variables peso, AOB, EGD y P8 observando aquellas donde existió un impacto de la dieta.

En la tabla 11 se presentan la edad de los animales, el peso y los datos ecográficos previos a la faena.

Tabla 11. Edad, peso y datos en la ecografía previa a la faena de los novillos de distinto tipo genético y dieta

Raza	Trat.	Edad (meses)		Peso (kg)		AOB (cm ²)		EGD (mm)		P8 (mm)		IM (%)	
AA	Lino	43	2,08	708,50	29,41	74,31	3,48	18,90	1,17	17,69	<i>a</i> 0,87	5,40	1,20
	Soja	46	0,50	691,00	31,47	72,31	6,00	14,90	2,26	16,85	<i>a</i> 0,92	3,29	0,49
HA	Lino	63	1,15	955,17	56,31	69,23	8,26	10,41	1,92	12,41	<i>a</i> 1,75	3,89	0,00
	Soja	62	0,50	819,67	60,24	76,23	10,97	12,72	3,93	12,28	<i>a</i> 3,54	5,34	0,00
MG	Lino	45	0,40	718,50	34,55	79,65	1,87	14,76	0,84	15,56	<i>a</i> 1,55	3,82	0,87
	Soja	46	0,50	686,67	17,64	87,94	2,06	15,81	3,34	14,08	<i>a</i> 2,21	4,78	1,21
WxAA	Lino	57	0,40	704,25	18,18	80,02	4,51	16,86	1,19	15,36	<i>a</i> 1,28	4,90	1,06
	Soja	57	0,50	738,00	8,00	82,20	0,54	17,19	1,28	16,16	<i>a</i> 0,00	4,09	1,01
WxHA	Lino	57	0,40	806,50	23,36	92,06	7,17	12,70	1,59	13,20	<i>a</i> 1,27	7,18	0,76
	Soja	58	0,50	814,50	15,47	90,09	5,83	12,89	1,89	14,59	<i>a</i> 1,27	4,89	0,65

AA (Angus), HA (Holando Argentino), MG (Murray Grey), WxAA (cruza Wagyu por Angus), WxHA (cruza Wagyu por Holando Argentino)

ab Valores con superíndice diferente son significativamente diferentes ($P < 0,05$)

Se observó que no existieron diferencias significativas en la grasa acumulada en P8 entre los distintos tipos genéticos y los tratamientos al momento de la faena.

En la tabla 12 se presentan la evolución de los pesos conforme avanzó el encierre y la interacción entre el tratamiento y el tiempo de encierre.

Tabla 12. Evolución del peso (kg) de los novillos de los distintos tipos genéticos y dietas

Raza	Tratamiento	d1		d14		d29		d42		d56		d73		<i>Pr > F</i>		
		Medias	EE	Medias	EE	Medias	EE	Medias	EE	Medias	EE	Medias	EE	Trat	días	T x d
AA	Lino	670,10	a 19,53	693,21	b 21,63	715,92	b 20,78	720,66	b 21,62	735,48	b 20,63	712,59	bc 22,26	0,509	<,0001	0,013
	Soja	662,33	30,23	669,67	34,79	687,67	33,31	688,67	36,12	691,00	32,55	683,33	35,45			
HA	Lino	893,33	a 44,11	928,17	b 40,13	932,83	ab 42,36	944,50	ab 47,20	930,67	ab 42,18	955,17	ab 56,31	0,144	0,0004	0,0006
	Soja	803,00	50,54	800,33	48,79	810,00	52,44	802,00	57,06	795,00	48,13	819,67	60,24			
MG	Lino	659,25	39,79	665,50	36,67	694,25	37,02	708,00	40,45	705,00	41,37	718,50	34,55	0,626	0,0287	0,3027
	Soja	642,33	24,26	661,33	15,68	670,00	15,95	670,50	18,13	677,33	15,19	686,67	17,64			
WxAA	Lino	653,75	a 10,91	661,75	ab 25,47	682,25	abc 19,22	697,25	d 19,78	690,25	bcd 14,52	704,25	cd 18,18	0,081	<,0001	<,0001
	Soja	718,00	2,00	746,00	13,00	763,00	1,00	750,00	2,00	729,50	15,50	738,00	8,00			
WxHA	Lino	742,75	10,77	758,25	9,35	788,25	14,91	790,00	16,39	782,88	20,26	806,50	23,36	0,365	<,0001	0,0502
	Soja	772,00	18,34	798,17	17,65	808,00	16,63	809,33	18,86	803,50	16,81	814,50	15,47			

ab Valores con superíndice diferente son significativamente diferentes ($P < 0,05$)

Puede observarse que en la raza MG y en la craza WxHA solo existe un efecto de los días sobre el peso, mientras que para las razas AA, HA y la craza WxAA, existe interacción con el tipo de suplementación y el tiempo de encierre, mostrando diferencias significativas entre pesadas para el tratamiento Lino. La evolución de los pesos se grafica en la figura 8.

La tabla 13 muestra la evolución del EGD.

La evolución del EGD de los novillos HA no pudo realizarse desde el comienzo del ensayo debido a la incompatibilidad del adaptador de silicona utilizado para la sonda y las características anatómicas del lomo entre la 12° y 13° costilla de las razas lecheras, siendo estas mucho más angulosas y menos redondeadas.

Tabla 13. Evolución del EGD (mm) de los novillos de las distintos tipos genéticos y dietas.

Raza	Tratamiento	d1		d24		d45		d86		<i>Pr > F</i>		
		Medias	EE	Medias	EE	Medias	EE	Medias	EE	Trat	días	T x d
AA	Lino	9,20	0,70	12,18	1,40	13,70	0,96	18,90	1,17	0,1478	0,0002	0,0754
	Soja	10,70	0,25	9,00	0,90	13,03	0,12	14,90	2,26			
MG	Lino	8,63	0,80	8,83	0,90	11,43	0,81	14,76	0,84	0,9925	0,0004	0,162
	Soja	7,17	0,38	9,98	1,37	10,63	1,15	15,81	3,34			
WxAA	Lino	9,65	1,86	11,38	0,77	13,50	1,90	16,86	1,19	0,6594	<,0001	0,6418
	Soja	13,25	5,65	11,00	1,40	14,35	0,05	17,19	1,28			
WxHA	Lino	7,48	1,52	7,58	1,03	7,90	0,99	12,70	1,59	0,4974	0,0021	0,335
	Soja	10,67	1,57	7,47	0,37	8,33	0,38	12,89	1,89			

No se detectó interacción entre las variables, ni tampoco diferencias significativas dentro de las mismas notándose que el aumento del EGD se dio solo por un efecto del tiempo, tal cual lo demuestra la significancia de su efecto.

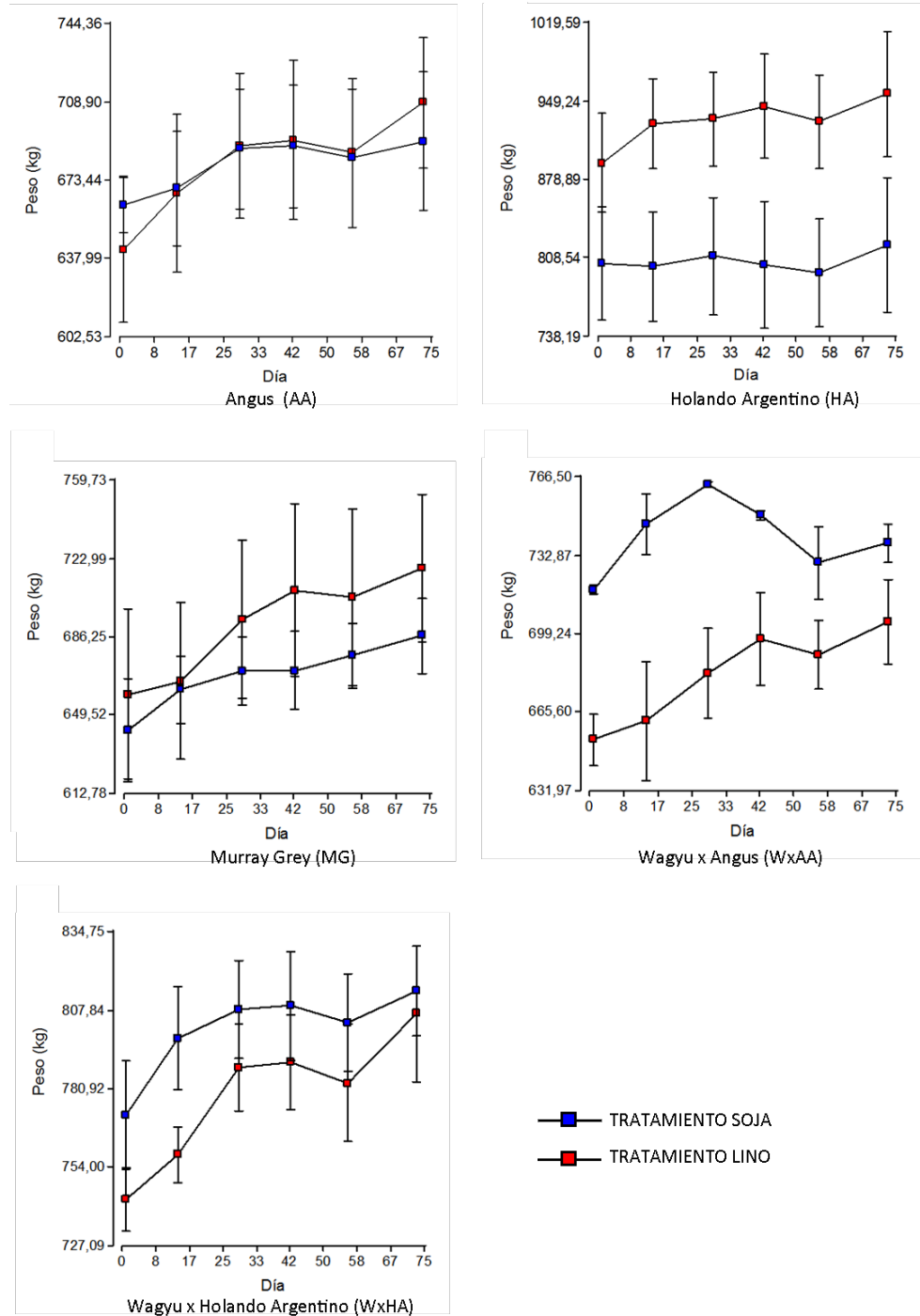


Figura 8. Curvas de pesos (kg) en función del tiempo de encierre.

Se encontraron resultados similares en la variable del espesor de la grasa de cadera los cuales pueden apreciarse en la tabla 14.

Tabla 14. Evolución del espesor de la grasa de cadera (mm) de los novillos de las distintas razas y dietas.

Raza	Tratamiento	d1		d24		d45		d86		<i>Pr > F</i>		
		Medias	EE	Medias	EE	Medias	EE	Medias	EE	Trat	días	T x d
AA	Lino	13,15	0,55	14,88	2,22	17,13	0,97	17,69	0,87	0,598	0,0003	0,400
	Soja	13,95	0,65	12,95	0,95	16,43	1,47	16,85	0,92			
HA	Lino	8,43	1,53	9,93	0,43	10,47	1,24	12,41	1,75	0,685	0,0115	0,569
	Soja	8,00	2,02	7,57	1,68	8,90	2,21	12,28	3,54			
MG	Lino	11,88	1,13	12,05	0,38	14,30	0,53	15,56	1,55	0,942	0,0008	0,982
	Soja	12,03	0,62	11,80	1,27	14,13	1,70	14,08	2,21			
WxAA	Lino	11,73	1,32	12,58	1,17	14,78	2,10	15,36	1,28	0,718	0,0005	0,068
	Soja	14,55	0,65	11,75	0,95	15,20	0,00	16,16	0,00			
WxHA	Lino	10,78	1,57	9,03	1,22	10,20	0,88	13,20	1,27	0,898	<,0001	0,748
	Soja	10,50	0,80	8,77	0,31	9,93	0,58	14,59	1,27			

Se puede observar que existieron diferencias significativas solo dadas por el efecto tiempo. El aumento del espesor de grasa de cadera se dio solo por un efecto del tiempo

En las figuras 9 y 10 se grafican los valores de la grasa en punta de cadera y espesor de la grasa dorsal, respectivamente, conforme avanzaron las diferentes mediciones.

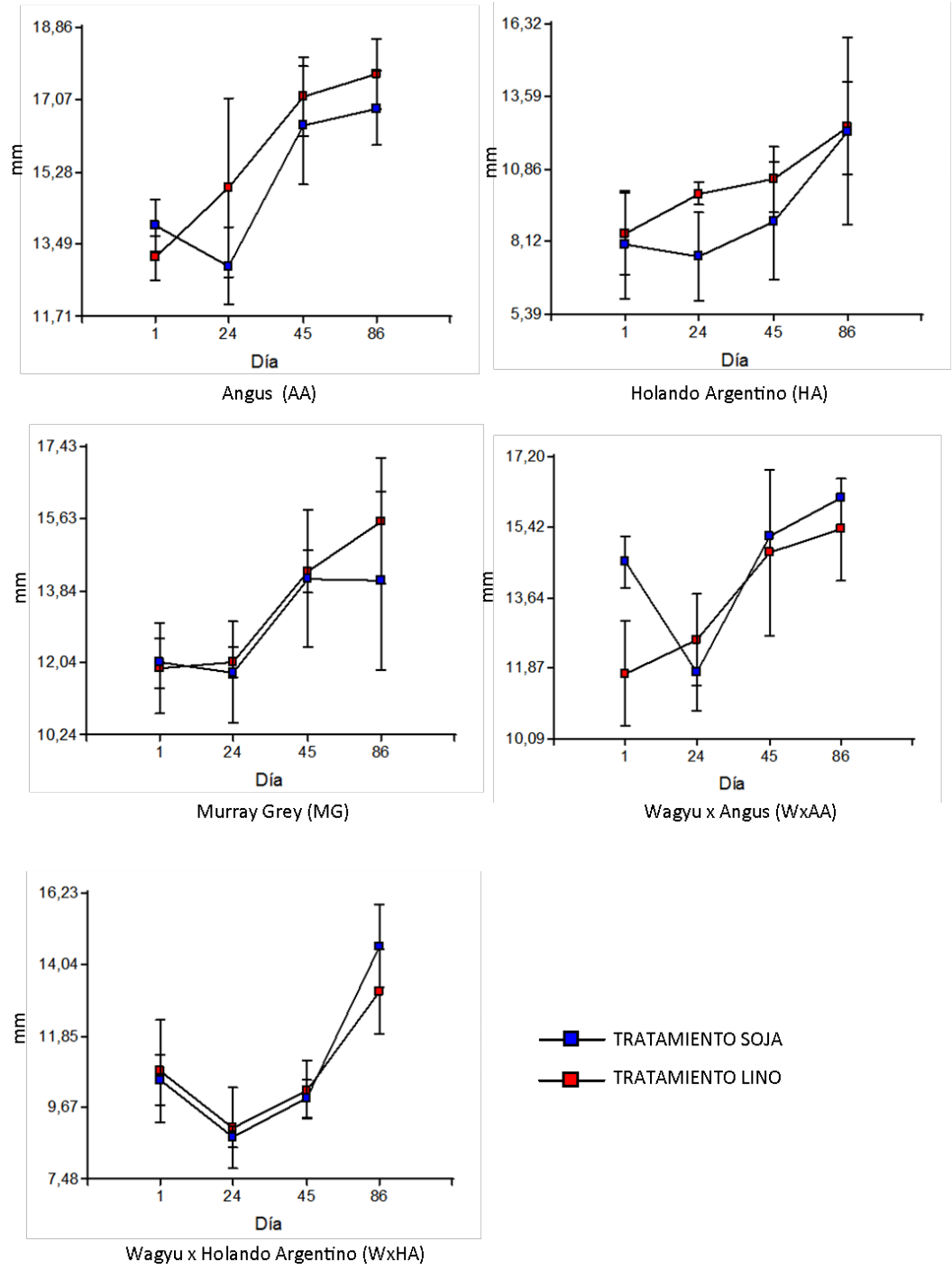


Figura 9. Curvas de engrasamiento en punta de cadera (mm) en función del tiempo de encierre.

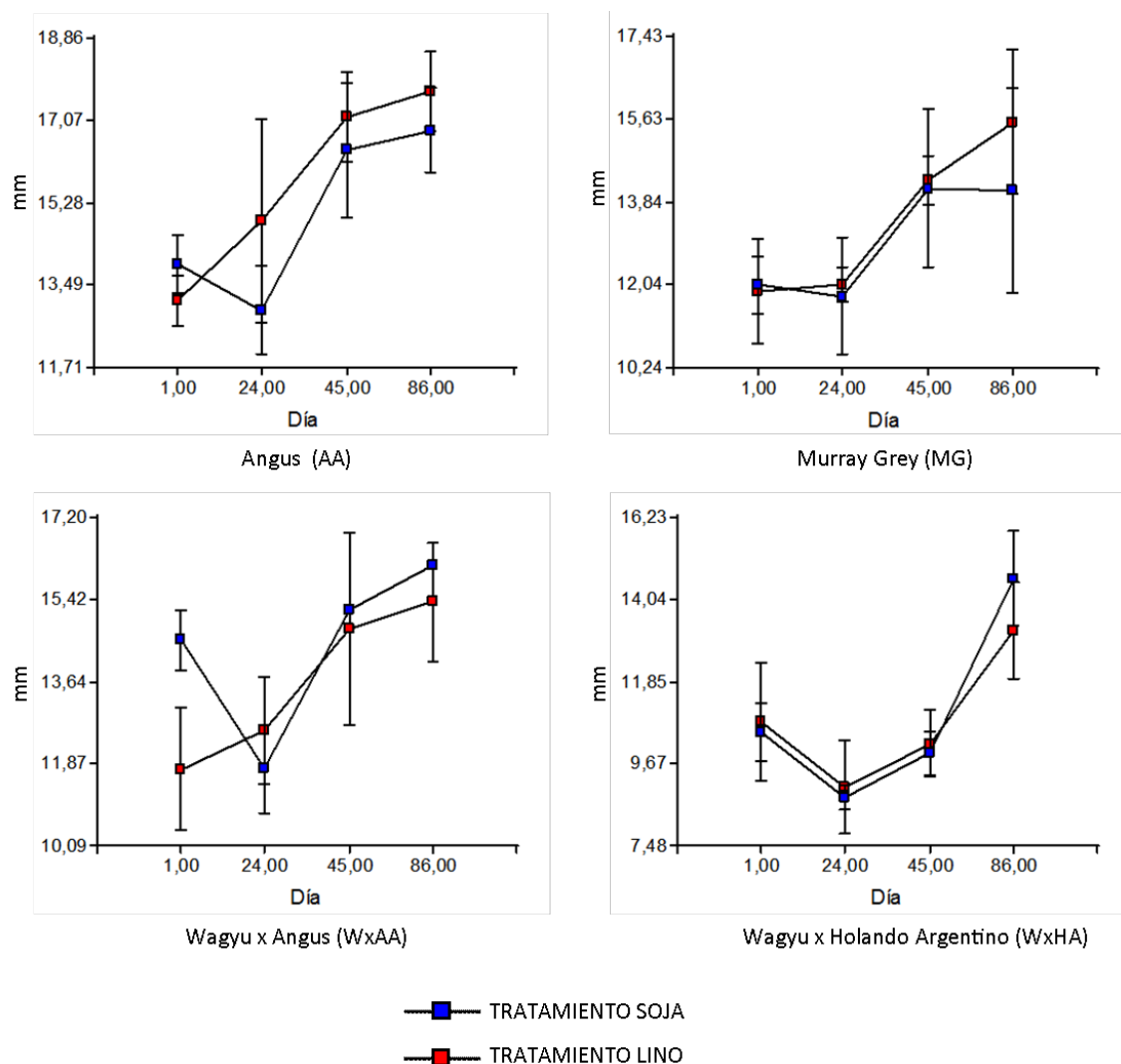


Figura 10. Curvas de evolución del espesor de grasa dorsal (mm) en función del tiempo de encierre.

b. Análisis de los componentes principales (PCA)

Se realizó el PCA para visualizar las diferencias entre los diferentes tipos genéticos, el tipo de dieta y el comportamiento de las variables en estudio.

En un primer análisis se incluyeron el extracto etéreo (EE) y los ácidos grasos del perfil lipídico observado y, en un segundo análisis, para las variables EE, las observadas como características físicas de la carne y las evaluadas en TPA.

El PCA realizado sobre el EE y el perfil lipídico explicó el 79 % de la variabilidad de los resultados para la dieta LINO y el 78% para la SOJA, dentro de los primeros dos ejes.

La figura 11 representa gráficamente los rasgos de los dos primeros componentes para el tratamiento LINO y la tabla 15 muestra las correlaciones con las variables originales.

Figura 11. Biplot de contenido de la grasa total y de los AG de los distintos tipos genéticos en estudio correspondiente al tratamiento LINO.

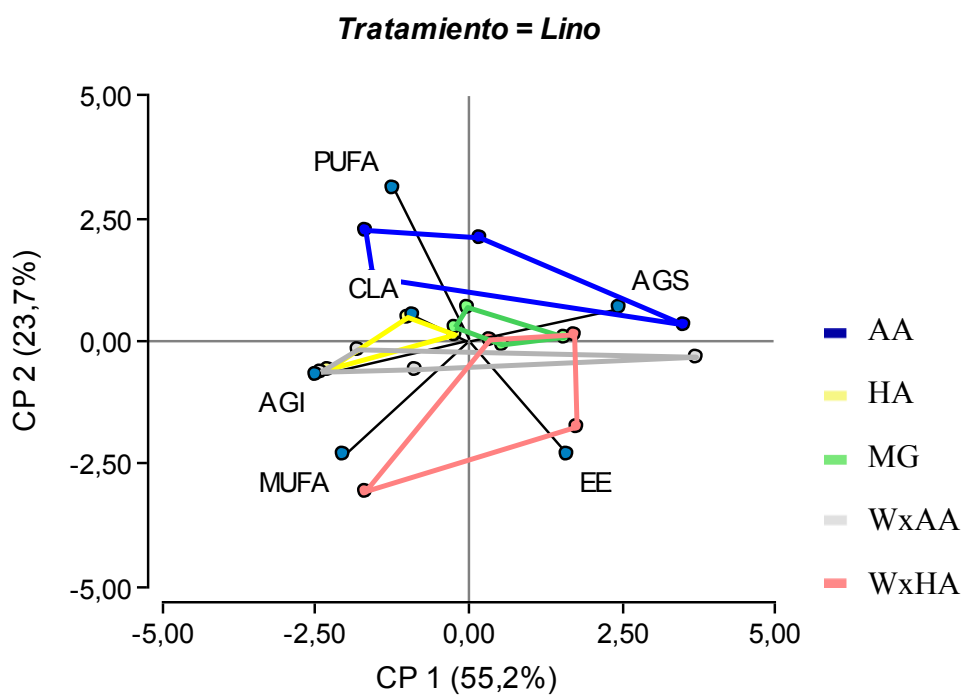


Tabla 15. Correlaciones con las variables originales Tratamiento LINO.

Variables	CP 1	CP 2
EE	0,64	-0,59
CLA	-0,35	0,13
AGS	0,98	0,17
AGI	-0,97	-0,18
AGMI	-0,8	-0,59
AGPI	-0,48	0,8

Se observó que la variable AGS tiene una correlación positiva y AGI presenta una correlación negativa en la CP1. Para la CP2 solamente lo hace EE y AGMI para tratamiento con LINO.

En la figura 12 se presenta gráficamente los rasgos de los dos primeros componentes para el tratamiento SOJA y en la tabla 16 muestra las correlaciones con las variables originales.

Figura 12. Biplot de contenido de la grasa total y los AG de los distintos tipos genéticos en estudio correspondiente al tratamiento SOJA.

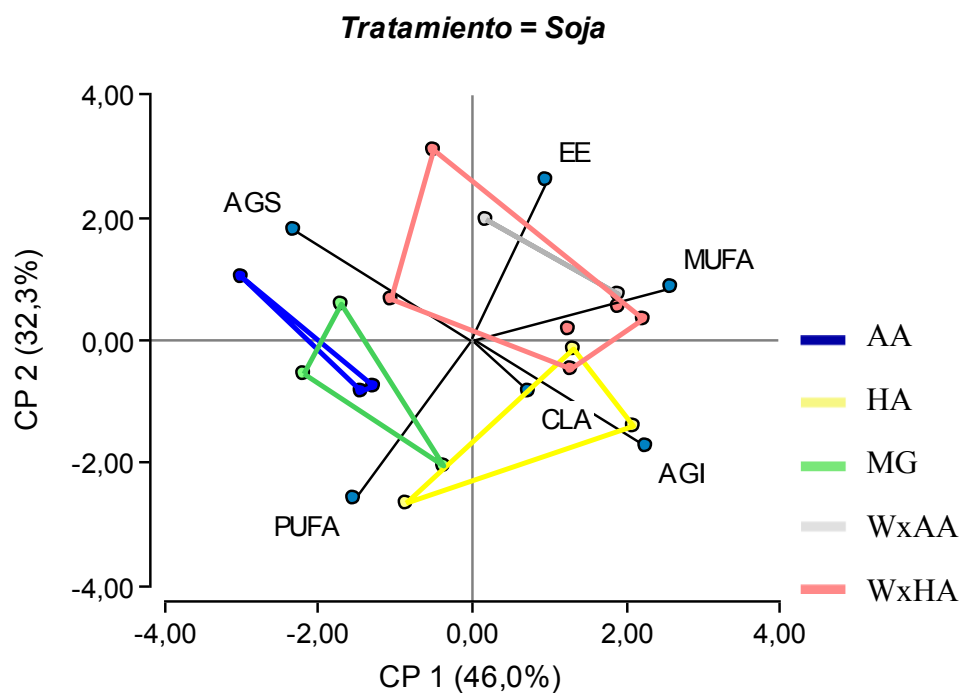


Tabla 16. Correlaciones con las variables originales Tratamiento SOJA.

Variables	CP 1	CP 2
EE	0,36	0,79
CLA	0,26	-0,25
AGS	-0,83	0,54
AGI	0,82	-0,53
AGMI	0,94	0,26
AGPI	-0,55	-0,78

Para el tratamiento SOJA, los AGI y AGMI presentaron correlaciones positivas y los AGS negativa para la CP1, en el caso de la CP2 los EE es positiva y AGPI negativa.

Si observamos los dos biplot (figura 12 y 13) podemos concluir que en el tratamiento con LINO la raza AA se separa del resto, estando próxima a las variables AGPI, CLA y AGS; la craza WxH se separa del resto presentando mayor EE en los dos tipos de suplementación.

En el tratamiento con SOJA se constituyen tres grupos, el primero representado por la raza AA y Murray próximos a AGS y AGPI, la raza HA cerca de CLA y AGI y por último las cruza WxH y WxAA próximas a EE y AGMI.

En las tablas 17 y 18 se presentan las matrices del coeficiente de correlación entre las variables analizadas para el tratamiento LINO y SOJA respectivamente.

Tabla 17. Matriz de coeficientes de correlación tratamiento LINO

	EE	CLA	AGS	AGI	AGMI	AGPI
EE	1					
CLA	-0,19	1				
AGS	* 0,49	-0,28	1			
AGI	* -0,49	0,22	* -1	1		
AGMI	-0,2	0,16	* -0,88	* 0,88	1	
AGPI	* -0,64	0,15	-0,37	0,37	-0,11	1

* Correlación significativa al 0,05

La matriz de coeficientes de correlación de las variables correspondientes a los lípidos para el tratamiento LINO mostró una correlación significativa entre el EE con el nivel de AGS, de AGI y de AGMI. La correlación fue positiva (0,49) para los AGS mientras que fue negativa para AGI (-0,49) y para AGPI (-0,64).

La correlación entre AGS y AGI (-1) y entre AGS y AGMI (-0,88) fue también significativa.

Por último, se observó que los AGI mostraron una correlación significativa y positiva con los AGMI (0,88).

Tabla 18. Matriz de coeficientes de correlación tratamiento SOJA

	EE	CLA	AGS	AGI	AGMI	AGPI
EE	1					
CLA	0,05	1				
AGS	0,1	-0,29	1			
AGI	-0,11	0,2	* -1	1		
AGMI	0,44	0,08	* -0,64	* 0,64	1	
AGPI	* -0,67	0,05	0,01	-0,01	* -0,77	1

* Correlación significativa al 0,05

En el caso de las mismas variables pero para el tratamiento SOJA, se observó que el EE presentó una correlación significativa y negativa con los AGPI (-0,67). Además, la correlación negativa entre AGS y AGI (-1) y entre AGS y AGMI (-0,64) fue también significativa.

Los AGI mostraron una correlación significativa y positiva con los AGMI (0,64) y en el caso de los AGMI fue significativa y negativa con los AGPI (-0,77).

Los resultados del componente principal (PCA) obtenidos del estudio de las variables físicas, TPA y EE explicaron el 55 % de la variabilidad de los resultados para el tratamiento LINO y el 62% para la SOJA, dentro de los primeros dos ejes.

En la figura 13 se representa gráficamente los rasgos de los dos primeros componentes para el tratamiento LINO y a continuación la tabla 19 presenta las correlaciones de cada variable con las variables originales.

Figura 13. Biplot de las variables físicas, TPA y EE de los distintos tipos genéticos en estudio correspondiente al tratamiento LINO.

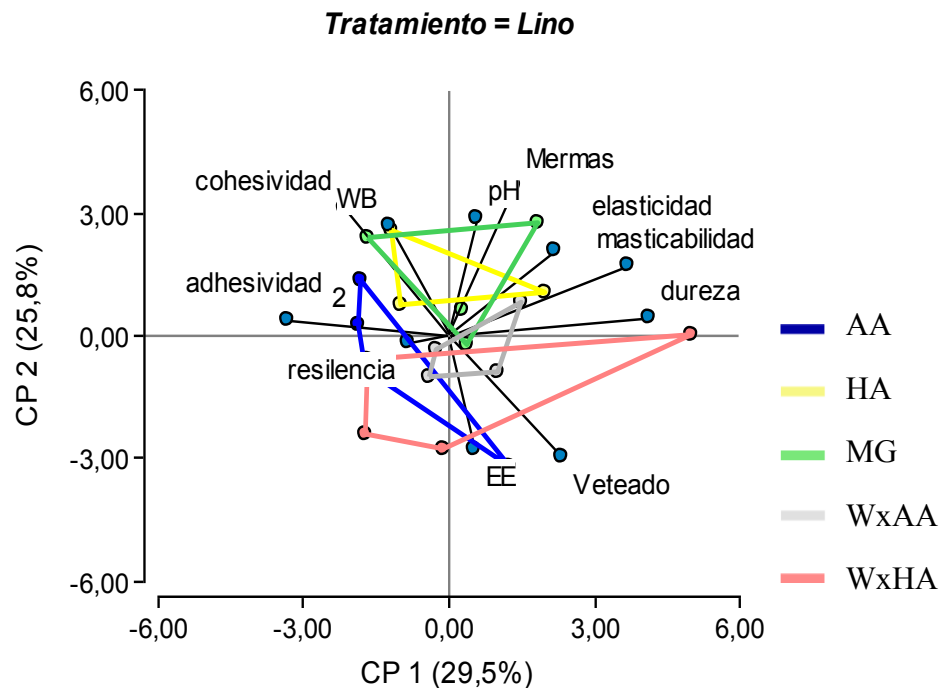


Tabla 19. Correlaciones con las variables originales Tratamiento LINO.

Variables	CP 1	CP 2
Dureza	0,95	0,09
Adhesividad	-0,76	0,07
Elasticidad	0,5	0,44
Cohesividad	-0,5	0,66
Masticabilidad	0,86	0,36
Resiliencia	-0,19	-0,04
Mermas	0,32	0,78
WB	-0,28	0,57
Veteado	0,54	-0,63
pH	0,13	0,61
EE	0,12	-0,59

Puede observarse que las variables dureza y masticabilidad mostraron una correlación positiva y adhesividad una correlación negativa con la CP1. Para la CP2 solamente presentó una correlación positiva mermas por cocción y veteado una correlación negativa para el tratamiento con LINO.

En la figura 14 se representa gráficamente los rasgos de los dos primeros componentes para el tratamiento SOJA cada tratamiento y a continuación la tabla 20 presenta las correlaciones de cada variable con las variables originales para el tratamiento SOJA.

Figura 14. Biplot de las variables físicas, TPA y EE de los distintos tipos genéticos en estudio correspondiente al tratamiento SOJA.

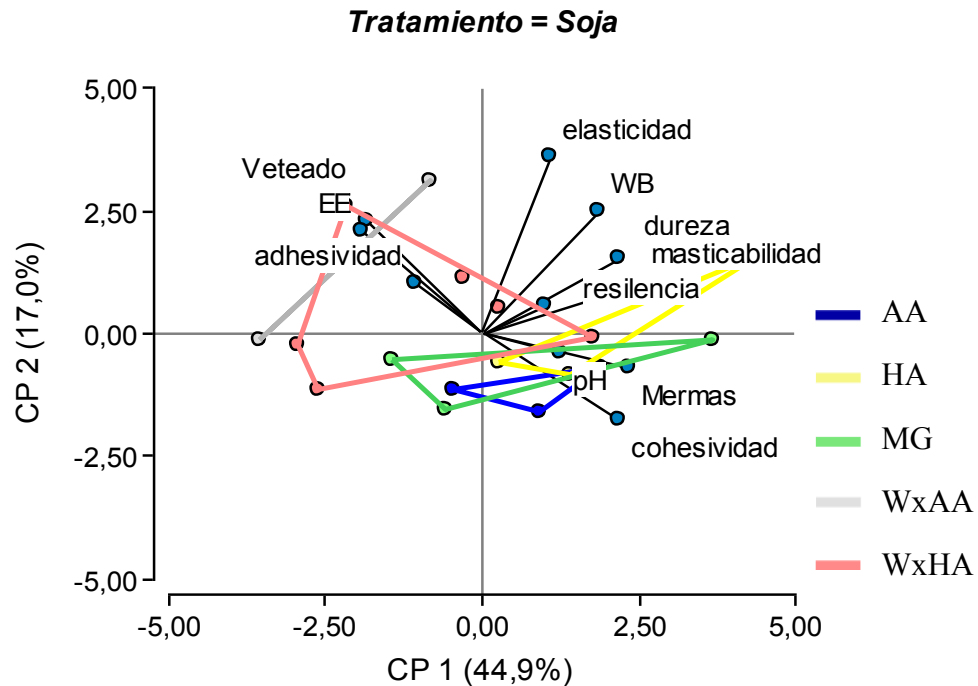


Tabla 20. Correlaciones con las variables originales Tratamiento SOJA.

Variables	CP 1	CP 2
Dureza	0,81	0,34
Adhesividad	-0,38	0,23
Elasticidad	0,4	0,81
Cohesividad	0,8	-0,39
Masticabilidad	0,94	0,23
Resiliencia	0,37	0,13
Mermas	0,86	-0,16
WB	0,68	0,56
Veteado	-0,66	0,51
pH	0,46	-0,09
EE	-0,69	0,47

Para el tratamiento con SOJA, la dureza, masticabilidad y las mermas por cocción presentaron correlaciones positivas y; el veteado y EE correlaciones negativa para la CP1. En el caso de la CP2 la elasticidad es positiva.

Se puede observar que no responden de la misma forma las razas frente a los dos tipos de suplementación.

En las tablas 21 y 22 se presentan las matrices de coeficiente de correlación entre las variables analizadas para el tratamiento LINO y SOJA respectivamente.

Tabla 21. Matriz de coeficientes de correlación tratamiento LINO.

	Dureza	Adhesividad	Elasticidad	Cohesividad	Masticabilidad	Resiliencia	Mermas	WB	Veteado	pH	EE
Dureza	1										
Adhesividad	* -0,69	1									
Elasticidad	0,45	-0,05	1								
Cohesividad	-0,39	* 0,48	0,09	1							
Masticabilidad	* 0,92	* -0,55	* 0,62	-0,04	1						
Resiliencia	-0,06	-0,07	-0,15	-0,004	-0,07	1					
Mermas	0,31	-0,18	0,44	0,2	0,43	-0,29	1				
WB	-0,2	0,11	-0,11	0,39	-0,12	-0,06	0,36	1			
Veteado	0,39	-0,44	-0,1	* -0,6	0,19	-0,37	-0,33	-0,33	1		
pH	0,13	-0,11	0,23	0,2	0,21	-0,02	* 0,46	* 0,47	-0,19	1	
EE	0,01	0,05	0,01	* -0,51	-0,15	-0,1	-0,38	-0,16	0,43	-0,08	1

* Correlación significativa al 0,05

La matriz de coeficientes de correlación correspondiente a las variables físicas, TPA y EE para el tratamiento LINO mostró una correlación significativa entre la Dureza y la Adhesividad y la Dureza y la Masticabilidad. La correlación fue negativa con la Adhesividad (-0,69) mientras que fue positiva con Masticabilidad (0,92).

La Adhesividad se correlacionó positivamente con la Cohesividad (0,48) pero negativamente con la Masticabilidad (-0,55).

La Elasticidad mostró correlación significativa y positiva con la Masticabilidad (0,62), en cambio la Cohesividad se correlacionó negativamente con el Veteado (-0,6) y con el EE (-0,51).

La correlación fue positiva y significativa entre Mermas por cocción y pH (0,46) y entre fuerza de corte por cizalla WB y pH (0,47).

Tabla 22. Matriz de coeficientes de correlación tratamiento SOJA.

	Dureza	Adhesividad	Elasticidad	Cohesividad	Masticabilidad	Resilencia	Mermas	WB	Veteado	pH	EE
Dureza	1										
Adhesividad	-0,34	1									
Elasticidad	0,45	-0,01	1								
Cohesividad	*0,52	-0,25	*-0,08	1							
Masticabilidad	*0,91	-0,32	0,5	*0,72	1						
Resilencia	0,22	0,02	0,37	0,28	0,29	1					
Mermas	*0,61	-0,29	0,2	*0,68	*0,72	0,23	1				
WB	*0,71	-0,08	0,64	0,36	*0,75	0,15	*0,49	1			
Veteado	-0,33	0,25	0,15	*-0,78	*-0,51	-0,19	*-0,52	-0,3	1		
pH	0,2	-0,12	0,25	0,26	0,38	-0,04	*0,55	0,12	-0,14	1	
EE	-0,29	0,32	-0,05	*-0,59	-0,47	-0,38	*-0,69	-0,13	*0,62	*-0,46	1

* Correlación significativa al 0,05

La matriz de coeficientes de correlación correspondiente a las variables físicas, TPA y EE para el tratamiento SOJA mostró una correlación significativa y positiva entre Dureza y Cohesividad (0,52), Masticabilidad (0,91), Mermas por cocción (0,61) y fuerza de corte por cizalla WB (0,71).

La correlación entre Elasticidad y Cohesividad también fue significativa pero negativa (-0,08).

La Cohesividad se correlacionó positivamente con la Masticabilidad (0,72) y con las Mermas por cocción (0,68), mientras que fue negativa con el Veteado (-0,78) y con el EE (-0,59).

La correlación entre Masticabilidad fue significativa y positiva con las Mermas por cocción (0,72) y con la fuerza de corte por cizalla WB (0,75) mientras que fue negativa con el Veteado (-0,51).

Las Mermas por cocción se correlacionaron significativamente y en forma positiva con la fuerza de corte por cizalla WB (0,49) y con el pH (0,55) mientras que fue negativa con el Veteado (-0,52) y el EE (-0,69).

Finalmente se observó una correlación significativa y positiva entre el Veteado y el EE (0,62) y negativa entre pH y EE (-0,46)

c. Determinación de los lípidos totales y el perfil de ácidos grasos

La determinación de lípidos totales y el perfil de ácidos grasos fueron analizados buscando el efecto del tipo genético y el efecto del tratamiento como así también, si es que la hubiera, la interacción entre ambos efectos.

Los resultados del efecto del tratamiento o el tipo genético sobre el EE y el perfil lipídico se presentan en la tabla 23.

El efecto de la interacción Dieta x Tipo genético sobre los lípidos totales y la composición de AG se observa en la tabla 24.

Tabla 23. Efecto del tipo genético (R) y la dieta (D) sobre los lípidos totales (porcentaje de peso seco) y composición de ácidos grasos (porcentaje de AG totales) del total de lípidos.

Acido Graso	Razas												Dieta		P		
	AA	HA	MG	WxAA	WxHA	LINO	SOJA	R	D	RxD							
EE (%)	5,06 ^{abc} 0,84	4,94 ^{bc} 0,57	3,82 ^c 0,40	7,86 ^{ab} 1,25	8,04 ^a 0,76	6,32 0,66	5,57 0,31	0,0004	0,3123	0,5574							
14:0 <i>Ac. Mirístico</i>	2,58 ^{ab} 0,19	2,08 ^a 0,2	2,26 ^{ab} 0,19	2,89 ^b 0,21	2,7 ^{ab} 0,16	2,63 0,11	2,37 0,13	0,0444	0,1343	0,9375							
16:0 <i>Ac. Palmítico</i>	27,37 0,61	24,92 0,66	26,99 0,61	27,49 0,7	27,05 0,52	26,63 0,37	26,9 0,41	0,0600	0,6243	0,7355							
16:1ω7 <i>Ac. Palmitoléico</i>	4,12 ^a 0,33	4,19 ^{ab} 0,35	3,85 ^a 0,33	5,48 ^b 0,37	5,13 ^{ab} 0,28	4,83 0,2	4,28 0,22	0,0066	0,0722	0,9432							
18:0 <i>Ac. Estearico</i>	13,19 0,45	13,09 0,56	13,63 0,91	11,04 0,75	12,18 0,43	12,58 0,53	12,67 0,26	0,0470	0,9329	0,9801							
18:1ω9 <i>Ac. Oléico</i>	44,15 ^a 0,86	48,04 ^b 0,92	46,21 ^{ab} 0,86	47,26 ^{ab} 0,98	47,59 ^{ab} 0,73	46,93 0,52	46,37 0,58	0,0279	0,4814	0,7326							
18:1ω7 <i>Ac. Vaccénico</i>	0,40 ^a 0,06	0,31 ^{ab} 0,08	0,18 ^b 0,02	0,41 ^{ab} 0,18	0,29 ^{ab} 0,10	0,37 0,09	0,26 0,04	0,0095	0,2720	0,0688							
18:2ω6 <i>Ac. Linoleico</i>	4,03 ^b 0,29	3,37 ^{ab} 0,31	3,83 ^b 0,29	2,62 ^a 0,33	2,49 ^a 0,25	2,82 ^a 0,18	3,71 ^b 0,20	0,0021	0,0013	0,0774							
18:3ω6 <i>Ac. Gamma-Linolénico (GLA)</i>	0,03 0,01	0,04 0,01	0,01 0,01	0,02 0,01	0,03 0,01	0,03 ^b 0,005	0,02 ^a 0,01	0,1037	0,0228	0,7074							
18:3ω3 <i>Ac. Alfa-Linolénico (ALA)</i>	0,83 0,03	0,82 0,10	0,86 0,04	0,76 0,04	0,73 0,04	0,83 0,03	0,76 0,04	0,2424	0,2659	0,7144							
CLA <i>Ac. Linoléico Conjugado</i>	0,86 0,07	0,94 0,08	0,68 0,07	0,76 0,08	0,74 0,06	0,85 0,05	0,75 0,05	0,1688	0,1557	0,9160							
20:4ω6 <i>Ac. Araquidónico</i>	1,05 ^b 0,15	1,02 ^b 0,16	0,54 ^{ab} 0,15	0,45 ^{ab} 0,17	0,35 ^a 0,13	0,57 0,09	0,8 0,1	0,0038	0,1020	0,8627							
20:5ω3 <i>Ac. Eicosapentaenóico (EPA)</i>	0,40 ^a 0,06	0,35 ^{ab} 0,09	0,21 ^{ab} 0,05	0,21 ^b 0,05	0,16 ^b 0,03	0,22 0,03	0,29 0,05	0,0009	0,1161	0,2228							
22:4ω6 <i>Ac. Adrénico</i>	1,03 0,17	1,02 0,28	0,52 0,1	0,46 0,1	0,37 0,07	0,55 0,09	0,76 0,13	0,1467	0,2950	0,0398							
22:5ω3 <i>Ac. Docosapentaenóico (DPA)</i>	0,61 ^c 0,05	0,53 ^{bc} 0,05	0,34 ^{ab} 0,05	0,34 ^{ab} 0,05	0,32 ^a 0,04	0,39 0,03	0,47 0,03	0,0002	0,0580	0,1018							
22:6ω3 <i>Ac. Docosahexaenóico (DHA)</i>	0,27 0,06	0,21 0,02	0,25 0,05	0,21 0,04	0,18 0,02	0,21 0,03	0,23 0,02	0,3143	0,4967	0,2548							
AGS (%)	43,11 1,00	40,10 1,07	42,94 1,00	41,44 1,13	41,93 0,84	41,87 0,60	41,94 0,68	0,2686	0,9441	0,9729							
AGI (%)	56,03 0,99	58,96 1,05	56,38 0,99	57,80 1,12	57,33 0,83	57,28 0,60	57,32 0,67	0,2946	0,9673	0,9704							
AGMI (%)	48,68 ^b 0,99	52,54 ^{ab} 0,98	50,24 ^a 1,19	53,14 ^a 0,32	53,00 ^a 0,60	52,13 0,61	50,91 0,49	0,0008	0,1318	0,6336							
AGPI (%)	7,35 0,58	6,43 0,98	6,14 0,57	4,65 0,21	4,32 0,30	5,15 0,25	6,40 0,46	0,0003	0,0257	0,0378							
ω3 (%)	2,18 0,16	1,97 0,26	1,72 0,14	1,50 0,07	1,43 0,11	1,69 0,08	1,83 0,12	0,0027	0,3368	0,0400							
ω6 (%)	5,16 0,45	4,46 0,73	4,41 0,44	3,15 0,14	2,89 0,20	3,46 0,19	4,57 0,35	0,0003	0,0095	0,0459							
ω6/ω3	2,35 0,12	2,24 0,12	2,50 0,12	2,13 0,13	2,05 0,10	2,04 ^a 0,07	2,47 ^b 0,08	0,0533	0,0003	0,3236							
AGMI/AGS	1,14 0,05	1,31 0,05	1,17 0,05	1,29 0,06	1,27 0,04	1,25 0,03	1,22 0,03	0,0750	0,4278	0,9675							
AGPI/AGS	0,17 ^a 0,02	0,16 ^b 0,02	0,14 ^{ab} 0,02	0,11 ^b 0,01	0,10 ^b 0,01	0,12 0,01	0,15 0,01	0,0032	0,0547	0,0801							

ab Valores con superíndice diferente son significativamente diferentes (P<0,05)

EE (Extracto Etéreo)

AA (Angus) HA (Holando Argentino) MG (Murray Grey) WxAA (Wagyu x Angus) WxHA (Wagyu x Holando Argentino)

AGS (14:0+16:0+18:0) Ácidos grasos saturados

AGI (16:1ω7+18:1ω9+18:1ω7+18:2ω6+18:3ω3+CLA+20:4ω6+20:5ω3+22:4ω6+22:5ω3+22:6ω3) Ácidos grasos insaturados

AGMI (16:1ω7+18:1ω9+18:1ω7) Ácidos grasos monoinsaturados

AGPI (18:2ω6+18:3ω3+CLA+20:4ω6+20:5ω3+22:4ω6+22:5ω3+22:6ω3) Ácidos grasos poliinsaturados

ω3 (18:3ω3+20:5ω3+22:5ω3+22:6ω3) Ácidos grasos poliinsaturados omega 3

ω6 (18:2ω6+20:4ω6+22:4ω6) Ácidos grasos poliinsaturados omega 6

Tabla 24. Efecto de la interacción Dieta x Tipo genético sobre los lípidos totales y la composición de AG (porcentaje de AG totales) del total de lípidos.

Acido Graso	AA		HA		MG		WxAA		WxHA		P RxD										
	LINO	SOJA	LINO	SOJA	LINO	SOJA	LINO	SOJA	LINO	SOJA											
EE (%)	5,17	1,58	4,95	0,60	5,61	0,70	4,27	0,89	4,73	0,61	2,91	0,53	6,86	2,48	8,87	0,28	9,24	1,23	6,84	0,91	0,5574
14:0 <i>Ac. Mirístico</i>	2,67	0,47	2,48	0,11	2,18	0,18	1,98	0,01	2,49	0,17	2,03	0,21	2,92	0,23	2,87	0,39	2,90	0,27	2,50	0,16	0,9375
16:0 <i>Ac. Palmítico</i>	26,59	0,86	28,14	0,77	24,80	0,86	25,04	0,16	27,33	1,03	26,65	1,25	27,22	0,69	27,77	0,68	27,19	1,10	26,90	0,48	0,7355
16:1ω7 <i>Ac. Palmitoléico</i>	4,49	0,55	3,75	0,21	4,33	0,46	4,05	0,29	4,33	0,41	3,37	0,40	5,62	0,54	5,34	0,60	5,39	0,63	4,87	0,21	0,9432
18:0 <i>Ac. Estearico</i>	13,38	0,81	12,95	0,29	13,17	1,21	13,02	0,29	13,32	1,64	14,06	0,49	11,02	1,19	11,09	0,11	12,19	1,07	12,18	0,31	0,9801
18:1ω9 <i>Ac. Oléico</i>	44,97	1,45	43,34	0,56	48,69	0,93	47,38	2,40	46,89	0,67	45,54	0,72	46,89	1,28	47,63	1,26	47,20	1,27	47,97	0,71	0,7326
18:1ω7 <i>Ac. Vaccénico</i>	0,28	0,11	0,53	0,03	0,33	0,12	0,29	0,10	0,23	0,02	0,13	0,03	0,60	0,37	0,21	0,03	0,40	0,20	0,18	0,02	0,0688
18:2ω6 <i>Ac. Linoleico</i>	3,63	0,55	4,42	0,32	2,78	0,13	3,96	0,92	2,69	0,17	4,97	0,72	2,68	0,11	2,56	0,19	2,31	0,27	2,66	0,18	0,0774
18:3ω6 <i>Ac. Gamma-Linoénico (GLA)</i>	0,07	0,03	0,10	0,01	0,10	0,04	0,04	0,01	0,05	0,01	0,03	0,00	0,08	0,02	0,07	0,01	0,07	0,02	0,06	0,01	0,7074
18:3ω3 <i>Ac. Alfa-Linolénico (ALA)</i>	0,86	0,03	0,80	0,07	0,87	0,12	0,77	0,17	0,83	0,05	0,88	0,07	0,81	0,02	0,67	0,10	0,77	0,07	0,71	0,05	0,7144
CLA <i>Ac. Linoléico Conjugado</i>	0,90	0,05	0,83	0,15	1,04	0,11	0,83	0,08	0,75	0,09	0,62	0,03	0,79	0,09	0,74	0,19	0,76	0,15	0,72	0,08	0,9160
20:4ω6 <i>Ac. Araquidónico</i>	0,87	0,28	1,24	0,05	0,82	0,26	1,22	0,53	0,42	0,12	0,66	0,16	0,48	0,15	0,42	0,01	0,25	0,09	0,44	0,10	0,8627
20:5ω3 <i>Ac. Eicosapentaenóico (EPA)</i>	0,31	0,08	0,52	0,05	0,29	0,02	0,41	0,19	0,18	0,05	0,26	0,09	0,23	0,07	0,16	0,01	0,11	0,03	0,19	0,05	0,2228
22:4ω6 <i>Ac. Adrénico</i>	0,07	0,03	0,06	0,01	0,02	0,01	0,08	0,02	0,03	0,01	0,06	0,02	0,04	0,01	0,02	0,01	0,05	0,02	0,05	0,01	0,0398
22:5ω3 <i>Ac. Docosapentaenóico (DPA)</i>	0,60	0,07	0,62	0,03	0,38	0,05	0,67	0,13	0,29	0,04	0,39	0,08	0,40	0,05	0,28	0,04	0,25	0,03	0,38	0,06	0,1018
22:6ω3 <i>Ac. Docosahexaenóico (DHA)</i>	0,31	0,10	0,23	0,06	0,19	0,03	0,24	0,02	0,18	0,05	0,34	0,07	0,22	0,05	0,18	0,02	0,16	0,03	0,19	0,03	0,2548
AGS (%)	42,65	1,99	43,57	0,87	40,15	1,00	40,05	0,38	43,14	0,72	42,74	1,16	41,15	2,09	41,73	1,17	42,28	1,65	41,59	0,76	0,9729
AGI (%)	56,45	2,01	55,60	0,74	58,81	0,90	59,12	0,30	56,11	0,79	56,64	1,19	58,06	2,02	57,53	0,98	56,96	1,63	57,69	0,76	0,9704
AGMI (%)	49,74	1,08	47,62	0,53	53,35	1,07	51,72	2,12	51,45	0,43	49,04	0,47	53,11	1,86	53,17	0,69	52,99	1,80	53,01	0,77	0,6336
AGPI (%)	6,72	1,05	7,98	0,50	5,46	0,20	7,39	1,95	4,67	^a 0,43	7,60	^b 1,05	4,95	0,30	4,36	0,29	3,97	0,45	4,68	0,39	0,0378
ω3 (%)	2,15	0,27	2,22	0,15	1,76	0,11	2,17	0,50	1,51	0,17	1,93	0,22	1,70	^a 0,10	1,31	^b 0,09	1,34	0,14	1,52	0,16	0,0400
ω6 (%)	4,57	0,82	5,76	0,38	3,70	0,17	5,22	1,45	3,16	^a 0,26	5,66	^b 0,84	3,25	0,20	3,06	0,21	2,63	0,31	3,16	0,26	0,0459
ω6/ω3	2,09	0,27	2,60	0,14	2,12	0,16	2,35	0,11	2,11	0,07	2,90	0,10	1,91	0,06	2,34	0,01	1,96	0,11	2,14	0,17	0,3236
AGMI/AGS	1,18	0,08	1,09	0,03	1,33	0,06	1,29	0,06	1,19	0,03	1,15	0,04	1,31	0,10	1,28	0,05	1,26	0,10	1,28	0,04	0,9675
AGPI/AGS	0,16	0,03	0,18	0,01	0,14	0,00	0,18	0,05	0,11	0,01	0,18	0,03	0,12	0,01	0,10	0,01	0,09	0,01	0,11	0,01	0,0801

ab Valores con superíndice diferente son significativamente diferentes (P<0,05)

EE (Extracto Etéreo)

AA (Angus) HA (Holando Argentino) MG (Murray Grey) WxAA (Wagyu x Angus) WxHA (Wagyu x Holando Argentino)

AGS (14:0+16:0+18:0) Ácidos grasos saturados

AGI (16:1ω7+18:1ω9+18:1ω7+18:2ω6+18:3ω3+CLA+20:4ω6+20:5ω3+22:4ω6+22:5ω3+22:6ω3) Ácidos grasos insaturados

AGMI (16:1ω7+18:1ω9+18:1ω7) Ácidos grasos monoinsaturados

AGPI (18:2ω6+18:3ω3+CLA+20:4ω6+20:5ω3+22:4ω6+22:5ω3+22:6ω3) Ácidos grasos poliinsaturados

ω3 (18:3ω3+20:5ω3+22:5ω3+22:6ω3) Ácidos grasos poliinsaturados omega 3

ω6 (18:2ω6+20:4ω6+22:4ω6) Ácidos grasos poliinsaturados omega 6

El EE presentó diferencias significativas entre los tipos genéticos pero no entre las dietas. La craza WxHA presentó el mayor porcentaje de grasa (8,04%), diferenciándose significativamente de las razas HA (4,94%) y MG (3,82%), no así de las cruza WxAA (7,86%) ni de la raza AA (5,06%). La craza WxAA (7,86%) solo se diferenció significativamente de los novillos de la raza MG (3,82%) que son los que presentaron la menor cantidad de lípidos totales. La raza AA (5,06%) no presentó diferencias significativas con ninguna de las razas y la raza HA solo se diferenció del genotipo con mayor porcentaje, es decir con la craza WxHA (8,04%).

Los resultados del perfil lipídico fueron variados.

El ácido Mirístico (14:0) presentó diferencias significativas entre la craza WxAA (2,89%) con el mayor porcentaje y la raza HA con el menor (2,08%). El resto de las razas no se diferenciaron entre ellas ni con las anteriores.

El ácido palmitoléico (16:1 ω 7) también presentó diferencias significativas entre razas, siendo la craza WxAA (5,48%) diferente solo de las razas MG (3,85%) y AA (4,12%). Estas últimas no difieren entre ellas ni con la raza HA (4,19%) ni con la craza WxHA (5,13%).

Otro ácido que presentó diferencias significativas fue el oleico (18:1 ω 9) siendo diferentes para la raza HA con el mayor porcentaje (48,04%) y la raza AA (44,15%) con el menor, mientras que el resto de las razas no se diferencian entre ellas ni con estas últimas.

El ácido vaccénico (18:1 ω 7) presentó diferencias significativas entre la raza AA con el mayor porcentaje (0,4%) y la raza MG con el menor porcentaje (0,18%), no hubo diferencias con el resto de las razas, ni estas entre ellas.

El ácido linoleico (18:2 ω 6) se diferenció entre razas, siendo significativamente distintas la razas AA (4,03%) y MG (3,83%) de las cruza WxAA (2,62%) y WxHA (2,49%) que presentaron contenidos menores, mientras que la raza HA (3,37%) no se diferenció con

ninguna. También se diferenció significativamente entre dietas, siendo mayor el porcentaje de 18:2 ω 6 en la dieta SOJA (3,71%) que en el tratamiento con LINO (2,82%).

El ácido gamma linolénico (18:3 ω 6) no se diferenció entre razas, mientras que si lo hizo entre dietas, siendo mayor en tratamiento LINO (0,03%).

El ácido araquidónico (20:4 ω 6) presentó diferencias entre la razas, siendo las razas AA (1,05%) y HA (1,02%) las de mayor porcentaje diferentes de la craza WxHA (0,35%). La raza MG (0,54%) y la craza WxAA (0,45%) no presentaron diferencias entre ellas ni con las anteriores.

El ácido eicosapentaenólico (20:5 ω 3) (EPA) también mostró diferencias solo entre razas, siendo mayor y diferente en la raza AA (0,40%) en relación a las cruza Wagyu (WxAA=0,21 y WxHA=0,16%), y no diferenciándose con la raza HA (0,35%) ni MG (0,21%).

El ácido docosapentaenoico (22:5 ω 3) (DPA) se diferenció entre razas, siendo la raza AA el mayor porcentaje (0,61%) y diferente de la raza MG (0,34%) y las cruza WxAA (0,34%) y WxHA (0,32%). De estas últimas la craza WxHA presentó el menor valor y solo presenta diferencias significativas con las razas HA y AA.

Los AGMI presentaron diferencias significativas entre razas, las cruza WxAA (53,14%) y WxHA (53%) presentaron mayores contenidos y la raza AA el menor (48,68%).

La relación ω 6/ ω 3 presentó diferencias significativas entre dietas, encontrándose una menor relación para LINO (2,04).

La relación AGPI/AGS se diferenció entre tipos genéticos, siendo la raza AA mayor y diferente (0,17) que la raza HA (0,16) y las cruza Wagyu (WxAA=0,11 y WxHA=0,1). La raza MG no se diferenció entre las razas (0,14).

Existió interacción para el contenido de ácido aráquico (22:4 ω 6), AGPI, y los ácidos grasos de la serie ω 3 y ω 6. Se observó en el 22:4 ω 6 diferencias significativas entre los tratamientos solo en la raza HA (LINO=0,02% y SOJA=0,08%).

Los AGPI presentaron interacción, pero lo hicieron para la raza MG, observándose diferencias significativas entre tratamientos dietarios (LINO=4,67% y SOJA=7,60%).

Los ácidos grasos ω 3, lo hicieron solo en la craza WxAA (LINO=1,70% y SOJA=1,31%) y los ω 6 en la raza MG (LINO=3,16% y SOJA=5,66%).

d. Análisis físicos

Se determinó el efecto de la dieta y del tipo genético sobre los parámetros físicos de calidad, detectando además la interacción de ambos efectos.

Los resultados del efecto de la dieta y el tipo genético sobre los parámetros físicos se resumen en la tabla 25 y el efecto de la interacción en la tabla 26.

El veteado no presentó diferencias significativas entre los tratamientos, encontrándose valores significativamente distintos en función del tipo genético. Se observó que las cruzas Wagyu, WxAA y WxHA presentaron los mayores valores, siendo estos hallados entre moderado y poco abundante (3,25 y 3,1 respectivamente) y no se diferenciaron de la raza MG (2,71) mientras que sí lo hicieron con las razas AA (2,36) y HA (2,33).

Tabla 25. Efecto de la dieta (D) y el tipo genético (R) sobre parámetros físicos de la calidad de la carne.

		pH		Veteado		Mermas		WB (N)	
		Medias	EE	Medias	EE	Medias	EE	Medias	EE
Dieta	LINO	5,49	0,02	2,88	0,15	29,40	0,61	22,41	1,32
	SOJA	5,48	0,01	2,70	0,14	28,11	0,68	22,68	1,78
Raza	AA	5,46	0,02	2,36 <i>b</i>	0,21	28,76 <i>ab</i>	1,01	20,34	1,71
	HA	5,48	0,02	2,33 <i>b</i>	0,25	30,97 <i>a</i>	1,08	28,95	3,73
	MG	5,57	0,04	2,71 <i>ab</i>	0,21	30,44 <i>ab</i>	1,01	20,80	2,65
	WxAA	5,48	0,02	3,25 <i>a</i>	0,21	26,21 <i>b</i>	1,15	21,47	2,28
	WxHA	5,46	0,01	3,10 <i>a</i>	0,28	27,40 <i>ab</i>	0,86	22,10	1,33
<i>Pr > F</i>	<i>R</i>	0,1910		0,0150		0,0183		0,1512	
	<i>D</i>	0,8920		0,3884		0,1719		0,9490	
	<i>R x D</i>	0,5134		0,0612		0,4926		0,9259	

ab Valores con superíndice diferente son significativamente diferentes ($P < 0,05$)

AA (Angus) HA (Holando Argentino) MG (Murray Grey) WxAA (Wagyu x Angus) WxHA (Wagyu x Holando Argentino)
WB (Fuerza de corte por cizalla de Warner Bratzler)

Tabla 26. Efecto de la interacción Tipo genético x Dieta sobre parámetros físicos de calidad de la carne.

Raza	Dieta	pH		Veteado		Mermas		WB (N)	
		Medias	EE	Medias	EE	Medias	EE	Medias	EE
AA	LINO	5,44	0,02	2,50	0,35	27,92	1,14	21,11	2,57
	SOJA	5,49	0,03	2,17	0,17	29,60	1,62	19,30	2,51
HA	LINO	5,50	0,03	2,50	0,50	32,21	1,80	29,77	3,28
	SOJA	5,46	0,02	2,17	0,17	29,74	2,21	28,13	7,63
MG	LINO	5,56	0,07	2,75	0,25	30,64	0,74	21,66	3,86
	SOJA	5,57	0,04	2,67	0,44	30,23	1,13	19,67	4,24
WxAA	LINO	5,48	0,03	3,00	0,20	27,75	1,53	20,69	2,10
	SOJA	5,47	0,01	3,75	0,25	24,67	1,49	23,04	6,89
WxHA	LINO	5,47	0,03	3,63	0,24	28,48	1,44	20,68	1,33
	SOJA	5,45	0,02	2,75	0,38	26,31	1,02	23,05	2,03
<i>P</i>	<i>RxD</i>	0,5134		0,0612		0,4926		0,9259	

ab Valores con superíndice diferente son significativamente diferentes ($P < 0,05$)

AA (Angus) HA (Holando Argentino) MG (Murray Grey) WxAA (Wagyu x Angus) WxHA (Wagyu x Holando Argentino)
WB (Fuerza de corte por cizalla de Warner Bratzler)

Las diferencias significativas en las mermas por cocción solo se observaron entre tipos genéticos, no encontrándose efecto de la dieta. La carne de los novillos de la raza HA

presentó el mayor valor (30,97%) siendo significativamente distinto de los cruza WxAA (26,21%), mientras que el resto de las razas no se diferenció con estas ni entre ellas.

La terneza, medida de acuerdo a la fuerza de corte WBSF, no presentó diferencias significativas entre los tratamientos ni entre los tipos genéticos.

Los valores del análisis de perfil de textura (TPA) se presentan en la tabla 27 y su interacción tipo genético x tratamiento en la tabla 28.

Tabla 27. Efecto de la dieta (D) y el tipo genético (R) sobre el análisis del perfil de textura (TPA)

		Dureza		Adhesividad		Elasticidad		Cohesividad		Masticabilidad		Resiliencia	
		Medias	EE	Medias	EE	Medias	EE	Medias	EE	Medias	EE	Medias	EE
Dieta	LINO	59,75	2,69	-6,37	1,41	0,46	0,00	0,43	0,01	11,80	0,55	0,15	0,00
	SOJA	63,82	1,70	-4,92	1,51	0,45	0,01	0,44	0,01	12,96	0,61	0,15	2,40
Raza	AA	59,67	3,78	-7,11	2,82	0,44	0,00	0,44	0,02	11,65	0,76	0,15	0,00
	HA	66,65	3,68	-8,69	2,75	0,46	0,01	0,46	0,01	13,97	1,06	0,15	0,00
	MG	61,31	3,04	-3,64	2,05	0,46	0,01	0,45	0,01	12,91	1,03	0,15	0,00
	WxAA	62,71	2,15	-6,22	2,76	0,46	0,01	0,42	0,01	12,20	0,58	0,16	0,01
	WxHA	59,72	4,30	-4,01	1,56	0,46	0,01	0,42	0,01	11,54	0,90	0,15	0,00
	<i>Pr > F</i>	<i>R</i>	0,655		0,648		0,098		0,0002		0,299		0,569
	<i>D</i>	0,183		0,553		0,557		0,308		0,159		0,822	
	<i>R x D</i>	0,712		0,303		0,943		0,010		0,345		0,325	

ab Valores con superíndice diferente son significativamente diferentes ($P < 0,05$)

AA (Angus) HA (Holando Argentino) MG (Murray Grey) WxAA (Wagyu x Angus) WxHA (Wagyu x Holando Argentino)

Tabla 28. Efecto de la interacción Tipo genético x Dieta sobre el análisis del perfil de textura (TPA)

Raza	Dieta	Dureza		Adhesividad		Elasticidad		Cohesividad		Masticabilidad		Resiliencia	
		Medias	EE	Medias	EE	Medias	EE	Medias	EE	Medias	EE	Medias	EE
AA	LINO	55,43	5,53	-5,49	2,88	0,45	0,01	0,42	0,03	10,37	0,56	0,15	0,01
	SOJA	65,33	3,27	-9,28	5,91	0,44	0,00	0,47	0,02	13,37	0,91	0,16	0,00
HA	LINO	61,78	6,47	-7,67	4,36	0,46	0,01	0,44 <i>a</i>	0,00	12,39	1,27	0,15	0,00
	SOJA	71,52	1,50	-9,72	4,22	0,46	0,02	0,47 <i>b</i>	0,01	15,55	1,21	0,16	0,00
MG	LINO	61,72	4,53	-3,77	2,96	0,47	0,01	0,45	0,01	13,02	1,10	0,15	0,01
	SOJA	60,77	4,82	-3,46	3,46	0,46	0,02	0,44	0,02	12,78	2,25	0,15	0,00
WxAA	LINO	61,85	2,46	-9,13	3,25	0,47	0,01	0,43 <i>a</i>	0,00	12,45	0,55	0,16	0,01
	SOJA	64,43	5,35	-0,39	0,39	0,45	0,03	0,40 <i>b</i>	0,01	11,71	1,67	0,14	0,00
WxHA	LINO	58,50	10,88	-6,12	3,71	0,46	0,01	0,41	0,01	10,92	2,05	0,14	0,01
	SOJA	60,54	2,81	-2,59	0,88	0,46	0,01	0,43	0,01	11,96	0,82	0,15	0,01
<i>P</i>	<i>RxD</i>	0,712		0,303		0,943		0,010		0,345		0,325	

ab Valores con superíndice diferente son significativamente diferentes ($P < 0,05$)

AA (Angus) HA (Holando Argentino) MG (Murray Grey) WxAA (Wagyu x Angus) WxHA (Wagyu x Holando Argentino)

No se observan diferencias significativas en la mayoría de las variables. Solo la variable cohesividad presentó interacción tipo genético x tratamiento, encontrando diferencias significativas entre los tratamientos para la raza HA (LINO=0,44 y SOJA=0,47) y la cruce WxAA (LINO=0,43 y SOJA=0,4).

Al estudiar el efecto de la inclusión de lino sobre el color, tanto de la carne como de la grasa (Tabla 29) y su interacción (Tabla 30), no se hallaron diferencias significativas entre el tratamiento ni entre los tipos genéticos.

Tabla 29. Efecto de la dieta (D) y el tipo genético (R) sobre el color de la carne y de la grasa

		Carne										Grasa									
		L*		a*		b*		C*		h (grados)		L*		a*		b*		C*		h (grados)	
		Medias	EE	Medias	EE	Medias	EE	Medias	EE	Medias	EE	Medias	EE	Medias	EE	Medias	EE	Medias	EE	Medias	EE
Dieta	LINO	38,13	0,72	20,81	0,32	11,61	0,26	23,85	0,43	29,17	0,39	68,92	0,72	2,96	0,65	21,27	0,81	21,74	0,88	80,23	1,31
	SOJA	37,04	0,80	21,78	0,70	11,58	0,43	24,62	0,78	28,15	0,43	68,78	0,85	2,28	0,56	22,18	1,00	22,26	0,98	83,94	1,46
Raza	AA	38,60	1,39	22,49	0,73	12,34	0,57	25,68	0,79	28,67	0,64	70,02	0,98	3,21	0,85	19,61	1,56	19,99	1,45	80,97	2,16
	HA	36,33	1,56	20,29	1,44	10,91	0,98	23,06	1,58	28,02	0,69	68,12	1,88	1,50	1,29	21,38	1,30	21,67	1,55	81,34	2,31
	MG	37,07	1,13	22,61	0,85	12,12	0,35	25,45	1,02	28,47	0,64	69,57	0,95	1,76	0,78	20,48	1,38	20,58	1,45	84,53	2,16
	WxAA	37,20	1,01	20,72	0,24	11,63	0,32	23,65	0,35	29,58	0,73	68,32	1,56	3,42	0,95	24,28	1,36	25,01	1,64	82,92	2,45
	WxHA	38,05	0,98	20,37	0,53	11,10	0,37	23,35	0,70	28,55	0,54	68,29	1,03	3,08	0,93	22,66	1,17	22,74	1,23	80,68	1,82
<i>Pr > F</i>	<i>R</i>	0,6123		0,0584		0,0927		0,3296		0,6365		0,8422		0,6903		0,1888		0,1911		0,6751	
	<i>T</i>	0,3241		0,2153		0,8989		0,0765		0,0907		0,8633		0,3588		0,5760		0,6959		0,0691	
	<i>R x T</i>	0,2349		0,5291		0,3471		0,5385		0,1602		0,6327		0,4379		0,5819		0,6186		0,6437	

ab Valores con superíndice diferente son significativamente diferentes (P<0,05)

AA: Angus HA: Holando Argentio MG: Murray Grey WxAA: Wagyu x Angus WxHA: Wagyu x Holando Argentino

L*: luminosidad a*: índice rojo-verde b*: índice amarillo-azul C*: cromas h: tono

Tabla 30. Efecto de la interacción Tipo genético x Dieta sobre el color de la carne y la grasa

Raza	Dieta	Carne										Grasa									
		L*		a*		b*		C*		h (grados)		L*		a*		b*		C*		h (grados)	
		Medias	EE	Medias	EE	Medias	EE	Medias	EE	Medias	EE	Medias	EE	Medias	EE	Medias	EE	Medias	EE	Medias	EE
AA	LINO	38,05	1,91	22,63	0,70	12,40	0,79	25,82	0,94	28,66	0,84	70,08	0,86	4,45	0,86	19,39	2,39	19,93	1,90	76,96	2,83
	SOJA	39,33	2,40	22,35	1,28	12,27	1,02	25,50	1,61	28,69	0,97	69,96	2,28	1,56	1,06	19,92	2,37	20,06	2,19	84,98	3,26
HA	LINO	38,53	1,70	20,54	1,07	11,92	1,02	23,76	1,43	30,04	0,97	69,11	2,34	0,79	2,44	22,46	2,56	22,77	2,19	81,51	3,26
	SOJA	34,12	2,12	20,05	2,68	9,89	1,67	22,36	3,14	26,00	0,97	67,14	3,35	2,20	1,37	20,29	0,83	20,57	2,19	81,16	3,26
MG	LINO	38,15	1,31	20,98	0,84	11,53	0,36	23,94	0,90	28,82	0,84	69,33	1,75	2,11	1,20	20,86	1,45	21,09	1,90	83,97	2,83
	SOJA	35,63	1,93	24,24	1,49	12,90	0,29	27,46	1,45	28,12	0,97	69,88	0,40	1,29	1,08	19,96	2,99	20,08	2,19	85,10	3,26
WxAA	LINO	36,21	1,18	20,32	0,32	11,34	0,39	23,28	0,35	29,17	0,84	67,00	1,82	4,36	1,02	23,39	1,57	23,85	1,90	79,57	2,83
	SOJA	39,17	1,02	21,12	0,37	12,19	0,39	24,39	0,51	29,99	1,19	70,98	2,43	1,54	1,42	26,07	2,86	26,17	2,69	86,27	4,00
WxHA	LINO	39,70	1,61	19,57	0,41	10,93	0,40	22,42	0,51	29,17	0,84	69,12	1,75	2,56	1,67	20,54	1,41	21,06	1,90	79,15	2,83
	SOJA	36,96	1,11	21,16	0,98	11,21	0,59	23,97	1,08	27,93	0,69	67,74	1,35	3,43	1,18	24,07	1,53	24,42	1,55	82,21	2,31
<i>P</i>	<i>RxD</i>	0,2349		0,5291		0,3471		0,5385		0,1602		0,6327		0,4379		0,5819		0,6186		0,6437	

ab Valores con superíndice diferente son significativamente diferentes (P<0,05)

AA (Angus) HA (Holando Argentino) MG (Murray Grey) WxAA (Wagyu x Angus) WxHA (Wagyu x Holando Argentino)

L* (Luminosidad) a* (índice rojo-verde) b* (índice amarillo-azul) C* (Cromas) h (tono)

4. DISCUSIÓN

La inclusión de lino en la dieta de terminación a corral de novillos de distintos tipos genéticos generó efectos sobre el contenido de grasa total y alguno de los ácidos grasos individuales o agrupados por características químicas y sobre algunos de los parámetros físicos de calidad de la carne.

a. Performance productiva de los animales

Al no encontrar diferencias significativas entre el nivel de grasa en P8, podemos concluir que no existen diferencias de terminación entre los distintos tipos genéticos y tratamientos, entendiéndose por terminación como el nivel de engrasamiento subcutáneo (Di Marco, 1998) y siendo esto una condición para poder comparar entre los novillos los distintos parámetros de calidad.

La evolución de los pesos conforme avanzó el encierre y la interacción entre el tratamiento y el tiempo de encierre muestra que solo existió interacción tratamiento x tiempo de encierre en los novillos de las razas AA, HA y la cruce WxAA, encontrándose diferencias significativas entre los tratamientos. La mejor evolución del peso vivo logrado con el tratamiento LINO coincide con lo informado por otros investigadores que incluyeron lino con diferente forma física de presentación en la dieta.

Raes y col. (2003) que utilizaron una pre mezcla con altos niveles de AGPI $\omega 3$ con lino como fuente de estos, informaron un mayor aumento de peso diario con su inclusión y Maddock y col. (2006), que utilizaron semillas de lino con diferentes presentaciones físicas informaron que a mayor procesamiento de la semilla, mayores niveles de peso.

Sin embargo, Barton y col. (2007) que usaron lino extruido (70% semillas de lino y 30% de salvado de trigo como carrier) no encontraron mayores ganancias en la dieta que lo

contenía. Fanego y col. (2013) que utilizaron semillas enteras de lino encontraron incluso diferencias significativas entre los tratamientos pero con valores inferiores para el lino.

No se encontraron diferencias significativas entre las dietas ni la interacción con el tiempo de encierre, observándose que el aumento del EGD y de P8 se dio por un efecto solo del tiempo en todas las razas y tratamientos dietarios, diferenciándose ello de lo informado por Fanego y col. (2013) que con niveles crecientes de inclusión de semillas de lino, encontraron mayores valores de engrasamiento subcutáneo, mientras que Maddock y col. (2006) no encontraron diferencias significativas en los niveles de grasa subcutánea sobre la 12° costilla.

b. Análisis de componentes principales (PCA)

La matriz de correlación de las variables correspondientes a los lípidos en el tratamiento LINO muestra una correlación significativa entre el EE con el nivel de AGS, AGI y AGPI. La correlación es positiva para los AGS mientras que es negativa para los AGI y los AGPI. El aumento del EE conlleva a un aumento de los AGS y una disminución de los AGI.

Según De Smet y col. (2004), la variación en el contenido de la grasa tiene un efecto sobre la composición de los AG. El contenido de los AGS y AGMI aumenta más rápidamente con el aumento de la grasa que el contenido de los AGPI, lo que conduce a una disminución en la proporción relativa de los AGPI, efecto que puede verse en los resultados de la presente tesis.

La correlación entre los AGS y AGI también es significativa y en este caso negativa, ya que de la totalidad de los AG del perfil, lo que no es AGS es AGI, ocurriendo lo mismo con los AGMI.

La correlación positiva entre los AGI y los AGMI es alta, indicando que con el aumento de los AGI, quien aumenta principalmente su proporción son los AGMI y fundamentalmente

este aumento es debido al aumento del ácido oleico como uno de los principales AG de la carne (Indurain y col., 2006; Moreno y col., 2008; Wood y col., 2008).

En el tratamiento SOJA, el EE mostró únicamente correlación negativa con los AGPI. Los AGS se correlacionan negativamente con AGI y AGMI ya que de la totalidad de los AG del perfil, lo que no es AGS es AGI, ocurriendo lo mismo con los AGMI. Existe además una correlación alta y negativa para los AGMI y los AGPI.

En la matriz de correlación entre variables físicas, TPA y EE para el tratamiento LINO se pudo observar que la dureza presenta correlación negativa con la adhesividad y una correlación altamente positiva con la masticabilidad, las muestras más duras requieren más energía para ser masticadas.

La adhesividad presentó correlación positiva con la cohesividad, siendo más adhesiva la muestra al presentar enlaces internos más fuertes que mantienen su estructura (Szczeniak, 1963) y una correlación negativa con la masticabilidad.

La elasticidad presentó correlación positiva con la masticabilidad, siendo una muestra más elástica necesariamente más masticada para su deglución.

La cohesividad presentó correlación significativa entre el veteado y el EE, explicado esto por Nishimura y col. (1999) quienes encontraron que el alto nivel de marbling, generaba una desorganización de la estructura del músculo debida al gran desarrollo del tejido adiposo intramuscular, perdiendo su cohesividad.

El descenso del pH post mortem hace que muchas proteínas de la carne alcancen su punto isoeléctrico, modificando la configuración de los aminoácidos que la forman y tendiendo a retener cantidades mínimas de agua (Sánchez, 1997), de ahí que encontremos una correlación positiva entre mermas por cocción y pH, a pH más alto mayor pérdida de agua en la cocción.

La correlación positiva entre la fuerza de corte por cizalla (WB) y el pH también guarda relación con el proceso post mortem y el descenso de pH. Alcanzar valores adecuados de pH₂₄ contribuye a alcanzar buenos niveles de terneza. En cambio, si el descenso no es el correcto, a mayor pH se producen carnes duras (Purchas y Aungsupakorn, 1993; Bouton y col., 1971).

En la matriz para el tratamiento SOJA, el conjunto de las variables presentan correlación significativa entre ellas. La dureza presentó correlación positiva entre cohesividad, masticabilidad, mermas y WB. La dureza, cohesividad y masticabilidad son atributos evaluados en el TPA muy relacionados donde uno condiciona al otro (Caine y col., 2003).

La cohesividad presentó, de la misma manera que para el tratamiento LINO, correlación negativa con el veteado y EE, mientras que presentó correlación positiva con la masticabilidad y las mermas. La pérdida de agua cohesionó más la muestra.

La masticabilidad se correlacionó positivamente con la fuerza de corte WB y con las mermas ya que es la pérdida de agua durante la cocción la que la aumentó. La correlación negativa que presentó la masticabilidad y el veteado fue explicado por Huerta Leidenz (2002), Nishimura y col. (1999), Geay y col. (2001), Emerson y col. (2013) y Luo y col., (2018) quienes relacionan el marbling con la terneza de la carne.

Las mermas presentan correlación positiva con la fuerza de corte WB y con el pH, y negativa con el veteado y el EE. La correlación positiva entre el veteado y el EE, se debe a que el EE es parte del veteado.

c. Determinación de los lípidos totales y del perfil de ácidos grasos

Existen diferencias significativas en el EE. Los mayores valores de grasa total se observan en las cruzas Wagyu, de la misma manera que lo informaron por Kazala y col. (1999) en su trabajo con cruzas Wagyu, donde la cantidad de lípidos totales extraída del músculo *Longissimus dorsi* fue de 8.7%. Este valor resulta dos o tres puntos porcentuales más

alto que los valores de estudios previos de otras razas como los informados por Miller y col. (1981) en novillos británicos o Santini y col. (2006) con novillos de la raza Aberdeen Angus. Los valores encontrados en este trabajo en las razas AA, MG e incluso HA, son los valores esperados para novillos en confinamiento (García y col., 2008).

El efecto claro de la raza Wagyu, incluso en cruzas como las estudiadas en este trabajo, respaldan la reputación de esta raza de depositar mayores cantidades de grasa IM en comparación con otras (May y col., 1993).

El efecto de la dieta no mostró diferencias significativas de la misma manera que lo informaron Mapiye y col. (2013). Sin embargo, los novillos del tratamiento LINO presentaron mayor cantidad de lípidos totales de la misma manera que lo reportado por Albertí y col. (2013).

Es el caso del ácido mirístico y palmitoléico, ambos se encuentran con mayores porcentajes y son significativamente diferentes en las cruzas Wagyu respecto a las otras razas. Los resultados de ambos AG se corresponden con los valores informados por Kazala y col. (1999) y Zembayashi y col. (1995). García y col. (2008) informan valores similares a los observados en este ensayo para las razas AA y HA.

El ácido oleico 18:1 ω 9, que es el ácido predominante en la carne seguido por el palmítico, presentó diferencias entre las razas HA y AA. García y col. (2008) reportaron también diferencias significativas con mayores porcentajes para la raza HA.

Los valores hallados para las cruzas Wagyu son similares a los reportados por Zembayashi y col. (1995). May y col. (1993) informan valores aún mayores. Otros reportes, (May y col., 1993; Oka y col., 1992; Sturdivant y col., 1992) informan que la raza Wagyu contiene niveles elevados de ácido oleico en comparación con otras razas mantenidas en

feedlot convencionales, mientras que los resultados hallados en la presente tesis para las cruza Wagyu no presentaron diferencias significativas con las otras razas.

Elías Calles y col., 2000, informaron que la carne de la raza Wagyu contiene porcentajes altos de ácido palmitoléico y ácido oleico y porcentajes menores de ácido esteárico y ácido palmítico que los animales de la raza Aberdeen Angus. Kazala y col. (1999) al encontrar estas mismas diferencias sugieren que parecería haber dos tendencias generales y opuestas entre los ácidos grasos C18 y C14/C16 con respecto a su acumulación o contenido en la carne.

Las proporciones de los ácidos mirístico, palmítico y palmitoleico muestran un aumento general, además del aumento en el contenido de lípidos, mientras que las proporciones de los ácidos esteárico y oleico tienden a disminuir. Estos datos sugerirían que la enzima responsable de la conversión de los ácidos grasos C16 a C18 (elongasa), puede haber sido incapaz de seguir el ritmo de la producción del ácido palmítico en los animales que depositaron mayores cantidades de grasa intramuscular. Este desequilibrio entre las actividades de estas enzimas podría explicar el fenómeno, que no fue observado en los resultados de esta tesis, a pesar de haber detectado diferencias en el contenido de EE de la carne.

Ninguno de estos AG presenta diferencias significativas debidas a la incorporación de lino.

Las diferencias significativas encontradas en el ácido vaccénico (18:1 ω 7) (VA) ocurren entre las razas AA y MG y no con el resto de las razas. Todos los valores que se informan son inferiores a los reportados por Leheska y col. (2008) pero superiores a los informados por García y col. (2008).

El porcentaje de CLA presente en los novillos de raza HA, es mayor al reportado por Latimori y col. (2003) para esta misma raza y en condiciones de pastoreo, sistema donde se

esperan mayores porcentajes de CLA. Esta misma tendencia se informó en el capítulo 2 de esta tesis.

Tanto el ácido vaccénico como el CLA se asocian con beneficios potenciales para la salud humana (McCrorie y col., 2011) y su metabolismo se encuentra relacionado debido a la capacidad de síntesis endógena en el hombre, de la misma manera que en los tejidos de los rumiantes, mediante la transformación de CLA a partir de ácido vaccénico (Niwinska, 2010).

El VA como el CLA son intermediarios claves de la BH. Mientras que el VA es formado a partir de ácidos linoleico y linolénico, el CLA es formado en la biohidrogenación del ácido linoleico. Estos compuestos intermedios están presentes en cantidades apreciables en la grasa de los rumiantes en una proporción de aproximadamente 3:1, pero en el rumen el CLA solo es un intermediario transitorio y en cambio es el VA el que se acumula. La diferencia se debe a que la mayoría del CLA encontrado en la grasa se origina en el tejido adiposo a partir de la síntesis endógena que involucra la enzima Δ -9 desaturasa con VA como sustrato (Bauman y col., 2003).

Los niveles de VA y CLA no muestran diferencias significativas en relación a la dieta. Martínez Marín (2007) informó mayores valores de ambos AG en animales con dietas con incorporación de lino situación que respondería a la mayor concentración de ácido linolénico en la dieta, la cual genera efecto sobre la BH al reducir la intensidad de la misma favoreciendo la producción de VA y aumentando la cantidad disponible para ser absorbida a nivel intestinal y su disponibilidad en los tejidos para la síntesis de CLA.

Se debe tener en cuenta que el consumo de una dieta con excesivo contenido de AGPI (aporte elevado de aceites vegetales) o capaz de reducir sustancialmente el pH ruminal (ración muy concentrada y/o con escasa capacidad tampón), puede tener efectos negativos sobre la flora celulolítica del rumen, principal responsable de la BH, a tal punto que se limite la

producción ruminal tanto de CLA como de VA, reduciéndose por lo tanto la cantidad absorbida y disponible (Griswold y col., 2003).

Además, la síntesis de CLA endógena puede verse disminuida por un efecto depresor sobre la Δ^9 -desaturasa ejercido por una elevada cantidad de AGPI no modificados absorbidos a nivel intestinal (Martínez Marín, 2007). Algunos de estos efectos podrían justificar los resultados obtenidos en esta tesis.

El ácido linoleico (18:2 ω 6) se diferencia entre razas y entre tratamientos, no existiendo interacción. Los valores para las razas AA, HA y MG son los menores y cercanos a los reportados por García y col. (2008) para novillos de las razas Aberdeen Angus y Holando Argentino.

Los menores valores hallados en las cruzas Wagyu son similares a los hallados por Zembayashi y col. (1995). Kazala y col. (1999) informaron una correlación negativa entre los niveles de grasa total intramuscular y el porcentaje de linoleico. En este ensayo se observa que, de la misma manera, los mayores valores de ácido linoleico se encontraron en los novillos que presentaron los menores valores de extracto etéreo.

Las diferencias entre los tratamientos se corresponden con el contenido de AG de cada una de las dietas, siendo mayor el nivel de ácido linoleico en la dieta sin lino y teniendo en cuenta además que el ácido linoleico presenta tasas más bajas de BH (Shingfield y col., 2013). Estos resultados son similares a los encontrados por Mapiye y col. (2013) al comparar la suplementación de novillos con semillas de lino y semillas de girasol.

Las diferencias encontradas entre tratamientos respecto al ácido gamma linolénico (18:3 ω 6), si bien se encuentra dentro de los valores informados por Vahmani y col. (2015), son contrarios a los encontrados por Maddock y col. (2006) quienes reportan valores menores al incorporar lino, efecto que no ocurre en este trabajo.

El ácido alfa linolénico (18:3 ω 3) (ALA) no presenta diferencias significativas entre razas ni entre tratamientos, aunque puede verse un mayor porcentaje presente en los novillos terminados con lino en todas las razas salvo la raza MG.

Un numero bajo de animales participantes del ensayo podría ser la causa de la falta de diferencias, ya que el efecto de la adición de lino en la dieta sobre el nivel de ALA fue informado por varios autores (Maddock y col., 2006; Drouillard y col., 2002; 2004; Aharoni y col., 2004) y es respuesta directa a la mayor concentración de ALA en la dieta y su efecto negativo sobre la BH (Noble y col., 1974; Qiu y col., 2004; Troegeler-Meynadier y col., 2006) aumentando la cantidad disponible para ser absorbida a nivel intestinal.

Mapiye y col. (2013) encontraron mayor cantidad de ALA en los novillos alimentados con lino y asociaron estos resultados a su mayor suministro dietético, una reducción en la lipólisis ruminal y BH del ALA contenido en las semillas de lino a través de un cambio en la población microbiana ruminal (Huws y col., 2010).

La proporción de ALA fue inferior a la reportada por Mapiye y col. (2013), pero es más alta que las reportadas por Kim y col. (2009).

Las discrepancias entre los estudios podrían deberse a las diferencias en el tipo, forma física y cantidad del ingrediente que incorpora AGPI en la dieta.

El ácido araquidónico (20:4 ω 6), ácido eicosapentaenóico (20:5 ω 3) (EPA) y el ácido docosapentaenóico (22:5 ω 3) (DPA) presentara diferencias entre las razas, no así por efecto de la dieta. Los valores de los novillos de las razas AA y HA se acercan en todos los casos a los informados por García y col. (2008). Los menores porcentajes presentes en las cruas Wagyu son esperables, dada la predisposición de la raza al depósito de AGMI marcado por los mayores porcentajes de palmitoleico y oleico encontrados en este trabajo.

El ácido Araquidónico, EPA, DPA, docosahexaenóico (DHA) no alcanzan a sumar entre el 1 y 2% (Kazala y col., 1999). Los valores hallados en relación a las dos dietas para estos AG son los esperables y similares a los reportados por Mapiye y col. (2013).

La incorporación de semillas de lino permite aumentar el contenido de ácido linolénico en la dieta y en la grasa intramuscular (Aharoni y col., 2004, Barton y col., 2007), sin embargo, para conseguir un aumento del contenido de EPA es necesario comenzar el suministro al inicio del período de crecimiento dando tiempo suficiente para la síntesis endógena y su incorporación en la grasa (Raes y col., 2003).

Por otro lado, el incremento del aporte de ácido linolénico dietario no tiene un efecto cuantitativamente importante sobre el contenido de DHA (Wachira y col., 2002; Raes y col., 2003; Demirel y col., 2004).

El ácido adrenico (22:4 ω 6) presentó interacción con la raza x dieta encontrándose diferencias en los novillos de la raza HA entre LINO y SOJA. El nivel de ácido adrenico fue inferior en comparación con el informado por García y col. (2008), en todas las razas y tratamientos. Kucseva y col. (2013) informaron valores más cercanos a los encontrados, siendo similares a los hallados para el tratamiento SOJA en la raza HA. O'Fallon y col. (2015) informaron para los novillos de raza Wagyu valores similares a los encontrados en este ensayo.

Las diferencias entre LINO y SOJA se dan por la diferente composición lipídica de la dieta, siendo el lino una rica fuente de ALA lo que resulta en un mayor nivel de AGPI ω 3 y un menor nivel de los AGPI ω 6 en general (Mapiye y col., 2013).

Al analizar los principales ácidos grasos individuales agrupados en AGS (mirístico, palmítico y esteárico) no se observan diferencias significativas entre las razas ni tratamientos. Los valores hallados independientemente de la raza y la dieta están algo por encima de los

reportados por Garcia y col. (2008), inferiores a los informados por Albertí y col. (2013) y similares a los informados por Pordomingo y col. (2012), Lehezca y col. (2008) y Ponnampalam y col. (2006). Mapiye y col. (2013) encontraron valores algo superiores y de la misma manera que en este trabajo, no encontraron efecto por la incorporación de lino.

Los ácidos grasos agrupados en AGMI (palmitoleico, oleico y vaccénico) presentan diferencias significativas entre las razas, siendo las cruzas Wagyu las de mayor porcentaje. Todas las razas presentan valores similares a los reportados por Ponnampalam y col. (2006) pero superiores a los informados por García y col. (2008) y Pordomingo y col. (2012). Los mayores porcentajes de las cruzas Wagyu responde directamente a la mayor cantidad de palmitoleico, oleico y vaccénico (Elias Calles y col., 2000; May y col., 1993; Oka y col., 1992; Sturdivant y col., 1992).

Para Sturdivant y col. (1992) la mayor deposición de AGMI en los tejidos grasos del ganado de raza Wagyu, podría ser responsabilidad de la actividad elevada de esteroil-CoA desaturasa. El tejido adiposo bovino contiene esta enzima activa, que convierte el ácido estearico, el palmítico y el mirístico en sus correspondientes ácidos grasos monoinsaturados ω 9.

Una tendencia similar se observa en este trabajo, con menores valores de ácido palmitico y esteárico y los mayores valores de los AGMI ya detallados, lo que podría sugerir la actividad enzimática diferencial en la grasa intramuscular de las cruzas Wagyu.

Los AGPI (ácido linoleico, linolénico, araquidónico, EPA, adrélico, DPA y DHA) presentan interacción raza x dieta, encontrándose diferencias significativas en los novillos de la raza MG entre dietas, siendo mayor el contenido de AGPI en el tratamiento SOJA.

De los porcentajes de AGPI, solo el encontrado en los novillos de la raza AA se acerca a lo informado por García y col. (2008), presentando el resto de las razas valores inferiores. Los

menores valores encontrados en las cruzas Wagyu se corresponden a lo informado por Elías Calles y col. (2000).

La inclusión de lino extruido no genera el aumento de los niveles de AGPI, sobre todo sobre el porcentaje de ALA. Esto mismo fue reportado por Akraim y col. (2006) al evaluar el flujo duodenal y su contenido de AGPI al utilizar lino extruido y por Razminowics y col. (2008) al medir la concentración de AGPI en la carne proveniente de novillos suplementados con lino extruido. Este hecho podría justificarse por la protección limitada del ALA en el lino extruido contra la BH (Akraim y col., 2006) y el uso de otros componentes en la elaboración del extruido que luego formó parte de la dieta que contribuyó al suministro de AG ω 6 y AGS.

Varios trabajos mencionaron que la extrusión no protege los AGPI de la canola in vitro (Enjalbert y col., 2003), del lino o canola in situ (Clinquart y col., 1993; Enjalbert y col., 2003) o de la soja in vivo (Chouinard y col., 2001). Por el contrario, otros mencionaron una disminución de la BH con semillas de colza in vivo (Chapoutot y Sauvant, 1997) o con las semillas de soja in vitro (Reddy y col., 1994) o in situ (Chouinard y col., 2001).

Los AG ω 3 (ALA, EPA, DPA y DHA) presentan interacción raza x dieta en los novillos cruza WxAA, observándose mayor contenido de ω 3 en la grasa de los novillos que consumieron la dieta con lino.

Los valores encontrados, independientemente de la raza y el tratamiento, son superiores a los informados por García y col. (2008) para las distintas razas y para la terminación en feedlot, incluso similares a los novillos con alimentación pastoril. También fueron superiores a los reportados por Mapiye y col. (2013) quienes utilizaron semillas de lino entera suplementando animales en pastoreo.

Los valores reportados en el capítulo 2 de esta tesis indican mayores concentraciones de $\omega 3$ en la alimentación a pasto. Las diferencias en la cantidad de AGPI $\omega 3$ podrían estar relacionadas con la dieta y el metabolismo ruminal o la actividad enzimática en los tejidos.

La concentración AG $\omega 6$ (ácido linoleico, araquidónico y adrenico) también presenta interacción raza x tratamiento en los novillos de la raza MG. Los valores hallados son inferiores a los informados por García y col. (2008) para los novillos de las razas AA y HA, incluso a los que corresponden a los animales terminados a pasto y similares a los reportados por Mapiye y col. (2013) y Kim y col. (2009) al utilizar lino en la dieta.

La relación $\omega 6/\omega 3$ presenta diferencias significativas entre tratamientos, siendo menor en el tratamiento LINO. Sin embargo, ambas dietas se encuentran en el rango de las recomendaciones consideradas saludables. Los valores encontrados, cercanos a 2, son inferiores a los informados por García y col. (2008), Volpi Lagreca y col. (2013) y Pordomingo y col. (2012) para los novillos terminados en feedlot.

En general, la relación en animales terminados en sistemas pastoriles es inferior a 2,0. En este mismo trabajo se encontró un rango de valores entre 1,15 y 1,58 para las diferentes razas estudiadas en alimentación exclusiva a pasto.

Para animales alimentados con concentrados la relación mencionada varió de 6,0 a 10,0 (Marmer y col., 1984; Sanudo y col., 2000; Maddock y col., 2006). Maddock y col. (2006) encontraron que la relación $\omega 6/\omega 3$ disminuyó tanto por adición de lino como por el procesamiento de la semilla. Estos cambios en las relaciones de ácidos grasos pueden tener implicaciones sobre la salud humana con respecto al interés en aumentar la ingesta de ácidos grasos $\omega 3$ (Connor, 2000).

Si bien la relación AGMI/AGS no presenta diferencias significativas, Sturdivant y col. (1992) informaron valores similares. Zembayashi y col. (1995) informaron relaciones algo

mayores tanto para los novillos de la raza Wagyu como para los de la raza HA. May y col. (1993) demostraron que los novillos cruza Wagyu tenían relaciones significativamente mayores que novillos de la raza Aberdeen Angus. Mientras que Kazala y col. (1999) encontraron valores algo inferior a los encontrados en este trabajo.

Las desigualdades entre trabajos pueden estar en las diferentes edades de faena, ya que se ha demostrado que la grasa aumenta en su grado de insaturación con la edad (Waldman y col., 1968; Hecker y col., 1975). Por lo tanto, los animales cercanos a la madurez exhibirían relaciones más altas de AGMI/AGS que los animales jóvenes (Kasala y col., 1999).

La relación AGPI/AGS se diferencia entre las razas, encontrándose todos los valores inferiores a los recomendados como saludables para el consumidor (0,45 o superior según Williams, 2000), siendo inferiores a los reportados por García y col. (2008) y Volpi Lagrega y col. (2013). Según Raes y col. (2004) la dieta no afecta en gran medida esta relación estando principalmente influenciada por la genética, en particular por el potencial de engrasamiento.

De Smet y col. (2004) observaron que las diferencias en la composición de AG entre las razas se explicarían por las diferencias en la cantidad de grasa intramuscular, ya que como ocurre en este ensayo, a medida que aumenta la cantidad de grasa intramuscular la relación AGPI/AGS disminuye. No se encontró efecto por la inclusión de lino en la dieta utilizada en la etapa de terminación de los animales.

d. Análisis físicos

Los valores de pH se hallaron dentro del rango considerado normal para carne fresca bovina (Warriss, 2003; Lonergan y col., 2010).

Los mayores valores de veteado son observados en las cruzas Wagyu, WxAA y WxHA, donde puede considerarse la predisposición de la raza Wagyu a aumentar el depósito de la grasa intramuscular.

Tal cual como lo informaron Smith y col. (2009) al concluir que el mayor veteado y el nivel de AGMI se debe a las diferencias de tipo genéticas, de la misma manera que Lunt y col. (1993) informaron al comparar novillos de las razas Aberdeen Angus y Wagyu a igual terminación. Además, estos autores manifiestan que la diferencia de veteado fue ligeramente abundante para los novillos de raza Aberdeen Angus y moderadamente abundante para los de raza Wagyu, siendo mayor en estos últimos.

Kazala y col. (1999) informaron un grado "moderado" de marmoleado en el trabajo realizado con cruzas Wagyu. Las cruzas Wagyu respaldan la reputación de esta raza de depositar mayores cantidades de grasa intramuscular en comparación con otras razas (Kazala y col., 1999; May y col., 1993).

Zembayashi (1994) evaluó el efecto de la raza en el depósito de grasa intramuscular utilizando novillos de las razas Wagyu, Holando y sus cruzas entre otros y observó que los animales de raza Wagyu y sus cruzas tenían mayores valores marbling.

Las diferencias en este ensayo no son tan importantes a favor de la craza Wagyu, ya que se sabe que son los períodos de alimentación prolongados (> 365 días) los que se han usado tradicionalmente en Japón para producir carne de raza Wagyu con altos grados de veteado (Nelson y col., 1990).

No hubo efecto por la inclusión de lino en la dieta, si bien este tratamiento presentó mayor valor de veteado. Esto mismo fue informado por Maddock y col. (2006) al incorporar lino en la dieta de terminación de vaquillonas.

Las mermas por cocción se encuentran en concordancia con lo informado por Pordomingo y col. (2007) encontrando valores similares (28,4-29,7%) para novillitos de raza Aberdeen Angus en confinamiento, aunque el mismo autor refiere valores muy superiores (37,8%) para novillos Aberdeen Angus también en confinamiento (Pordomingo y col., 2009).

Jeremiah y Gibson (1999) al comparar distintos genotipos, incluso cruza Wagyu, no encontraron diferencias significativas y con valores tales como 29,34% para novillos Wagyu x Holstein o 30,49% para Wagyu x Aberdeen Angus, similares a los analizados en este trabajo. Las mermas encontradas son las esperadas de acuerdo a la relación que guardan estas con el pH_{24} (Bouton y col., 1971), considerando los valores encontrados para este parámetro.

La fuerza de corte WBSF de las distintas muestras, independientemente de la raza o del tratamiento, los ubica de acuerdo a la clasificación propuesta por Martínez y col. (2017) como carne muy tierna por presentar valores inferiores a 31,4 N.

En líneas generales, los valores hallados son inferiores a lo reportado por distintos autores para novillos británicos en confinamiento (Latimori y col., 2008; Pordomingo y col., 2007; Teira y col., 2003) incluso a los valores reportados por Latimori y col. (2008) para novillos Holando en feedlot.

Los resultados presentados por otros autores en relación al efecto que genera el lino sobre la ternura son variables.

Maddock y col. (2006) no encontraron diferencias en la fuerza de corte, medida mediante cizalla de Warner-Bratzler, de la misma manera que en este trabajo. Drouillard y col. (2004) notaron diferencias en la fuerza de corte, medida mediante cizalla de Warner-Bratzler, para novillos y vaquillonas alimentadas con diferentes niveles de lino o en novillos de raza Holstein alimentados con 5% de lino.

La WBSF de estas razas en el ensayo de pasto realizado en este trabajo de tesis, mostró valores superiores a los encontrados en este ensayo con animales en terminación a corral.

La bibliografía no es concluyente con respecto a la relación entre los sistemas de terminación y la ternura. Varios estudios informaron que la carne terminada en pasturas es menos tierna que la terminada con concentrados. Sin embargo, otras investigaciones no

encontraron diferencias en los valores de WBSF entre el feedlot y los animales terminados a pasto cuando eran faenados a un punto de terminación similar (Pordomingo y col., 2012).

En relación al color de la carne, ninguno de los parámetros evaluados presentó diferencias significativas, no se encontró un efecto de la inclusión de lino sobre estas características.

El análisis de perfil de textura presentó interacción solamente con la variable cohesividad, el resto de las variables no presentó diferencia significativa entre los tratamientos o entre las razas y tampoco presentó interacción. Los valores de dureza WBSF para el tratamiento lino son similares a los informados por Caine y col. (2003), siendo los valores encontrados en el tratamiento soja y en las razas HA, MG y cruce WxAA algo superiores, mientras que todos son inferiores a los reportados por Pighin y col. (2015).

La adhesividad, definida como el trabajo necesario para separar un alimento de una superficie, presentó valores algo inferiores a los informados por Pighin y col. (2015). Los valores de elasticidad encontrados son similares a los reportados por González y col. (2014).

La cohesividad, definida como la fuerza de los enlaces internos que mantiene la estructura de la muestra (Szczeniak, 1963) y que representa la resistencia a la segunda compresión presentó interacción raza x tratamiento en la raza HA, con menores valores en el tratamiento lino, y en la cruce WxAA, con menores valores en la dieta con soja. En líneas generales, todos los valores se encuentran dentro de los reportados por He y col. (2018) y son algo inferiores a los reportados por González y col. (2014).

Los valores de masticabilidad hallados son inferiores a los reportados por Pighin y col. (2015). Siendo este último valor, la fuerza necesaria para masticar un alimento sólido hasta un estado tal que permita su ingesta (Torres y col., 2014), guarda relación con la dureza y la cohesividad. Las muestras con mayor valor de dureza como ser la raza HA del tratamiento

Soja (71,52 N), requieren mayor energía para ser masticadas y por lo tanto el valor de masticabilidad es mayor (15,55 veces), relacionando esto con una mayor cohesividad (0,47 %) presentando una estructura más compacta. Los valores de resiliencia encontrados son similares a los reportados por Pighin y col. (2015).

Los valores de L^* para la carne encontrados, son algo más claros que los reportados por Teira y col. (2003) ($L^*=35,8$) y Martínez Ferrer y col. (2006) ($L^*=36,6$) y similares a los reportados por Latimori y col. (2008) para animales terminados en feedlot ($L^*=37,17$). No se observa un efecto del lino sobre esta variable. Vahmani y col. (2017) informaron valores para L^* de 36,2 en novillos alimentados con Lino extruido incorporado a la dieta en un 25% BMS, siendo menores que los valores encontrados en este trabajo para la dieta con LINO donde se obtuvo carne algo más clara ($L^*=38,13$).

Los valores de a^* , C^* y tono encontrados fueron algo inferiores ($a^*=20,81$; $C^*=23,85$ y $h=29,17$) a los reportados por Kronberg y col. (2011) ($a^*=23,99$; $C^*=25,98$ y $h=22,46$) quienes suplementaron novillos Aberdeen Angus de 400 kg de peso vivo con semillas de lino a razón de 0,2% del peso corporal.

El color de la grasa tampoco reflejó un efecto del lino y presenta valores comparables a los reportados por Kronberg y col. (2011).

5. CONCLUSIONES

La inclusión de lino no generó efectos importantes sobre la performance productiva. Sólo se encontraron efectos sobre el peso en novillos Angus, Holando y crucea Wagyu x Angus, siendo mayor la evolución de peso en aquellos animales que consumieron LINO.

Los mayores valores de EE en las cruces Wagyu muestran la predisposición de la raza a acumular mayores depósitos lipídicos intramusculares. El efecto raza se observó también en los más altos niveles de AGMI presentes en las cruces Wagyu.

La inclusión de lino extruido en la dieta de terminación mejoró la relación $\omega 6/\omega 3$, de interés sobre la salud humana.

No hubo efecto sobre los niveles de AGS y las diferencias en los AGPI, fueron significativas con mayores proporciones en el tratamiento con soja.

Los parámetros de calidad medidos por los análisis físicos no presentaron un efecto debido a la dieta. El efecto del tipo genético es claro solo sobre el veteado de los cortes, otorgando mayores valores en las cruas Wagyu.

Los valores de color no presentaron un efecto debido a la incorporación del lino ni a la raza.

CAPITULO 4

EFFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE LINO EXTRUIDO A LA DIETA SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS SENSORIALES DE LA CARNE DE BOVINOS

1. INTRODUCCIÓN

La evaluación sensorial de los alimentos es definida por el Instituto de Tecnólogos de Alimentos de los Estados Unidos (IFT), como la disciplina científica utilizada para evocar, medir, analizar e interpretar las reacciones a aquellas características de los alimentos que son percibidas por los sentidos (Schutz, 1971).

Las pruebas sensoriales, son las mejores técnicas de las que se dispone para valorar las características sensoriales de un alimento debido a la inexistencia de instrumentos mecánicos o electrónicos que puedan sustituir el veredicto del hombre entrenado para tal fin. Las mismas son realizadas por personas entrenadas que utilizan sus sentidos para evaluar y definir las características del alimento (Anzaldúa-Morales, 1994).

El análisis sensorial implica el uso de personas como instrumentos de medición y plantea el desafío de convertir una respuesta humana en un resultado objetivo susceptible de tratamiento estadístico (Grigioni y col., 2012).

Existe un listado de atributos que son los evaluados por un panel entrenado, cuyo entrenamiento fue llevado a cabo de acuerdo con las normas IRAM y sus correspondientes ISO (Grigioni y col., 2012), siendo sugeridos para la evaluación de la carne: olor, aroma, flavor, terneza, jugosidad y la presencia de tejido conectivo.

El olor es la percepción que tiene lugar en las fosas nasales a través de la nariz, donde una multitud de sensores son capaces de reaccionar frente a las moléculas volátiles liberadas. El olor de la carne es valorado inmediatamente después de desenvolver o abrir el recipiente que

contiene la muestra sobre los vapores que esta desprende. Un olor extraño se informa en caso de ser percibido. El aroma, en cambio, es la percepción de sustancias olorosas o aromáticas de un alimento puesto ya en la boca. La llegada a los centros sensores del olfato es debido a la liberación de compuestos volátiles que «viajan» por la vía retronasal.

El flavor es una combinación compleja de sensaciones gustativas, olfativas y trigeminales (olor + aroma + gusto + sensaciones trigeminales) y es valorado durante el proceso de masticación de un trozo de muestra de carne caliente. Los flavor/es extraño/s (off-flavors) se informan en caso de ser percibidos. Los off-flavor son la forma que tienen los individuos de describir un sabor que no es percibido como normal.

La terneza es la fuerza necesaria para masticar una muestra de carne que se valora durante el proceso de masticación. Se habla de terneza inicial como la terneza a la tercera masticación luego de acomodar la porción de la muestra entre los molares y de terneza sostenida como aquella percibida a partir de la 4^{ta} masticación. La terneza inicial corresponde a la resistencia ejercida por las fibras musculares y el tejido conectivo, mientras que en la terneza sostenida, las fibras musculares ya se encuentran disgregadas quedando solo tejido conectivo (Cardello y col., 1982).

La jugosidad es la facilidad que presenta la muestra para liberar el agua durante la masticación, es la sensación trigeminal percibida durante las masticaciones. Por último, el tejido conectivo es la proporción de la muestra que no se llega a disgregar a través de las masticaciones y queda remanente previo a la deglución.

Por otro lado, como ya se ha visto, son varios los parámetros que pueden ejercer una influencia tanto sobre la calidad como sobre la composición de la carne: la edad, el sexo, la funcionalidad muscular, el estrés, destacando el manejo nutricional como uno de los principales factores que pueden ejercer estas modificaciones.

La literatura sobre cómo la alimentación con lino afecta la palatabilidad de la carne aún no arriba a resultados concluyentes.

En el análisis de los datos obtenidos a partir del panel sensorial, Maddock y col. (2004) sugirieron que los novillos alimentados con lino producían carne menos jugosa, en comparación con los novillos alimentados con dietas de base maíz.

Por el contrario, Drouillard y col. (2004) informaron que no hay diferencias en las observaciones del panel sensorial sobre la jugosidad, la ternura o el sabor.

La carne con perfil de ácidos grasos mejorados a raíz de la inclusión de lino en la dieta, debe ser probada en términos de calidad sensorial porque se ha demostrado que la composición de AG en la grasa intramuscular (tanto en proporciones como en cantidades) tiene una gran influencia en la calidad de la carne (Wood y col., 2003).

Los AGPI son propensos a la oxidación rápida, especialmente los ácidos grasos con 2 o más dobles enlaces. Esto aumenta la tasa de desarrollo de enranciamiento y el deterioro del color de la carne, pudiendo afectar incluso la vida útil de la carne (Wood y col., 2003).

La oxidación de los AGPI resulta en una fuente importante de compuestos volátiles que pueden afectar el desarrollo del sabor durante la cocción (Mottram, 1998).

Los AG individuales tienen una amplia gama de puntos de fusión y, por lo tanto, diferentes composiciones pueden cambiar la firmeza de la grasa, especialmente en los depósitos de grasa subcutánea e intermuscular, pero también en la grasa intramuscular. Los cambios en la firmeza de la grasa intramuscular pueden afectar incluso la ternura de la carne (Wood, 1990).

El uso de fuentes lipídicas como por ejemplo el lino, utilizadas con el interés de aumentar los niveles de AGPI presenta este riesgo. Cuando los AGPI son abundantes, la oxidación

desarrollada puede dar como resultado una vida útil más corta y sabores desagradables en la carne cocida (Prieto y col., 2017).

En novillos alimentados con aceites de pescado, por ejemplo, se ha demostrado que el mal sabor a pescado ocurre cuando hay niveles altos de AGPI de cadena larga, ya que estos ácidos grasos tienen mayores probabilidades de oxidarse (Scollan y col., 2006). Del mismo modo, Lee y col. (2009) indicaron que el sabor desagradable a pescado encontrado en el ganado alimentado con ensilaje de trébol rojo puede estar relacionado con los niveles elevados de ácidos grasos de cadena larga y AGPI n-3 en general observados en la carne.

El objetivo de este capítulo es evaluar el efecto de la incorporación de lino extruido a la dieta sobre las características sensoriales de la carne de bovinos.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Para este análisis se utilizaron muestras provenientes de los ensayos realizados para los capítulos anteriores, resultando muestras de los 5 tipos genéticos (razas AA, HA, MG, cruzas WxAA y WxHA) y de 3 tratamientos diferentes (PASTO, LINO Y SOJA).

Se realizaron 5 pruebas independientes, una para cada genotipo en estudio, comparando los tratamientos.

Se realizó un perfil sensorial (Análisis Descriptivo Cuantitativo – QDA) en el que se comparó el efecto de las distintas dietas sobre el perfil sensorial tomándose como control las muestras provenientes del ensayo con dieta exclusivamente a pasto hasta la terminación.

Las muestras fueron descongeladas en heladera a 5 °C durante 48 h.

Posteriormente se desgrasaron, deshuesaron y se cortaron en cubos de 1,5 cm² de lado. Estos cubos se cocinaron en una plancha de doble contacto eléctrica precalentada a 200°C durante dos minutos, lo cual equivale a una temperatura interna final de 71 °C según los lineamientos generales de American Meat Science Association (AMSA) 2015 y fueron

inmediatamente servidos a un panel de 6 jueces entrenados quienes evaluaron dos cubos adyacentes de cada muestra siguiendo los lineamientos generales de AMSA (2015) y la normativa general de IRAM (1995) para análisis sensorial.

Las muestras fueron evaluadas utilizando una escala no estructurada de 10 cm para los atributos flavor, sabores extraños, olor, olores extraños, terneza inicial y sostenida, jugosidad y cantidad de tejido conectivo (1= extremadamente suave, duro, seco y nada a 10= extremadamente intenso, tierno, jugoso y mucho, respectivamente). Adicionalmente se les pidió a los evaluadores que caracterizaran los olores y sabores extraños (en caso de encontrarlos) en una tabla adjunta.

a. Análisis estadístico

Para este ensayo se utilizó un diseño en bloques completos aleatorizados donde cada evaluador constituye un bloque.

El modelo estadístico fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

donde μ es la media, τ es el efecto del tratamiento, β es el efecto del bloque y ε es el error de la unidad experimental.

Los resultados fueron analizados estadísticamente mediante un análisis de varianza. En los casos en los que se hallaron diferencias significativas se realizó un test de comparación de medias de Duncan.

3. RESULTADOS

El perfil sensorial realizado de forma independiente a cada una de las razas no informó sabores ni olores desagradables, encontrando diferencias en la percepción de la terneza tanto inicial como sostenida en la raza AA, HA y la cruce WxHA y en la presencia de tejido conectivo en la raza HA y la cruce Wx HA.

a. Genotipo Aberdeen Angus

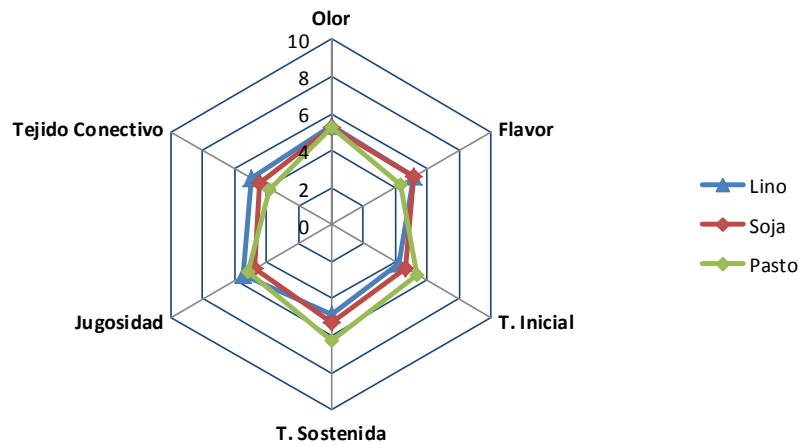
Los resultados pueden verse en la tabla 31 y figura 15.

Tabla 31. Calificación de los atributos sensoriales evaluados en novillos de raza Aberdeen Angus (A).

Genotipo	Tratamiento	Olor	Flavor	T. Inicial	T. Sostenida	Jugosidad	Tejido Conectivo
A	Lino	5,32	5,18	4,26 b	4,87 b	5,47	4,95
A	Soja	5,24	5,21	4,67 b	5,27 b	4,72	4,41
A	Pasto	5,23	4,35	5,36 a	6,23 a	5,15	3,83

Nota: Letras diferentes en la misma columna indica diferencia estadísticamente significativa $p < 0,05$

Figura 15. Gráfico radial para los atributos sensoriales evaluados en novillos raza Angus



T. inicial: Terneza inicial

T. sostenida: Terneza sostenida

No se hallaron diferencias en los atributos olor y flavor. Las muestras fueron calificadas como carnes de olor y sabor “algo débil”.

Las muestras correspondientes al tratamiento PASTO fueron significativamente más tiernas que las muestras correspondientes a los otros tratamientos, calificándose como carnes “algo tiernas” (PASTO) y carnes “algo duras” (LINO y SOJA).

No se hallaron diferencias significativas en los atributos jugosidad y cantidad de tejido conectivo. Las muestras evaluadas fueron calificadas como carne “algo jugosa” y con

moderada cantidad de tejido conectivo. Respecto de este último atributo, se señala la dispersión de valores entre las distintas muestras.

b. Genotipo Holando Argentino

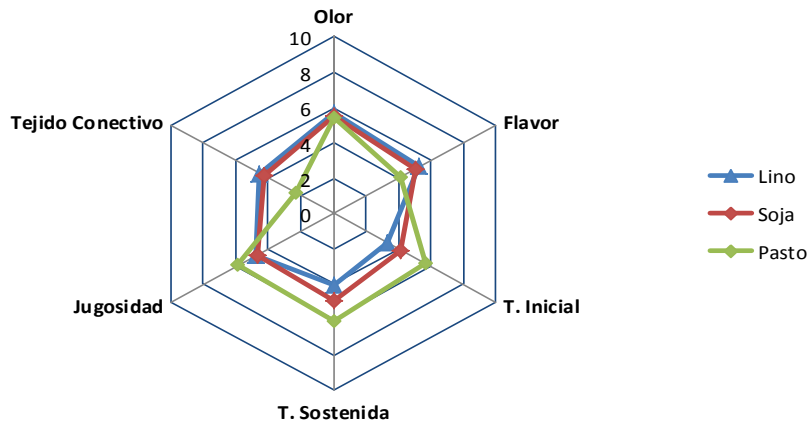
Los resultados pueden verse en la tabla 32 y figura 16.

Tabla 32. Calificación de atributos sensoriales evaluados en novillos raza Holando (H).

Genotipo	Tratamiento	Olor	Flavor	T. Inicial	T. Sostenida	Jugosidad	Tejido Conectivo
H	Lino	5,73	5,27	3,32 b	4,09 b	4,76 b	4,55 a
H	Soja	5,49	5,05	4,18 b	4,98 ab	4,67 b	4,22 a
H	Pasto	5,41	4,1	5,64 a	6,06 a	5,88 a	2,26 b

Nota: Letras diferentes en la misma columna indican diferencias estadísticamente significativas (p < 0,05)

Figura 16. Gráfico radial para los atributos sensoriales evaluados en novillos raza Holando



T. inicial: Terneza inicial
 T. sostenida: Terneza sostenida

No se hallaron diferencias significativas en los atributos olor y flavor. Las muestras fueron calificadas como carnes de olor “algo intenso” y flavor “algo débil”.

Las muestras correspondientes al tratamiento PASTO fueron significativamente más tiernas y más jugosas que las muestras correspondientes a los otros dos tratamientos. Las mismas fueron calificadas como carnes “algo tiernas” y “algo jugosas” (PASTO) y “duras” y “algo secas” (SOJA y LINO).

También se hallaron diferencias significativas en la cantidad de tejido conectivo; las muestras correspondientes al tratamiento pasto presentaron “prácticamente nada” de tejido conectivo y las de los otros dos tratamientos presentaron “trazas” de tejido conectivo.

c. Genotipo Murray Grey

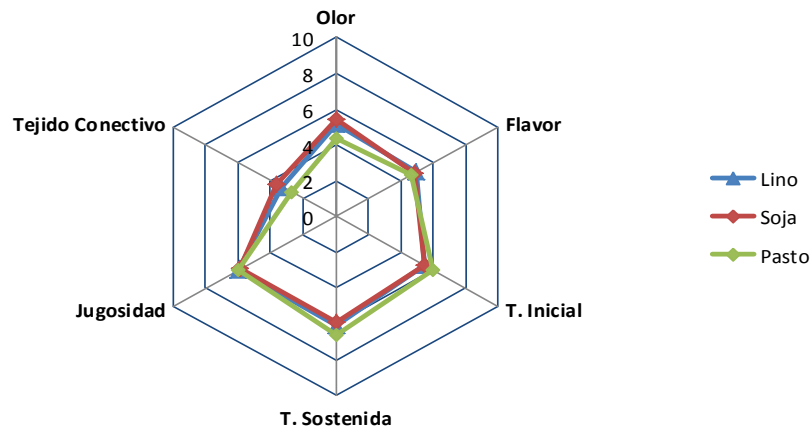
Los resultados pueden verse en la tabla 33 y figura 17.

Tabla 33. Calificación de atributos sensoriales evaluados en novillos raza Murray Grey (M).

Genotipo	Tratamiento	Olor	Flavor	T. Inicial	T. Sostenida	Jugosidad	Tejido Conectivo
M	Lino	5,12 a	4,97	5,5	6,1	5,94	3,28
M	Soja	5,39 a	4,88	5,44	5,93	5,87	3,63
M	Pasto	4,32 b	4,62	5,97	6,62	5,98	2,75

Nota: Letras diferentes en la misma columna indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$)

Figura 17. Gráfico radial para los atributos sensoriales evaluados en novillos raza Murray Grey



T. inicial: Terneza inicial
 T. sostenida: Terneza sostenida

Las muestras correspondientes a los tratamientos LINO y SOJA presentaron olor significativamente más intenso que las correspondientes al tratamiento pasto. Las mismas fueron calificadas como carnes de olor “algo débil” y “débil” respectivamente.

No se hallaron diferencias en ningún otro atributo evaluado. Las muestras fueron calificadas como carnes de flavor “algo débil”, “duras a algo tiernas”, “algo jugosas” y con “prácticamente nada” de tejido conectivo.

d. Genotipo Wagyu x Angus

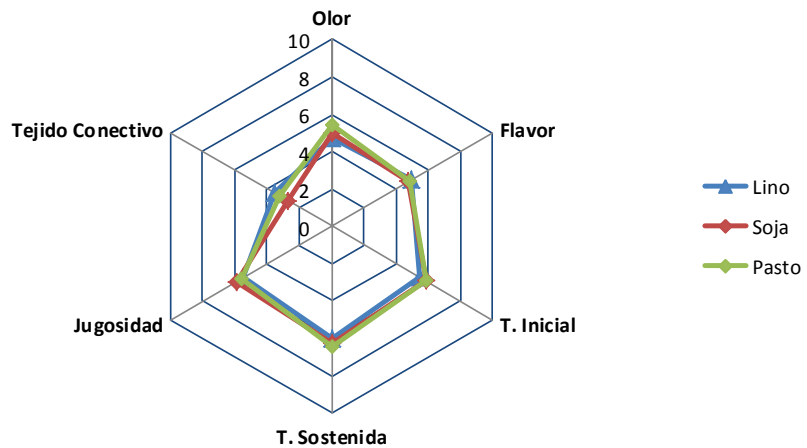
Los resultados pueden verse en la tabla 34 y figura 18.

Tabla 34. Calificación de atributos sensoriales evaluados en novillos cruza Wagyu x Angus (WxA).

Genotipo	Tratamiento	Olor	Flavor	T. Inicial	T. Sostenida	Jugosidad	Tejido Conectivo
WxA	Lino	4,76	4,97	5,44	5,96	5,44	3,54
WxA	Soja	5,02	4,79	5,85	6,25	5,9	2,75
WxA	Pasto	5,4	4,87	5,85	6,42	5,54	3,22

Nota: No se hallaron diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$)

Figura 18. Gráfico radial para los atributos sensoriales evaluados en novillos cruza Wagyu x Angus



T. inicial: Terneza inicial

T. sostenida: Terneza sostenida

No se hallaron diferencias significativas en ninguno de los tratamientos evaluados.

Las muestras fueron calificadas como carnes de olor y flavor “algo débil”, “algo tiernas”, “algo jugosas” y con “prácticamente nada” de tejido conectivo.

e. Genotipo Wagyu x Holando

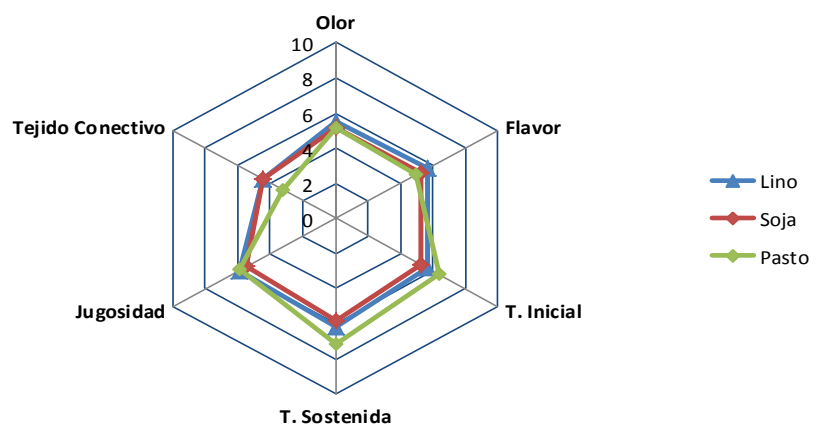
Los resultados pueden verse en la tabla 35 y figura 19.

Tabla 35. Calificación de atributos sensoriales evaluados en novillos cruza Wagyu x Holando (WxH).

Genotipo	Tratamiento	Olor	Flavor	T. Inicial	T. Sostenida	Jugosidad	Tejido Conectivo
WxH	Lino	5,5	5,64	5,70 b	6,18 b	5,89	4,49 a
WxH	Soja	5,17	5,23	5,23 b	5,78 b	5,47	4,50 a
WxH	Pasto	5,2	4,98	6,41 a	7,18 a	5,85	3,23 b

Nota: Letras diferentes en la misma columna indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$)

Figura 19. Gráfico radial para los atributos sensoriales evaluados en novillos cruza Wagyu x Holando



T. inicial: Terneza inicial

T. sostenida: Terneza sostenida

No se hallaron diferencias entre tratamientos para los atributos olor y flavor. Las muestras fueron calificadas como carnes de olor y flavor “algo débil”.

Las muestras correspondientes al tratamiento PASTO fueron significativamente más tiernas que las muestras de los otros dos tratamientos. Las mismas fueron clasificadas como carnes “algo tiernas” (PASTO) y “algo duras” (SOJA y LINO).

No se hallaron diferencias en cuanto a la jugosidad; las muestras pueden calificarse como carnes “algo jugosas”. Las muestras correspondientes al tratamiento PASTO presentaron menor cantidad de tejido conectivo calificándose como carnes con “prácticamente nada” de tejido conectivo, mientras que las muestras correspondientes a los tratamientos LINO y SOJA presentaron mayor cantidad siendo calificadas como carnes con “algo” de tejido conectivo.

4. DISCUSION

Las características sensoriales de la carne de distintos tipos genéticos solo presentaron algunas diferencias por la incorporación de lino extrusado en la dieta de terminación.

En ninguno de los genotipos, se encontraron diferencias en cuanto a la presencia de off flavors entre tratamientos, contrariamente a lo reportado por LaBrune y col. (2008) y Prieto y col. (2017) quienes encontraron sabores extraños al incorporar lino a la dieta, efecto generado por la elevada concentración de AGPI, sobre todo de ALA, y su oxidación. McNiven y col. (2011), de manera similar a lo encontrado en este ensayo, no informaron efecto alguno sobre el sabor de la carne recién cocida ni la producción de sabores desagradables al alimentar con semilla de lino.

La carne proveniente del tratamiento pasto resultó más tierna que aquella terminada en sistemas intensivos en los genotipos AA, HA y WxHA, pero sin diferencias en los novillos MG y WxAA. Algunos autores han reportado resultados coincidentes con las diferencias encontradas en esta tesis (Bruce y col., 2004; Realini y col., 2004). Sin embargo, esto es contrario a lo informado por Pordomingo y col. (2012) quienes detectaron menores puntuaciones de terneza en novillos terminados con dietas exclusivamente pastoriles.

En este trabajo, las diferencias encuentran su causa en las distintas edades entre novillos de los distintos tratamientos, siendo los animales engordados en confinamiento de más edad que los terminados en sistemas pastoriles. La edad juega un papel clave en la terneza, ya que con el incremento de la edad se producen cambios en el colágeno (Dikeman y col., 1986), con un aumento en el número de enlaces covalentes entre las moléculas que determina una menor solubilidad del tejido y consecuentemente menor terneza (Dumont y Valin, 1982; Cross y col., 1982).

La mejor calidad sensorial de la carne proveniente de los animales terminados a pasto, en relación a la percepción de menor contenido de tejido conectivo en HA y WxHA, en relación a la percepción de mayor jugosidad en HA y en relación a la percepción de olor menos intenso en MG, que fueron encontrados en este estudio, también podrían encontrar fundamento en la menor edad de los animales a la faena.

En los capítulos 2 y 3 de esta tesis los valores de EE y veteado que se encontraron en la carne de los novillos cruce Wagyu fueron mayores que en los otros genotipos. El porcentaje de grasa juega un papel importante en los tres factores de palatabilidad: flavor, jugosidad y ternura, es difícil la evaluación de un único rasgo sin la influencia de los otros (Corbin y col., 2015). Estos autores, al evaluar bifes provenientes de novillos de las razas Wagyu y Holstein, informaron una mayor palatabilidad de la carne y mayores puntuaciones de sabor con el aumento de la grasa o el nivel de marmoleado, lo cual también fue informado por otros autores con anterioridad (Emerson y col., 2013; Lorenzen y col., 1999, 2003; Smith y col., 1985).

No se observó el efecto de los mayores valores de grasa de las cruces WxAA sobre ninguno de los atributos relativos a la palatabilidad, pero sí se encontraron diferencias en la ternura inicial y sostenida en la carne de los novillos cruce WxHA, siendo los animales del tratamiento pasto los mejores puntuados.

Desde el punto de vista de la composición de la grasa, teniendo en cuenta la predisposición genética de la raza Wagyu al depósito de AGMI, particularmente del ácido oleico, Melton y col. (1982) indicaron que los cambios en el perfil afectan la palatabilidad, siendo el flavor el atributo más influenciado por los niveles de ácido oleico.

May y col. (1993), al realizar pruebas de preferencia entre carne de novillos cruce Wagyu y Aberdeen Angus, encontraron que ambas razas producían bifes de calidad y los

consumidores podían diferenciarlos, esta posibilidad de diferenciación encuentra explicación en los distintos niveles de AGMI que presentan. Estas diferencias en el flavor no fueron encontradas en este trabajo.

5. CONCLUSIONES

Los tratamientos evaluados no inciden en el olor ni en el flavor de las muestras analizadas y no generan olores ni sabores desagradables en ninguno de los genotipos presentes en este estudio.

El tratamiento pasto proporcionó carnes con un perfil sensorial de mayor calidad, lo que posiblemente fue determinado por la menor edad de los animales.

CAPITULO 5

CONCLUSIONES GENERALES

El objetivo general de esta tesis fue determinar el efecto de la inclusión de lino procesado en la dieta de terminación de novillos de diferente tipo genético, recriados con alimentación pastoril, sobre la calidad de la carne y la performance productiva de los animales. Para ello se abordaron distintos objetivos específicos que permitieron corroborar que ciertos parámetros de calidad de la carne pueden verse modificados, entre otros factores, por la raza y por el sistema de producción.

De acuerdo con lo expuesto en el capítulo 2, donde se presenta lo realizado con la carne de animales terminados con alimentación exclusivamente pastoril, se evidencia el efecto debido al genotipo sobre algunos de los parámetros físicos de la carne, destacándose que la craza Wagyu por Angus presentó mayor veteado que el resto de los tipos genéticos sin diferencias en el perfil lipídico. Todos los parámetros físicos evaluados en todos los genotipos se ubicaron en valores considerados aceptables para el consumidor.

La carne de todos los grupos genéticos evaluados, cuando se engordaron a pasto, presentó características saludables en relación a la composición lipídica, especialmente por su contenido en CLA, la relación ácidos grasos $\omega 6/\omega 3$ y la relación AGPI/AGS.

En el capítulo 3 al evaluar la terminación a corral y el efecto de la inclusión de lino, al igual que en el engorde a pasto, se observó el efecto genético de las cruza Wagyu que evidenciaron mayor veteado, presentando además más EE y mayores niveles de AGMI.

No se observaron diferencias significativas, en ninguno de los genotipos, debido a la inclusión de lino extruido en la dieta sobre el nivel de CLA, VA, ni ALA, aunque si mejoró la relación $\omega 6/\omega 3$ siendo esto de interés para la salud humana. Los parámetros de calidad

medidos por los análisis físicos realizados no presentaron diferencias debido a la inclusión de lino.

En el capítulo 4, se evaluaron los distintos tratamientos desde el punto de vista sensorial, observando que ninguno incidió en el olor ni en el flavor de la carne y evidenciando que el uso de lino extruido no genera sabores anormales. El tratamiento pasto proporcionó carnes con un perfil sensorial de mayor calidad, principalmente en la percepción de la ternera, posiblemente determinado por la menor edad de los animales.

BIBLIOGRAFIA

1. Aaslyng M.D., Bejerholm C., Ertbjerg P., Bertram H.C., Andersen H.J. Cooking loss and juiciness of pork in relation to raw meat quality and cooking procedure. *Food Qual Prefer.* 2003; 14(4):277-288. doi: 10.1016/S0950-3293(02)00086-1.
2. Aharoni Y., Orlov A., Brosh A. Effects of high-forage content and oilseed supplementation of fattening diets on conjugated linoleic acid (CLA) and trans fatty acids profiles of beef lipid fractions. *Anim Feed Sci Technol.* 2004; 117(1-2):43-60. doi:10.1016/j.anifeedsci.2004.07.019.
3. Akraim F., Nicot M.C., Weill P., Enjalbert F. Effects of preconditioning and extrusion of linseed on the ruminal biohydrogenation of fatty acids. 2. In vitro and in situ studies. *Anim Res.* 2006; 55(4):261-271. doi:10.1051/animres:2006023.
4. Albertí P., Ripoll G., Albertí C., Panea, B. Clasificación objetiva del color de la carne de las denominaciones de venta de vacuno. *Eurocarne: La revista internacional del sector cárnico* 244. 2016; 131-142. Disponible en : <https://www.researchgate.net/publication/301198065>
5. Albertí, P., Beriain, M.J., Ripoll, G., Sarriés, V., Panea, B., Mendizabal, J.A., Purroy, A., Olleta, J.L. y Sañudo, C., Effect of including linseed in a concentrate fed to young bulls on intramuscular fatty acids and beef color, *Meat Science.* 2013; 96(3), 1258–65 doi: 10.1016/j.meatsci.2013.11.009
6. Aldai N., Murray B.E., Oliván M., Martínez A., Troy D. J, Osoro K. y Nájera A. The influence of breed and mh-genotype on carcass conformation, meat physico-chemical characteristics, and the fatty acid profile of muscle from yearling bulls. *Meat Sci.* 2006; 72(3):486-495. doi:10.1016/j.meatsci.2005.08.016.

7. Alfaia C. M. M., Alves S. P., Lopes A. F., Fernandes M. J. E., Costa A. S. H., Fontes C. M. G. A., Castro M. L. F., Bessa R. J. B y Prates J. A. M. Effect of cooking methods on fatty acids, conjugated isomers of linoleic acid and nutritional quality of beef intramuscular fat. *Meat Sci.* 2010; 84(4):769-777. doi:10.1016/j.meatsci.2009.11.014.
8. AMERICAN MEAT SCIENCE ASSOCIATION. Research guidelines for cookery, sensory evaluation, and instrumental tenderness measurements of meat. 2015. Disponible en <https://www.meatscience.org/docs/default-source/publications-resources/amsa-sensory-and-tenderness-evaluation-guidelines/research-guide/2015-amsa-sensory-guidelines-1-0.pdf?sfvrsn=6>
9. Anderson V.L., Ilse B.R., Lardy G.P., Maddock T.D., Murphy E. Effects of Timing of Flax Feeding on Feedlot Performance, Carcass Traits, and Fatty Acid Profile in Beef Muscle. *Journal of Animal Science*, 2005, vol. 66, p. 237-242.
10. Anzaldúa–Morales, A. La Evaluación Sensorial de los Alimentos en la Teoría y la Práctica. Ed. Acribia. 1994. Zaragoza, España
11. AOAC. Official Methods of Analysis. 17th ed. 2000. AOAC, Gaithersburg, MD.
12. Apró N., Rodríguez J., Gornatti C., Cuadrado C., Secreto P. La extrusión como tecnología flexible de procesamiento de alimentos. Jornadas de desarrollo e Innovación. Instituto Nacional de Tecnología Industrial. Octubre, 2000.
13. Astruc T., Gatellier P., Labas R., Lhoutellier V.S., Marinova P. Microstructural changes in m. rectus abdominis bovine muscle after heating. *Meat Sci.* 2010; 85(4):743-751. doi:10.1016/j.meatsci.2010.03.035.
14. Badiani A., Stipa S., Bitossi F., Gatta P.P., Vignola G., Chizzolini R. Lipid composition, retention and oxidation in fresh and completely trimmed beef muscles as

- affected by common culinary practices. *Meat Sci.* 2002; 60(2):169-186.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22063241>.
15. Bartoň L., Marounek M., Kudrna V., Bureš D., Zahrádková R. Growth performance and fatty acid profiles of intramuscular and subcutaneous fat from Limousin and Charolais heifers fed extruded linseed. *Meat Sci.* 2007; 76(3):517-523.
doi:10.1016/j.meatsci.2007.01.005.
 16. Bauman D.E., Baumgard L.H., Corl B.A., Griinari J.M. Biosynthesis of conjugated linoleic acid in ruminants. *Proceedings of the American Society of Animal Sciences*, 1999; 50, 1–15
 17. Baumann D.E., Perfield II J.W., de Veth M.J., Lock A.L. New perspectives on lipid digestion and metabolism in ruminants. *Proc Cornell Nutr Conf.* 2003; 175-189.
 18. Beatty, D. T., Barnes, A., Taylor, E., Pethick, D., McCarthy, M., Maloney, S. K. Physiological responses of *Bos taurus* and *Bos indicus* cattle to prolonged, continuous heat and humidity. *Journal of Animal Science.* 2006; 84(4), 972–985.
<http://doi.org/10.2527/2006.844972x>
 19. Belury M.A.D. Physiological Effects and Mechanisms of Action. *Annu. Rev. Nutr.* 2002; 22 (1):505-531. doi:10.1146/annurev.nutr.22.021302.121842.
 20. Beriain, M.J.; Goñi, M.V.; Indurain, G.; Sarriés, M.V. y Insausti, K. Predicting Longissimus dorsi myoglobin oxidation in aged beef based on early post mortem color measurements on the carcass as a color stability index. *Meat Sci.* 2009; 81, 439-445.
<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2008.09.009>
 21. Bidner T.D., Schupp A.R., Montgomery R.E., Carpenter J.C. Acceptability of Beef Finished on All-Forage, Forage-Plus-Grain or High Energy Diets. *J. Anim. Sci.* 1981; 53:1181-1187.

22. Bifaretti, A. ¿Cómo compran carne los argentinos? Instituto de Promoción de la Carne Vacuna Argentina. Investigaciones del IPCVA. Disponible en: http://www.ipcva.com.ar/documentos/791_comocompran.pdf, 2008.
23. Booth RG, Kon SA. A study of seasonal variation in butter fat: A seasonal spectroscopic variation in the fatty acid fraction. *Biochem J.* 1935; 29(1):133-7.
24. Bouhrara, M., Clerjon, S., Damez, J. L., Chevarin, C., Portanguen, S., Kondjoyan, A. y Bonny, J. M. Dynamic MRI and thermal simulation to interpret deformation and water transfer in meat during heating. *Journal of Agricultural and Food Chemistry.* 2011; 59(4), 1229–1235. <http://doi.org/10.1021/jf103384d>
25. Bouton P.E., Harris P.V., Shorthose W.R.. Effect of ultimate pH upon the water-holding capacity and tenderness of mutton. *J. Food Sci.* 1971; 36(3):435-439. doi:10.1111/j.1365-2621.1971.tb06382.x.
26. Bratzler, L. J. Measuring the tenderness of meat by means of a mechanical shear. 1932.
27. Bruce, H. L., Stark, J. L., Beilken, S. L. The effects of finishing diet and postmortem ageing on the eating quality of the *M. longissimus thoracis* of electrically stimulated Brahman steer carcasses. *Meat Science.* 2004; 67(2), 261–268
28. Brugiapaglia, A., Lussiana, C., Destefanis, G. (2014). Fatty acid profile and cholesterol content of beef at retail of Piemontese, Limousin and Friesian breeds. *Meat Science*, 96(1), 568–573. <http://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.08.012>
29. Caine W.R., Aalhus J.L., Best D.R., Dugan M.E.R. y Jeremiah L.E. Relationship of texture profile analysis and Warner-Bratzler shear force with sensory characteristics of beef rib steaks. *Meat Sci.* 2003; 64(4):333-339. doi:10.1016/S0309-1740(02)00110-9.
30. Calkins, C. R., Hodgen, J. M. A fresh look at meat flavor. *Meat Science*, 77(1 SPEC. ISS.). 2007; 63–80. <http://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.04.016>

31. Camfield P.K., Brown A.H., Johnson Z.B., Brown C.J., Lewis P.K., Rakes L.Y. Effects of Growth Type on Carcass Traits of Pasture- or Feedlot-Developed Steers. *J Anim Sci.* 1999; (77):2437-2443.
32. Cañeque, V. y Sañudo, C. Metodología para el estudio de la calidad de la canal y de la carne en rumiantes. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria. Ministerio de Ciencia y Tecnología. 2000. Madrid. España. 255 pp.
33. Cardello A., Matas A., Sweeney J. The Standard Scales of Texture: Resealing by Magnitude. *J. Food Sci.* 1982; 47(7982):1738-1742.
34. Carduza F., Grigioni G., Irueta M. Evaluación organoléptica de la carne. A Pedido del Consumidor. Ediciones INTA. Buenos Aires. Argentina. *Revista IdiaXXI.* 2002; 2: 145-150.
35. Carrero J.J., Baró L., Fonollá J., Jiménez J., López-huertas J.J.B.E. Efectos cardiovasculares de los ácidos grasos omega-3 y alternativas para incrementar su ingesta. *Nutr Hosp.* 2005; XX(1): 63-69.
36. Castillo J., Olivera M.C.J. y Carulla F. J. Biohidrogenación en el rumen de ácidos grasos poliinsaturados: una revisión. Description of the biochemistry mechanism of polyunsaturated fatty acid ruminal biohydrogenation : a review. *Rev. UDCA.* 2013; 2:459-468.
37. Castro-Gonzalez, M.I. Acidos grasos omega 3: beneficios y fuentes. *INCI.* 2002; vol.27, no.3, p.128-136. ISSN 0378-1844.
38. Ceseri M., Lonardo G., Maggioni A.P. Importancia de los ácidos grasos omega-3 en la prevención secundaria del infarto agudo de miocardio. *Rev. Española Cardiol.* 2006; 6(Supl.D): 62-71. doi:10.1157/13091600.

39. Chapoutot P., Sauvant D. Nutritive value of raw and extruded pea-rapeseed blends for ruminants. *Anim. Feed Sci. Technol.* 1997; 65(1-4):59-77. doi:10.1016/S0377-8401(96)01080-2.
40. Chesneau, G.; Guillevic, M.; Mourot, J. Impact des paramètres technologiques de cuisson-extrusion des graines de lin sur la composition en acides gras des tissus musculaire et adipeux du porc charcutier. *Journées Rech. Porcine*, 2009; vol. 41, p. 63-64.
41. Chilliard Y., Ferlay A., Doreau M. Effect of different types of forages, animal fat or marine oils in cow's diet on milk fat secretion and composition, especially conjugated linoleic acid (CLA) and polyunsaturated fatty acids. *Livest Prod Sci.* 2001; 70(1-2):31-48. doi:10.1016/S0301-6226(01)00196-8.
42. Choi, N.J., Enser, M., Wood, J.D., Scollan, N.D. Effect of breed on the deposition in beef muscle and adipose tissue of dietary n-3 polyunsaturated fatty acids. *Animal Science*, 2000; 71, 509–519.
43. Chouinard P.Y., Lévesque J., Girard V., Brisson G.J. Dietary soybeans extruded at different temperatures: milk composition and in situ fatty acid reactions. *J. Dairy Sci.* 1997; 80(11): 2913-2924. doi:10.3168/jds.S0022-0302(97)76257-X.
44. Chouinard, P.Y., Corneau L., Butler W.R., Chilliard Y., Drackley J.K, Bauman D.E. Effect of dietary lipid source on conjugated linoleic acid concentrations in milk. *J. Dairy Sci.* 2001; 84: 680–690.
45. Christensen L., Bertram H.C., Aaslyng M.D., Christensen M. Protein denaturation and water-protein interactions as affected by low temperature long time treatment of porcine *Longissimus dorsi*. *Meat Sci.* 2011; 88(4): 718-722. doi:10.1016/j.meatsci.2011.03.002.

46. Chung K.Y., Lunt D.K., Choi C.B., Chae S.H., Rhoades R.D., Adams T.H., Booren B. y Smith S.B. Lipid characteristics of subcutaneous adipose tissue and M. longissimus thoracis of Angus and Wagyu steers fed to US and Japanese endpoints. *Meat Sci.* 2006; 73(3): 432-441. doi:10.1016/j.meatsci.2006.01.002.
47. CICCRA: Cámara de la industria y comercio de carnes y derivados de la republica argentina. Informe económico mensual. Documento N° 203 – Diciembre 2017. Disponible en <http://www.ciccra.com/informe-econmico>
48. Cifuni G.F., Napolitano F., Riviezzi A.M., Braghieri A., Girolami A. Fatty acid profile, cholesterol content and tenderness of meat from Podolian young bulls. *Meat Sci.* 2004; 67(2): 289-297. doi:10.1016/j.meatsci.2003.10.017.
49. Clinquart A., Istasse L., Van Eenaeme C., Diez M., Dufrasne I., Bienfait J. Influence de l'extrusion de mélanges de graines de lin et d'orge, de graines de pois et de colza, et de fèves de soja, sur la dégradabilité dans le rumen de leurs fractions azotée et lipidique et sur leur composition en acides gras. *Ann. Zootech.* 1993; 42(2): 130-131. doi:10.1051/animres:19930212.
50. Connor, W.E. Importance of n-3 fatty acids in health and disease. *Am. J. Clin. Nutr.* 2000; 71 (Suppl):171S – 175S
51. Corbin C.H., O'Quinn T.G., Garmyn A.J., Legako J. F., Hunt M. R., Dinh T. T. N., Rathmann R. J., Brooks J. C. y Miller M. F. Sensory evaluation of tender beef strip loin steaks of varying marbling levels and quality treatments. *Meat Sci.* 2015; 100:24-31. doi:10.1016/j.meatsci.2014.09.009.
52. Cordain L., Watkins B.A., Florant G.L., Kelher M., Rogers L., Li Y. Fatty acid analysis of wild ruminant tissues: evolutionary implications for reducing diet-related chronic disease. *Eur J Clin Nutr.* 2002; 56(3):181-191. doi:10.1038/sj.ejcn.1601307.

53. Cossu M.E.; Pruzzo L.; Trincherro G.; Canosa F.; Grigera Naón J.J., Santa Coloma L. Fatty acid composition of Longissimus muscle of steers fattened under different feeding regimens. Proceedings 46th international congress of meat science and technology 178. 2000.
54. Cross H., Carpenter Z., Smith G. Effects of Intramuscular Collagen and Elastin on Bovine Muscle Tenderness. *J Food Sci.* 1973; 38(6): 998-1003. doi:10.1111/j.1365-2621.1973.tb02133.x.
55. Cross, H.R., Schanbacher B.D., Crouse J.D. Sex, age and breed related changes in bovine testosterone and intramuscular collagen. *Meat Sci.* 1982; 10:187.
56. Cunningham J, G. *Fisiologia Veterinaria*. Cuarta Edición. Editorial ELSEVIER. España. 2009.
57. Dannenberger, D., Lorenz, S., Nuernberg, G., Scollan, N., Ender, K., Nuernberg, K. Analysis of fatty aldehyde composition, including 12-methyltridecanal, in plasmalogens from Longissimus muscle of concentrate- and pasture-fed bulls. *Journal of Agricultural and Food Chemistry.* 2006; 54(1), 182–188. <http://doi.org/10.1021/jf051596i>
58. Dannenberger, D., Nuernberg, K., Nuernberg, G., Ender, K. Carcass- and meat quality of pasture vs concentrate fed German Simmental and German Holstein bulls Abstract Zusammenfassung Introduction Many factors affect ruminant carcass and meat quality and all of them can be divided into two categories: endogenous. *Archives Animal.* 2006; 4, 315-328.
59. De Smet, S., Raes, K., Demeyer, D. Meat fatty acid composition as affected by fatness and genetic factors: A review. *Animal Research*, 2004; 53 2), 81-98.

60. Della Rosa, M.M.; Papaleo Mazzucco, J.; Aello, M.S. Relación de la dieta con el color y la terneza de la carne vacuna. Universidad de Córdoba. Córdoba, España. Archivos de Zootecnia, 2017; vol. 66, núm. 255, pp. 461-469.
61. Demirel, G., Wachira, A.M., Sinclair, L.A., Wilkinson, R.G., Wood, J.D., Enser, M. Effects of dietary n-3 polyunsaturated fatty acids, breed and dietary vitamin E on the fatty acids of lamb muscle, liver and adipose tissue. *British Journal of Nutrition*, 2004; 91(4), 551-565.
62. Descalzo A.M., Insani E.M., Biolatto A., Sancho A. M., García P. T., Pensel N. A. y Josifovich J. A. Influence of pasture or grain-based diets supplemented with vitamin E on antioxidant/oxidative balance of Argentine beef. *Meat Sci.* 2005; 70(1):35-44. doi:10.1016/j.meatsci.2004.11.018.
63. Devezeaux de Lavergne, M., van de Velde, F., van Boekel, M. A. J. S., y Stieger, M. Dynamic texture perception and oral processing of semi-solid food gels: Part 2: Impact of breakdown behaviour on bolus properties and dynamic texture perception. *Food Hydrocolloids*. 2015; 49, 61–72. <http://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2015.02.037>
64. Di Marco, O. Productividad, eficiencia y terminación. En: *Crecimiento de vacunos para carne*. 1ra Edición. Mar del Plata, Bs. As., Argentina, 1998, p. 137-81.
65. Dikeman M.E., Reddy G.B., Arthaud V.H., Tuma H.J., Mandigo R.W., Axe J.B. Longissimus Muscle Quality, Palatability and Connective Tissue Histological Characteristics of Bulls and Steers Fed Different Energy Levels and Slaughtered at Four Ages The online version of this article, along with updated information and services , in *J. Anim. Sci.* 1986; (63):92-101. doi:10.2527/jas1986.63192x.
66. Dinh T.T.N., Thompson L.D., Galyean M.L., Brooks J.C., Patterson K.Y., Boylan L.M. Cholesterol Content and Methods for Cholesterol Determination in Meat and Poultry.

- Compr. Rev. Food Sci. Food Saf. 2011; 10(5):269-289. doi:10.1111/j.1541-4337.2011.00158.x.
67. Doreau M., Aurousseau E., Martin C. Effects of linseed lipids fed as rolled seeds, extruded seeds or oil on organic matter and crude protein digestion in cows. *Anim Feed Sci Technol.* 2009; 150(3-4):187-196. doi:10.1016/j.anifeedsci.2008.09.004.
68. Drewnowski, A., Almiron-Roig, E. Chapter 11: Human Perceptions and Preferences for Fat-Rich Foods. In: Montmayeur, J.P. and le Coutre, J., Eds., *Fat Detection: Taste, Texture, and Post Ingestive Effects*, CRC Press, Boca Raton, 265. 2010
69. Drouillard, J.S., Good E.J., Gordon C.M., Kessen T.J., Sulpizio M.J., Montgomery S.P., Sindt J.J. 2002. Flaxseed and flaxseed products for cattle: Effects on health, growth performance, carcass quality, and sensory attributes. *Proc. 59th Flax Institute*, March 21-23, Fargo, ND. 2002; p. 72-87.
70. Drouillard, J.S., Seyfert M.A., Good E.J., Loe E.R., Depenbusch B., Daubert R.. 2004. Flaxseed for finishing beef cattle: Effects on animal performance, carcass quality, and meat composition. *Proc. 60th Flax Institute*, Fargo, ND. 2004; p. 108-117
71. Duckett SK, Neel JPS, Sonon RN, Fontenot JP, Clapham WM, Scaglia G. Effects of winter stocker growth rate and finishing system on: II. Ninth-tenth-eleventh-rib composition, muscle color, and palatability. *J. Anim. Sci.* 2007; 85(10):2691-2698. doi:10.2527/jas.2006-734.
72. Dumont, B.L., Valin, C. Bases biochimiques de l'hétérogénéité du tissu musculaire et des viandes (rappel sur la composition et la structure de la viande). Cap VI. En: *Hygiène et technologie de la viande fraîche*. C.N.E.R.N.A. Commission "Viandes et produits carnés". Centre National de la Recherche Scientifique, Paris. 1982.

73. Dunne, P. G., Keane, M. G., O'Mara, F. P., Monahan, F. J. y Moloney, A. P. Colour of subcutaneous adipose tissue and M. longissimus dorsi of high index dairy and beef × dairy cattle slaughtered at two liveweights as bulls and steers. *Meat Science*. 2004; 68(1), 97–106. <http://doi.org/10.1016/j.meatsci.2004.02.010>
74. Dunne, P. G., Monahan, F. J., O'Mara, F. P., y Moloney, A. P. Colour of bovine subcutaneous adipose tissue: A review of contributory factors, associations with carcass and meat quality and its potential utility in authentication of dietary history. *Meat Science*. 2009; 81(1), 28–45. <http://doi.org/10.1016/j.meatsci.2008.06.013>
75. Dunne, P.G, O'Mara, F.P., Monahan, F.P. y Molones, A.P. Changes in colour characteristics and pigmentation of subcutaneous adipose tissue and M. longissimus dorsi of heifers fed grass, grass silage, or concentrate-based diets. *Meat Sci.*, 2006; 74:231-241.
76. Editorial *Acribia*. Zaragoza. 2003.
77. Elías Calles, J. A., Gaskins, C. T., Busboom, J. R., Duckett, S. K., Cronrath, J. D., Reeves, J. J., y Wright, R. W. Differences among Wagyu sires for USDA carcass traits and palatability attributes of cooked ribeye steaks. *Journal of Animal Science*. 2000; 78, 1710–1715.
78. Elmore, J. S., Mottram, D. S. Flavour development in meat. *Improving the Sensory and Nutritional Quality of Fresh Meat*. Woodhead Publishing Limited. 2009. <http://doi.org/10.1533/9781845695439.1.111>
79. Emerson M.R., Woerner D.R., Belk K.E., Tatum J.D. Effectiveness of USDA instrument-based marbling measurements for categorizing beef carcasses according to differences in longissimus muscle sensory attributes. *J Anim Sci*. 2013; 91(2):1024-1034. doi:10.2527/jas.2012-5514.

80. Enjalbert F., Eynard P., Nicot M.C., Troegeler-Meynadier A., Bayourthe C., Moncoulon R. In Vitro Versus in Situ Ruminal Biohydrogenation of Unsaturated Fatty Acids from a Raw or Extruded Mixture of Ground Canola Seed/Canola Meal. *J. Dairy Sci.* 2003; 86(1):351-359. doi:10.3168/jds.S0022-0302(03)73613-3.
81. Enser, M., Hallett, K., Hewett, B., Fursey, G.A.J., Wood, J.D. Fatty acid content and composition of English beef, lamb and pork at retail. *Meat Science*, 1996; 44, 443–458
82. Expert Panel on Integrated Guidelines for Cardiovascular Health and Risk Reduction in Children and Adolescents, National Heart, Lung, and Blood Institute. Expert panel on integrated guidelines for cardiovascular health and risk reduction in children and adolescents: summary report. *Pediatrics* 128 Suppl 5, S213–256 (2011).
83. Fanego, N.; Pouzo, L.B.; Dezcázo, A.; Santini, F.J.; Pavan, E.; Efecto de la suplementación con lino sobre parámetros productivos y de calidad de carne, en animales en pastoreo; Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. *Avances en calidad de carne bovina*. 2013; 17-23
84. Farouk M.M., Mustafa N.M., Wu G., Krsinic G. The “sponge effect” hypothesis: An alternative explanation of the improvement in the waterholding capacity of meat with ageing. *Meat Sci.* 2012; 90(3):670-677. doi:10.1016/j.meatsci.2011.10.012.
85. Faustman, C., Sun, Q., Mancini, R., Suman, S. P. Myoglobin and lipid oxidation interactions: Mechanistic bases and control. *Meat Science*. 2010: 86(1), 86–94. <http://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.04.025>
86. Folch, J., Lees, M., Sloane Stanley, G.H. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J Biol Chem*, 1957; 226(1), 497-509.

87. Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations. Fats and fatty acids in human nutrition. Report of an Expert Consultation. FAO Food and Nutrition Paper 91, FAO, Rome (Final report). 2010. <http://doi.org/978-92-5-3067336>
88. Fornieles A.S., Cervini M.L., Gil S.B., Demarco D., De La Orden J.L. LAS RAZAS BOVINAS CARNICERAS EN ARGENTINA: Carne for export. En: Encrucijadas, N° 30, 2005. Universidad de Buenos Aires. Disponible en http://repositorioubi.sisbi.uba.ar/gsd/collect/encruci/index/assoc/HWA_594.dir/594.PDF
89. Foster K.D., Grigor J.M.V., Cheong J.N., Yoo M.J.Y., Bronlund J.E., Morgenstern M.P. The Role of Oral Processing in Dynamic Sensory Perception. *J Food Sci.* 2011; 76(2). doi:10.1111/j.1750-3841.2010.02029.x.
90. Frank D., Joo S.T., Warner R. Consumer Acceptability of Intramuscular Fat. *Korean J Food Sci Anim Resour.* 2016; 36(6):699-708. doi:10.5851/kosfa.2016.36.6.699.
91. Frank, D., Eyres, G. T., Piyasiri, U., Cochet-Broch, M., Delahunty, C. M., Lundin, L. y Appelqvist, I. M. Effects of Agar Gel Strength and Fat on Oral Breakdown, Volatile Release, and Sensory Perception Using in Vivo and in Vitro Systems. *Journal of Agricultural and Food Chemistry.* 2015: 63(41), 9093–9102. <http://doi.org/10.1021/acs.jafc.5b03441>
92. French, P., Stanton, C., Lawless, F., O’Riordan, E. G., Monahan, F. J., Caffrey, P. J., y Moloney, A. P. Fatty acid composition, including conjugated linoleic acid, of intramuscular fat from steers offered grazed grass, grass silage, or concentrate-based diets. *Journal of Animal Science.* 2000: 78(11), 2849–2855. <http://doi.org/10.2527/2000.78112849x>

93. Galindo, M. M., Voigt, N., Stein, J., Van Iengrich, J., Raguse, J. D., Hofmann, T., Meyerhof W. y Behrens, M. (2012). G protein-coupled receptors in human fat taste perception. *Chemical Senses*, 37(2), 123–139. <http://doi.org/10.1093/chemse/bjr069>
94. García P.T. Calidad nutricional de la carne bovina en sistemas de producción pastoriles e intensivos. *Angus*. 2008:19-21.
95. García P.T. y Casal J.J. Lipids in Longissimus muscles from grass or grain fed steers. En *Proceedings 38th international congress of meat science and technology*, Clermont-Ferrand, Francia, 1992; 53-56.
96. Garcia, P. T., Pensel, N. A., Sancho, A. M., Latimori, N. J., Kloster, A. M., Amigone, M. A., y Casal, J. J. Beef lipids in relation to animal breed and nutrition in Argentina. *Meat Science*. 2008; 79(3), 500–508. <http://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.10.019>
97. Gardner, G. E., Mcgilchrist, P., Pethick, D. W. Ruminant glycogen metabolism. *Animal Production Science*. 2014; 54(10), 1575–1583. <http://doi.org/10.1071/AN14434>
98. Gatellier P., Mercier Y., Juin H., Renerre M. Effect of finishing mode (pasture- or mixed-diet) on lipid composition, colour stability and lipid oxidation in meat from Charolais cattle. *Meat Sci*. 2005; 69(1):175-186. doi:10.1016/j.meatsci.2004.06.022.
99. Geay Y., Bauchart D., Hocquette .J, Culioli J. Effect of nutritional factors on biochemical, structural and metabolic characteristics of muscles in ruminants, consequences on dietetic value and sensorial qualities of meat. *Reprod Nutr Dev*. 2001; 41:1-26.
100. Gillis M.H., Duckett S.K., Sackmann J.R. Effects of supplemental rumen-protected conjugated linoleic acid or corn oil on fatty acid composition of adipose tissues in beef cattle. *J Anim Sci*. 2004; 82(5):1419-1427. doi:/2004.8251419x.

101. Gino, M., Vilca, M. y Daphne, R. Evaluación del pH en canales de toros Holstein (*Bos taurus*) y Nelore (*Bos indicus*). *Rev Inv Vet Perú*, 2005: 16(1), 90–95.
102. González L., Moreno T., Bispo E., Dugan M.E.R., Franco D. Effect of supplementing different oils: Linseed, sunflower and soybean, on animal performance, carcass characteristics, meat quality and fatty acid profile of veal from “Rubia Gallega” calves. *Meat Sci.* 2014; 96(1):829-836. doi:10.1016/j.meatsci.2013.09.027.
103. Gotoh, T., Nishimura, T., Kuchida, K., Mannen, H. Current situation and future prospects for the Australian beef industry — A review. 2018: 31(7), 992–1006.
104. Gotoh, T., Olavanh, S., Shiota, T., Shirouchi, B., Satoh, M., Albrecht, E., Maak S., Wegner J., Nakamura Y., Etoh K., Shiotsuka Y., Hayashi K., Ebara F., Etoh E. e Ida, H. Relationship between myofiber type and fatty acid composition in skeletal muscles of Wagyu (Japanese Black) and Holstein cattle. 57th International Congress of Meat Science and Technology. August. 2011.
105. Grigera Naón, J.J., Schor A., Cossu, M.E., Cervini, M. L., Colombatto, D. Relationship between short term energy supplementation and meat quality of steers in Argentina. 53th International Congress of Meat Science and Technology, (ICoMST pg: 95- 96), Pekin, China. 2007.
106. Grigioni G. M., Carduza F. J., Irurueta M., Pordomingo A., Almada C.A., Bonato .P, Cossu M. E., Perlo F., Picallo A. B. y Teira G. A. Manual de Procedimientos: Determinación de los Parámetros de Calidad Física y Sensorial de la Carne Bovina. 2012. Ediciones INTA. Obtenido de <https://inta.gob.ar/documentos/manual-de-procedimiento-determinacion-de-los-parametros-de-calidad-fisica-y-sensorial-de-carne-bovina>

107. Grigioni, G., Langman, L., Irurueta, M., Pordomingo, A.B., Lernoud, P., Pordomingo, A.J. Análisis del perfil de textura instrumental en carne de novillos terminados sobre verdes de centeno. TPP 1. Tecnología de Productos Pecuarios. Revista Argentina de Producción Animal, 2013, vol. 29, supl. 1, p. 83-163.
108. Griswold K.E., Apgar G.A., Robinson R.A., Jacobson B.N., Johnson D., Woody H.D. Effectiveness of short-term feeding strategies for altering conjugated linoleic acid content of beef. J. Anim. Sci. 2003; 81(7):1862-1871.
109. Guerrero A., Campo M. M., Olleta J. L. y Sañudo C. Carcass and Meat Quality in Goat, Goat Science Sándor Kukovics, IntechOpen, June 20th 2018 DOI: 10.5772/intechopen.72095. Disponible en <https://www.intechopen.com/books/goat-science/carcass-and-meat-quality-in-goat>
110. He L., Wu H., Wang G., Meng Q., Zhou Z. The effects of including corn silage, corn stalk silage, and corn grain in finishing ration of beef steers on meat quality and oxidative stability. Meat Sci. 2018; 139(August 2017):142-148. doi:10.1016/j.meatsci.2018.01.023.
111. Hecker, A. L., Cramer D. A., Hougham D. F.. Compositional and metabolic growth effects in the bovine: Muscle, subcutaneous and serum total fatty acids. J. Food Sci. 1975; 40: 144–149.
112. Hedrick, H. B., Paterson, J. A., Matches, A. G., Thomas, J. D., Morrow, R. E., Stringer, W. C. y Lipsey R. H. Carcass and palatability characteristics of beef produced on pasture, corn-silage and corn grain. Journal of Animal Science, 1983; 57, 791–801.
113. Hodson N.A., Linden R.W.A. Is there a parotid-salivary reflex response to fat stimulation in humans? Physiol Behav. 2004; 82(5):805-813. doi:10.1016/j.physbeh.2004.06.012.

114. Htoo J.K., Meng X., Patience J.F., Dugan M.E.R., Zijlstra R.T. Effects of coextrusion of flaxseed and field pea on the digestibility of energy, ether extract, fatty acids, protein, and amino acids in grower-finisher pigs. *J. Anim. Sci.* 2008; 86(11):2942-2951. doi:10.2527/jas.2007-0313.
115. Huerta Leidenz, N. Caracterización de ganado y carne bovina como base científica de la clasificación de canales en el trópico americano. XI Congreso Venezolano de Producción e Industria Animal. Valera 22 al 26 de Octubre. ULA-Trujillo. 2002.
116. Huff-Lonergan E., Lonergan S.M. Mechanisms of water-holding capacity of meat: The role of postmortem biochemical and structural changes. *Meat Sci.* 2005; 71(1):194-204. doi:10.1016/j.meatsci.2005.04.022.
117. Huws SA, Lee MRF, Muetzel SM, Scott MB, Wallace RJ, Scollan ND. Forage type and fish oil cause shifts in rumen bacterial diversity. *FEMS Microbiol Ecol.* 2010; 73:396–407.
118. Ibrahim R.M., Goll D.E., Marchello J.A., Duff, G. C., Thompson, V. F., Mares, S. W., y Ahmad, H. Effect of two dietary concentrate levels on tenderness, calpain and calpastatin activities, and carcass merit in Waguli and Brahman steers. *J Anim Sci.* 2008; 86(6):1426-1433. doi:10.2527/jas.2007-0618.
119. Ibrahim, R. M., Goll, D. E., Marchello, J. a, Duff, G. C., Thompson, V. F., Mares, S. W., y Ahmad, H. a. Effect of two dietary concentrate levels on tenderness, calpain and calpastatin activities, and carcass merit in Waguli and Brahman steers. *Journal of Animal Science*, 2008: 86(6), 1426–33. <http://doi.org/10.2527/jas.2007-0618>
120. Immonen K., Ruusunen M., Hissa K., Puolanne E. Bovine muscle glycogen concentration in relation to finishing diet, slaughter and ultimate pH. *Meat Sci.* 2000; 55(1):25-31. doi:10.1016/S0309-1740(99)00121-7.

121. Indurain, G., Beriain M.J., Goñi M.V., Arana A., Purroy A. Composition and estimation of intramuscular and subcutaneous fatty acid composition in Spanish young bulls. *Meat Sci.*, 2006; 73: 326-334.
122. Insausti K., Beriain M.J., Alzueta M.J., Carr T.R., Purroy A. Lipid composition of the intramuscular fat of beef from Spanish cattle breeds stored under modified atmosphere. *Meat Sci.* 2004; 66(3):639-646. doi:10.1016/S0309-1740(03)00182-7.
123. IPCVA. El consumo de carne vacuna en la Argentina. 2005. Documento de Trabajo N°2. Disponible en http://www.ipcva.com.ar/files/libro_gallup.pdf
124. IRAM. Instituto Argentino de Normalización, Norma 20002:1995. Análisis Sensorial. Directivas Generales para la Metodología. 1995. Disponible en <https://catalogo.iram.org.ar/normas/detalles/2505>
125. IRAM. Instituto Argentino de Normalización. Norma 20002. Análisis Sensorial. Directivas Generales para la Metodología. 1995.
126. ISO 5492:2008. Sensory analysis. Vocabulary. Disponible en <https://www.iso.org/standard/38051.html>
127. Jeremiah L.E., Gibson L.L. The influence of genotype on beef palatability and cooking properties. An evaluation of Wagyu F1 crosses and other genotypes under North American feedlot conditions. *J Muscle Foods.* 1999; 10(2):177-194. doi:10.1111/j.1745-4573.1999.tb00394.x.
128. Jung E.Y., Hwang Y.H., Joo S.T. The Relationship between Chemical Compositions, Meat Quality, and Palatability of the 10 Primal Cuts from Hanwoo Steer. *Korean J food Sci Anim Resour.* 2016; 36(2):145-151. doi:10.5851/kosfa.2016.36.2.145.
129. Kazala E.C., Lozeman F.J., Mir P.S., Laroche, A., Bailey, D. R., Weselake, R. J. Relationship of fatty acid composition to intramuscular fat content in beef from

- crossbred Wagyu cattle The online version of this article, along with updated information and services , is located on the World Wide Web at : Relationship of Fatty Acid Com. 1999:1717-1725.
130. Kerth C.R., Miller R.K. Beef flavor: A review from chemistry to consumer. *J. Sci. Food Agric.* 2015; 95(14):2783-2798. doi:10.1002/jsfa.7204.
 131. Kerth, C. R., Braden, K. W., Cox, R., Kerth, L. K., y Rankins, D. L. Carcass, sensory, fat color, and consumer acceptance characteristics of Angus-cross steers finished on ryegrass (*Lolium multiflorum*) forage or on a high-concentrate diet. *Meat Science.* 2007; 75(2), 334–341. <http://doi.org/10.1016/j.meatsci.2006.07.019>
 132. Khanal R. Potential health benefits of conjugated linoleic acid (CLA): A review. *Asian-Australasian J. Anim. Sci.* 2004; 17(9):1315-1328.
 133. Kim C.M., Kim J.H., Oh Y.K., Park, E. K., Ahn, G. C., Lee, G. Y., Park, K. K. Effects of flaxseed diets on performance, carcass characteristics and fatty acid composition of Hanwoo steers. *Asian-Australasian J. Anim. Sci.* 2009; 22(8):1151-1159. doi:10.5713/ajas.2009.90096.
 134. Koleczak T, Krzysztoforski K, Palka K. The effect of post-mortem ageing and heating on water retention in bovine muscles. *Meat Sci.* 2007; 75(4):655-660.
 135. Koohmaraie, M., Geesink, G. H. Contribution of postmortem muscle biochemistry to the delivery of consistent meat quality with particular focus on the calpain system. *Meat Science.* 2006; 74(1), 34–43. <http://doi.org/10.1016/j.meatsci.2006.04.025>
 136. Koutsidis, G., Elmore, J.S., Oruna-Concha, M.J., Campo, M.M., Wood, J.D. y Mottram, D.S. Water-soluble pre- cursors of beef flavour: I Effect of diet and breed. *Meat Sci.* 2008; 79:124-130

137. Kramer J.K.G., Parodi P.W., Jensen R.G., Mossoba M.M., Yurawecz M.P., Adlof R.O. Rumenic acid: A proposed common name for the major conjugated linoleic acid isomer found in natural products. *Lipids*. 1998; 33(8):835. doi:10.1007/s11745-998-0279-6.
138. Kronberg, S. L., Scholljegerdes, E. J., Lepper, A. N., Berg, E. P. The effect of flaxseed supplementation on growth, carcass characteristics, fatty acid profile, retail shelf life, and sensory characteristics of beef from steers finished on grasslands of the Northern great plains. *Journal of Animal Science*. 2011; 89(9), 2892–2903. <http://doi.org/10.2527/jas.2011-4058>
139. Kucseva, C.D.; Santini, F.; Depetris, G.; Gagliostro, G.; Villarreal, E.; Balbuena, O.; Grigioni, G.; Garcia, P.; Lagman, L. Utilización de aceite de soja y pescado como estrategia para alterar el perfil de ácidos grasos de la grasa intramuscular e novillos terminados a corral; Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. *Avances en calidad de carne bovina*, 2013; 4: 24-29
140. LaBrune H.J., Reinhardt C.D., Dikeman M.E., Drouillard J.S. Effects of grain processing and dietary lipid source on performance, carcass characteristics, plasma fatty acids, and sensory properties of steaks from finishing cattle. *J Anim Sci*. 2008; 86(1):167-172. doi:10.2527/jas.2007-0011.
141. Latimori N.J., Kloster A.M., García P.T., Carduza F.J., Grigioni G., Pensel N.A. Diet and genotype effects on the quality index of beef produced in the Argentine Pampeana region. *Meat Sci*. 2008; 79(3):463-469. doi:10.1016/j.meatsci.2007.10.008.
142. Latimori, N.J., Kloster, A.M., Amigone, M.A., García, P.T., Carduza, F.J., Pensel, N.A. Efecto de la dieta y del biotipo sobre indicadores de calidad de carne bovina. *Revista Argentina de Producción Animal*, 2003; 23 (Sup. 1), 352–353b

143. Lawrie, R. A.; Ledward, D. A. *Lawrie's Meat Science*. Seventh English, edition ed. Woodhead Publishing Limited. 2006.
144. Lawson M.A. The role of integrin degradation in post-mortem drip loss in pork. *Meat Sci.* 2004; 68(4):559-566. doi:10.1016/j.meatsci.2004.05.019.
145. Leal-Gutiérrez, J.D., Jiménez-Robayo, L.M., Ariza, M., Manrique, C., López, J., Martínez, C., Pinilla, Y., Ríos, M., Ortiz, Y. y Jiménez, A. Efecto Del Tipo Genético Y La Maduración Sobre La Retención De Agua En Carne De Toros Castrados Effect of Genetic Type and Aging on Water Holding Capacity in Meat From Castrated Bulls. *Arch. Zootec.* 2014; 63(243), 409–418. Disponible <http://scielo.isciii.es/pdf/azoo/v63n243/articulo2.pdf>
146. Leal-Gutiérrez, J.D.; Jiménez-Robayo, L.M.; Ariza, M.; Manrique, C.; López, J.; Martínez, C.; Pinilla, Y.; Castro, S.; García, N.; Bedoya, C.; Jiménez, A. Polimorfismos de los genes CAPN1, CAST, DES, PRKAG3 y RYR1 asociados a la capacidad de retención de agua en crudo y cocinado en carne de bovino en cruces *Bos indicus* y *Bos taurus* en Colombia. *Archivos de Zootecnia*, 2015; 64(245), 29–35. <http://doi.org/10.21071/AZ.V64I245.371>
147. Lee, M. R., Evans, P.R., Nute, G.R., Richardson, R.I., Scollan, N.D. A comparison between red clover silage and grass silage feeding on fatty acid composition, meat stability and sensory quality of the M. Longissimus muscle of dairy cull cows. *Meat Science*, 2009; 81(4), 738-744.
148. Legako J.F., Dinh T.T.N., Miller M.F., Brooks J.C. Effects of USDA beef quality grade and cooking on fatty acid composition of neutral and polar lipid fractions. *Meat Sci.* 2015; 100:246-255. doi:10.1016/j.meatsci.2014.10.013.

149. Leheska, J. M., Thompson, L. D., Howe, J. C., Hentges, E., Boyce, J., Brooks, J. C., Shriver B., Hoover L. y Miller, M. F. Effects of conventional and grass-feeding systems on the nutrient composition of beef. *Journal of Animal Science*, 2008: 86(12), 3575–3585. <http://doi.org/10.2527/jas.2007-0565>
150. Li C.B., Zhou G.H., Xu X.L. Dynamical changes of beef intramuscular connective tissue and muscle fiber during heating and their effects on beef shear force. *Food Bioprocess Technol.* 2010; 3(4):521-527. doi:10.1007/s11947-008-0117-3.
151. Lichtenstein A.H. Dietary trans fatty acids and cardiovascular disease risk: Past and present. *Curr. Atheroscler. Rep.* 2014; 16(8):1-7. doi:10.1007/s11883-014-0433-1.
152. Lonergan, E. H., Zhang, W., y Lonergan, S. M. Biochemistry of postmortem muscle - Lessons on mechanisms of meat tenderization. *Meat Science*, 2010: 86(1), 184–195. <http://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.05.004>
153. Lopes do Nascimento P. M., Baldini Farjalla Y. y Lopes do Nascimento J. Contenido de ácidos grasos y conjugados del ácido linoleico en carne de bovinos - Fatty acids and conjugated linoleic acids content in beef cattle. *Redvet*, 2009: 10, 1–84. Disponible en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n101009.html>
154. Lorenz, S., Bqttner, A., Ender, K., Nuernberg, G., Papstein, H.J., Schieberle, P., Nuernberg, K. Influence of keeping system on fatty acid composition in the longissimus muscle of bulls and odorants formed after pressure-cooking. *Eur. Food Res. Technol.* , 2002; 214, 112–118.
155. Lorenzen, G.L., Miller R.K., Taylor L.F., Neely T.R., . Tatimin L.D., Wise J.W., Buyck M.J., Reagan J.O., Savell J.W. Beef customer satisfaction: Trained sensory panel ratings and Warner-Bratzler shear force values. *J. Anim. Sei.*, 2003; 81:143-149.

156. Lorenzen, G.L., Neely T.R., Miller R.K., Tatimi D., Wise W., Taylor L.F., Buyck M.J., Reagan O., Savell W. Beef customer satisfaction: Cooking method and degree of doneness effects on top loin steaks. *J. Anim. Sci.* 1999; 77:637-644
157. Lunn, J. y Theobald, H.E. The health effects of dietary unsaturated fatty acids. *Brit. Nutr. Foundation Nutr. Bull.* 2006: 31, 178–224.
158. Lunt D.K., Riley R.R., Smith S.B. Growth and carcass characteristics of Angus and American Wagyu steers. *Meat Sci.* 1993; 34(3):327-334. doi:10.1016/0309-1740(93)90081-R.
159. Luo L., Guo D., Zhou G., Chen K. An investigation on the relationship among marbling features, physiological age and Warner–Bratzler Shear force of steer longissimus dorsi muscle. *J Food Sci Technol.* 2018; 55(4):1569-1574. doi:10.1007/s13197-018-3038-9.
160. MacDougall, D. B. The chemistry of colour and appearance. *Food Chemistry.* 1986: 21(4), 283-299
161. Maddock, T. D., Bauer, M. L., Koch, K. B., Anderson, V. L., Maddock, R. J., Barceló-Coblijn G., Murphy E. J. y Lardy G. P. Effect of processing flax in beef feedlot diets on performance, carcass characteristics , and trained sensory panel ratings The online version of this article , along with updated information and services , is located on the World Wide Web at : Effect of. 2006:1544-1551.
162. Maddock, T.D., Anderson V.L., Berg P.T., Maddock R.J., Marchello M.J.. Influence of level of flaxseed addition and time fed flaxseed on carcass characteristics, sensory panel evaluation and fatty acid content of fresh beef. *Proc. 56th Reciprocal Meats Conference, Am. Meat Sci. Assoc., Columbia, Mo.* 2003.
163. Maddock, T.D., M. L. Bauer, K. Koch, V.L. Anderson, R.J. Maddock, Lardy G.P.. 2004. The effect of processing flax in beef feedlot rations on performance, carcass

- characteristics and trained sensory panel ratings. Proc. 60th Flax Institute Fargo, N.D. 2004, p. 118-123
164. Mancini R.A., Hunt M.C. Current research in meat color. *Meat Sci.* 2005;71(1):100-121. doi:10.1016/j.meatsci.2005.03.003.
165. Mandell I.B., Campbell C.P. Effects of forage vs grain feeding on carcass characteristics, fatty acid composition, and beef quality in Limousin-cross steers when time on feed is controlled The online version of this article, along with updated information and services, is located. 1998:2619-2630.
166. Mapiye C., Aalhus J.L., Turner T.D., Rolland C., Basarab J. A., Baron V. S., McAllister T. A., Block H. C., Uttaro B., Lopez-Campos O., Proctor S. D., y Dugan M. E. R. Effects of feeding flaxseed or sunflower-seed in high-forage diets on beef production, quality and fatty acid composition. *Meat Sci.* 2013; 95(1):98-109. doi:10.1016/j.meatsci.2013.03.033.
167. Mapiye, C., Aalhus, J. L., Turner, T. D., Rolland, D. C., Basarab, J. A., Baron, V. S., ... Dugan, M. E. R. (2013). Effects of feeding flaxseed or sunflower-seed in high-forage diets on beef production, quality and fatty acid composition. *Meat Science*, 95(1), 98–109. <http://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.03.033>
168. Marmer W. N., Maxwell R. J. y Williams J. E. Effects of dietary regimen and tissue site on bovine fatty acid profiles. *Journal of Animal Science.* 1984: 59, 109-121.
169. Martin S.A., Jenkins T.C. Factors affecting conjugated linoleic acid and trans -C 18 : 1 fatty acid production by mixed ruminal bacteria The online version of this article, along with updated information and services, is located on the World Wide Web at : Factors affecting conju. 2002:3347-3352.

170. Martínez Ferrer, J.; Ustarroz, E.; Teira, G.; Perlo, F.; Bonato, P.; Tisocco, O. "Efecto Del Sistema de Alimentación Sobre la Calidad de la Carne Bovina, 2, Características fisicoquímicas", *Revista Argentina de Producción Animal*, (ISSN 0326-0550), Balcarce, 2006; Vol, 26, Supl, I, 388-389
171. Martínez Marín A. L. Influencia de la nutrición sobre el contenido y tipo de ácidos grasos en la carne de los rumiantes effects. 2007; 56:45-66.
172. Martinez, H.A., Arnold, A.N., Brooks, J.C., Carr, C.C., Gehring, K.B., Griffin, D.B. Maddock, R. J. National Beef Tenderness Survey – 2015: Palatability and Shear Force Assessments of Retail and Foodservice Beef. *Meat and Muscle Biology*, 2017; 1(1), 138-148.
173. Mateescu, R.G., Garrick, D.J., Garmyn, A.J., VanOverbeke, D.L., Mafi, G.G., Reecy, J.M. Genetic parameters for sensory traits in longissimus muscle and their associations with tenderness, marbling score, and intramuscular fat in Angus cattle. *Journal of animal science*, 2015; 93(1), 21-27.
174. May S.G., Sturdivant C.A., Lunt D.K., Miller R.K., Smith S.B. Comparison of sensory characteristics and fatty acid composition between Wagyu crossbred and Angus steers. *Meat Sci.* 1993; 35(3):289-298. doi:10.1016/0309-1740(93)90034-F.
175. McCrorie T.A., Keaveney E.M., Wallace J.M.W., Binns N., Livingstone M.B.E. Human health effects of conjugated linoleic acid from milk and supplements. *Nutr. Res. Rev.* 2011; 24(02):206-227. doi:10.1017/S0954422411000114.
176. McNiven, M. A., Duynisveld, J. L., Turner, T., y Mitchell, A. W. Ratio of n-6/n-3 in the diets of beef cattle: Effect on growth, fatty acid composition, and taste of beef. *Animal Feed Science and Technology*. 2011: 170(3–4), 171–181. <http://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2011.09.006>

177. Mears, G. J., Mir, P. S., Bailey, D. R. C., y Jones, S. D. M. Effect of Wagyu genetics on marbling, backfat and circulating hormones in cattle. *Canadian Journal of Animal Science*. 2001; 81(1), 65–73. <http://doi.org/10.4141/A99-128>
178. Méjean, C., Morzel, M., Neyraud, E., Issanchou, S., Martin, C., Bozonnet, S., Urbano C., Schlich P., Hercberg S., Péneau S. y Feron, G. (2015). Salivary composition is associated with liking and usual nutrient intake. *PLoS ONE*, 10(9), 1–14. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0137473>
179. Melton S.L., Amiri M., Davis G.W., Backus W.R. Flavor and Chemical Characteristics of Ground Beef from grass, forage-grain and grain finished steers. 1982:77-87.
180. Mennella I., Fogliano V., Vitaglione P. Salivary lipase and α -amylase activities are higher in overweight than in normal weight subjects: Influences on dietary behavior. *Food Res Int*. 2014; 66:463-468. doi:10.1016/j.foodres.2014.10.008.
181. Michal, J.J., Zhang, Z.W., Gaskins, C.T., Jiang, Z. The bovine fatty acid binding protein 4 gene is significantly associated with marbling and subcutaneous fat depth in Wagyu x Limousin F2 crosses. *Animal Genetics*, 2006; 37, 400–402
182. Miller G.J., Masor M.L. Intramuscular Lipids and Triglyceride Structures in Range and Feedlot Steers. 1981; 46:1333-1335.
183. Mitchell G.E., Reed A.W., Rogers S.A. Influence of Feeding Regimen on the Sensory Qualities and Fatty Acid Contents of Beef Steaks. *J Food Sci*. 1991; 56(4):1102-1103. doi:10.1111/j.1365-2621.1991.tb14652.x.
184. Moallem U. The effects of extruded flaxseed supplementation to high-yielding dairy cows on milk production and milk fatty acid composition. *Anim Feed Sci Technol*. 2009; 152(3-4):232-242. doi:10.1016/j.anifeedsci.2009.04.018.

185. Moloney, A.P., Mooney, M.T., Kerry, J.P., Troy, D.J. Producing tender and flavoursome beef with enhanced nutritional characteristics. *Proceedings of the Nutrition Society*, 2001; 60(2), 221-229.
186. Moreno, T., Keane, M. G., Noci, F., Moloney, A. P. Fatty acid composition of *M. Longissimus dorsi* from Holstein-Friesian steers of New Zealand and European/American descent and from Belgian Blue × Holstein-Friesian steers, slaughtered at two weights/ages. *Meat Science*. 2008; 78(3), 157–169. <http://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.05.028>
187. Motter M.M., Corva P., Krause M., Perez Cenci M., Soria L. Rol de la calpastatina en la variabilidad de la ternera de la carne bovina. *BAG - J Basic Appl Genet*. 2009; 20(1):15-24.
188. Mottram, D. S. Flavour formation in meat and meat products: a review. *Food Chemistry*. 1998; 62(4), 415–424. [http://doi.org/10.1016/S0308-8146\(98\)00076-4](http://doi.org/10.1016/S0308-8146(98)00076-4)
189. Moya C.S. Alimentos funcionales de origen animal: el ácido linoleico conjugado e la carne y de los productos lácteos. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, AC, Departamento de Nutrición Humana, División de Nutrición. 2002.
190. Muir P.D., Deaker J.M., Bown M.D. Effects of forage- and grain-based feeding systems on beef quality: A review. *New Zeal J Agric Res*. 1998; 41(4):623-635. [doi:10.1080/00288233.1998.9513346](https://doi.org/10.1080/00288233.1998.9513346).
191. Murray, R. K., Bender, D. A., Botham, K. M., Kennelly, P. M., Rodwell, V. W., Weil, P. A. Harper: bioquímica ilustrada. McGraw-Hill. 2014.
192. Myers S.E., Faulkner D.B., Nash T.G., Berger L.L., Parrett D.F., Mckeith F.K. Performance and carcass traits of early-weaned steers receiving either a pasture growing period or a finishing diet at weaning The online version of this article , along with

- updated information and services , is located on the World Wide Web at : Perform. 1999:311-322.
193. Nelson, D.L., Cox, Lehninger M.M.: Principles of Biochemistry. WH Freeman and Company, New York. 2005.
 194. Nelson, L.D., Youmans, D., Warnock, W.D. And Knutson, D. Japanese beef market implications for Washington producers. Extension bulletin-Washington State University, Cooperative Extension Service. 1990.
 195. Nishimura T., Hattori A., Takahashi K. Structural changes in intramuscular connective tissue during the fattening of Japanese Black cattle: Effect of marbling on beef tenderization. J Anim Sci. 1999; 77(1):93-104. doi:10.2527/1999.77193x.
 196. Niwinska B. Endogenous synthesis of ruminic acid in humans and cattle. J Anim Feed Sci. 2010; 19(2):171-182. doi:10.22358/jafs/66279/2010.
 197. Noble RC, Moore JH, Harfoot CG. Observations on the pattern on biohydrogenation of esterified and unesterified linoleic acid in the rumen. Br J Nutr. 1974; 31(1):99-108. doi:10.1079/BJN19740012.
 198. Noblet J., Jaguelin-Peyraud Y., Quémeneur B., Chesneau G. Valeur énergétique de la graine de lin chez le porc : impact de la technologie de cuisson-extrusion. Journées Rech. Porcine, 2008; 40, 203-208
 199. Noci, F.; Monahan, F. J.; French, P.; Moloney, A. P. The fatty acid composition of muscle fat and subcutaneous adipose tissue of pasture-fed beef heifers: Influence of the duration of grazing. Journal of Animal Science, Champaign, 2005; 83, n. 5, p. 1167-1178.
 200. Nute, G. R., Richardson, R. I., Wood, J. D., Hughes, S. I., Wilkinson, R. G., Cooper, S. L., y Sinclair L. A. (2007). Effect of dietary oil source on the flavor and the colour and

- lipid stability of lamb meat. *Meat Science*, 77, 547–555 .
doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.05.003
201. O’Fallon J., Busboom J. y Gaskins C. Fatty Acids and Wagyu Beef. 2015. Disponible en <http://www.lonemountaincattle.com/pdf/articles/FattyAcidsAndWagyuBeef.pdf>
202. O’Quinn, T. G., Brooks, J. C., Polkinghorne, R. J., Garmyn, A. J., Johnson, B. J., Starkey, J. D., Rathmann R. J. y Miller, M. F. Consumer assessment of beef strip loin steaks of varying fat levels. *Journal of Animal Science*. 2012: 90(2), 626–634.
<http://doi.org/10.2527/jas.2011-4282>
203. Oka, A., F. Iwaki, T. Dohgo, S. Ohtagaki, M. Noda, T. Shiozaki, O. Endoh, and M. Ozaki. Genetic effects on fatty acid composition of carcass fat of Japanese Black Wagyu steers. *J. Anim. Sci.* 2002. 80:1005–1011
204. Okumura, T., Saito, K., Nade, T., Misumi, S., Masuda, Y., Sakuma, H., Nakayama S., Fujita K. y Kawamura, T. Effects of intramuscular fat on the sensory characteristics of *M. longissimus dorsi* in Japanese Black steers as judged by a trained analytical panel. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 2007: 20(4), 577–581.
<http://doi.org/10.5713/ajas.2007.577>
205. Pariza M.W. Perspective on the safety and effectiveness of conjugated linoleic acid. *Am J Clin Nutr.* 2004; 79(6):1132S-1136S.
206. Pavan E., Duckett S. K.. Corn oil supplementation to steers grazing endophyte-free tall fescue. II. Effects on longissimus muscle and subcutaneous adipose fatty acid composition and stearoyl-CoA desaturase activity and expression. *J Anim Sci.* 2007; 85(7):1731-1740. doi:10.2527/jas.2006-732.

207. Pavan E., Duckett S.K., Andrae J.G. Corn oil supplementation to steers grazing endophyte-free tall fescue. I. Effects on in vivo digestibility, performance, and carcass traits. *J Anim Sci.* 2007; 85(5):1330-1339. doi:10.2527/jas.2006-623.
208. Pethick, D. W., Cummins, L., Gardner, G. E., Jacobs, R. H., Knee, B. W., McDowell, M., McIntyre, B. L., Tudor, G., Walker, P. J., Warner, R. D. The regulation of glycogen level in the muscle of ruminants by nutrition. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production.* 2000: 60, 94–98.
209. Phelps, K. J., Johnson, D. D., Elzo, M. A., Paulk, C. B., Gonzalez, J. M. Effect of Brahman genetics on myofibrillar protein degradation, collagen crosslinking, and tenderness of the longissimus lumborum. *Journal of Animal Science.* 2017: 95(12), 5397–5406. <http://doi.org/10.2527/jas2017.2022>
210. Picallo, A.. Análisis sensorial de los alimentos : El imperio de los sentidos. En: *Encrucijadas*, no. 46. Marzo 2009. Universidad de Buenos Aires. Disponible en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad de Buenos Aires: <<http://repositorioubasibbi.uba.ar>>
211. Pighin, D. G., Davies, P., Pazos, A. A., Ceconi, I., Cunzolo, S. A., Mendez, D., ... Grigioni, G. Biochemical profiles and physicochemical parameters of beef from cattle raised under contrasting feeding systems and pre-slaughter management. *Animal Production Science.* 2015: 55(10), 1310–1317. <http://doi.org/10.1071/AN13378>
212. Pighin, D., Pazos, A., Chamorro, V., Paschetta, F., Cunzolo, S., Godoy, F., Messina V., Pordomingo A. y Grigioni, G. A Contribution of Beef to Human Health: A Review of the Role of the Animal Production Systems. *The Scientific World Journal*, 2016, 1–10. <http://doi.org/10.1155/2016/8681491>

213. Ponnampalam E. N., Mann N. J., Sinclair A. J., “Effect of feeding systems on omega-3 fatty acids, conjugated linoleic acid and trans fatty acids in Australian beef cuts: potential impact on human health,” *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 2006; vol.15, no. 1, pp. 21–29,
214. Pordomingo A.J., García T.P., Volpi Lagreca G. Effect of feeding treatment during the backgrounding phase of beef production from pasture on: II. Longissimus muscle proximate composition, cholesterol and fatty acids. *Meat Sci.* 2012; 90(4):947-955. doi:10.1016/j.meatsci.2011.11.038.
215. Pordomingo A.J., Grigioni G., Carduza F., Volpi Lagreca G. Effect of feeding treatment during the backgrounding phase of beef production from pasture on: I. Animal performance, carcass and meat quality. *Meat Sci.* 2012; 90(4):939-946. doi:10.1016/j.meatsci.2011.11.036.
216. Pordomingo, A. J., Grigioni, G. M., Carduza, F. J., García, T. P., Pordomingo, A. B., Volpi Lagreca, G. Productividad y características de la carne de vaquillonas F1 del cruzamiento de Angus con Criollo, Heresford o Shorton en pasturas de alfalfa. Performance and characteristics of beef from Criollo x Angus, Hereford x Angus and Shorthorn x Angus F1 heifers finished on alfalfa pasture. *Revista argentina de producción animal*, 2012; 32(1).
217. Pordomingo, A. J., Pordomingo, A. B., Lernoud, P., Volpi Lagreca, G., Garcia, P. T. Carne de vaquillonas F1, Criollo, Hereford o Shorthorn x Angus, terminadas en pastoreo de alfalfa. 2. perfil de lípidos. En Congreso Argentino de Producción Animal. 32. 2009 10 14-16, 14-16 de octubre de 2009. Malargüe, Mendoza. AR..
218. Pordomingo, A.J., Grigioni, G., Irurueta, M., Carduza, F., Pordomingo, A.B., Volpi Lagreca, G. Efecto de la alimentación sobre el crecimiento y las características

- cuantitativas de la carne de novillitos. *Revista Argentina de Producción Animal*, 2007; Vol. 27 (Sup. 1), TPP 21.
219. Prieto M., Mouwen J., López S., Cerdeño A. Concepto de Calidad en la Industria Agroalimentaria. *Prisma*. 2008; 33(4):258-264. [/scielo.php?script=sci_arttext&pid=&lang=pt.](#)
220. Prieto N., Dugan M.E.R., Larsen I.L., Vahmani .P, Aalhus J.L. Meat and Muscle Biology TM Palatability of Beef from Cattle Fed Extruded Flaxseed before Hay or Mixed with Hay. 2017;1. doi:10.22175/mmb2017.04.0026.
221. Priolo A., Micol D., Agabriel J. Effects of grass feeding systems on ruminant meat colour and flavour. A review. *Anim Res*. 2001; 50(3):185-200. doi:10.1051/animres:2001125.
222. Purchas, R. W., Aungsupakorn, R. Further investigations into the relationship between ultimate pH and tenderness in beef samples from bulls and steers. *Meat Science*, 1993; 34, 163–178.
223. Purslow P.P. New Developments on the Role of Intramuscular Connective Tissue in Meat Toughness. *Annu Rev Food Sci Technol*. 2014; 5(1):133-153. doi:10.1146/annurev-food-030212-182628.
224. Qiu X., Eastridge M.L., Griswold K.E., Firkins J.L. Effects of substrate, passage rate, and pH in continuous culture on flows of conjugated linoleic acid and trans C18:1. *J Dairy Sci*. 2004; 87(10):3473-3479. doi:10.3168/jds.S0022-0302(04)73482-7.
225. Raes K., De Smet S., Demeyer D. Effect of dietary fatty acids on incorporation of long chain polyunsaturated fatty acids and conjugated linoleic acid in lamb, beef and pork meat: a review. *Anim Feed Sci Technol*. 2004; 113(1-4):199-221. doi:10.1016/j.anifeedsci.2003.09.001.

226. Raes, K., Balcaen, A., Dirinck, P., De Winne, A., Claeys, E., Demeyer, D., De Smet, S. Meat quality, fatty acid composition and flavour analysis in belgian retail beef. *Meat Science*. 2003; 65(4), 1237–1246. [http://doi.org/10.1016/S0309-1740\(03\)00031-7](http://doi.org/10.1016/S0309-1740(03)00031-7)
227. Razminowicz R.H, Kreuzer M., Leuenberger H., Scheeder M.R.L. Efficiency of extruded linseed for the finishing of grass-fed steers to counteract a decline of omega-3 fatty acids in the beef. *Livest Sci*. 2008; 114(2-3):150-163. doi:10.1016/j.livsci.2007.04.019.
228. Realini C.E., Duckett S.K., Brito G.W., Dalla Rizza M., De Mattos D. Effect of pasture vs. concentrate feeding with or without antioxidants on carcass characteristics, fatty acid composition, and quality of Uruguayan beef. *Meat Sci*. 2004; 66(3):567-577. doi:10.1016/S0309-1740(03)00160-8.
229. Rearte, D. Producción de carne en Argentina. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Buenos Aires (Argentina). Estación Experimental Agropecuaria Balcarce, Buenos Aires (Argentina). Programa Nacional Carnes., 2007. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/origenes_evolucion_y_estadisticas_de_la_ganaderia/48-ProdCarneArg_esp.pdf
230. Reddy P.V., Morrill J.L., Nagaraja T.G. Release of Free Fatty Acids from Raw of Processed Soybeans and Subsequent Effects on Fiber Digestibilities. *J Dairy Sci*. 1994; 77(11):3410-3416. doi:10.3168/jds.S0022-0302(94)77283-0.
231. Reece M.S., McGregor J.A., Allen K.G., Harris M.A. Maternal and perinatal long-chain fatty acids: possible roles in preterm birth. *Am J Obstet Gynecol*. 1997; 176(4):907-914. doi:10.1016/S0002-9378(97)70620-3.

232. Relling A.E., Mattioli G.A. Fisiología Digestiva y Metabólica de Los Rumiantes.; 2002. Disponible en <https://ecaths1.s3.amazonaws.com/catbioquimicavet/fisio%20dig%20rumiantes.pdf>
233. Renerre, M. La couleur de la viande et sa mesure. Bulletin Technique CRZV Theix INRA. 1982; 47, 47–54.
234. Rhee M., Ryu Y., Kim B. Postmortem metabolic rate and calpain system activities on beef longissimus tenderness classifications. Biosc Biotechnol Biochem., 2006; 70 (5) 1166- 1172.
235. Riley, D. G., Johnson, D. D., Chase, C. C., West, R. L., Coleman, S. W., Olson, T. A., Hammond, A. C. Factors influencing tenderness in steaks from Brahman cattle. Meat Science. 2005; 70(2), 347–356. <http://doi.org/10.1016/j.meatsci.2005.01.022>
236. Ripoll G., Panea B. y Alberti P. Apreciación visual de la carne bovina y su relación con el espacio de color CIELab. Información Técnica Económica Agraria (ITEA). 2012; 108(2), 222–232. Disponible en [http://www.aida-itea.org/aida-itea/files/itea/revistas/2012/108-2/\(222-232\) A2289 ITEA 108-2.pdf](http://www.aida-itea.org/aida-itea/files/itea/revistas/2012/108-2/(222-232) A2289 ITEA 108-2.pdf)
237. Ripoll, G., Albertí, P., Panea, B., Failla, S., Hocquette, J. F., Dunner, S., Sañuudo C., Olleta J. L., Christensen M., Ertbjerg P., Richardson I., Concetti S. y Williams, J. L. Colour variability of beef in young bulls from fifteen European breeds. International Journal of Food Science and Technology. 2018; 1–9. <http://doi.org/10.1111/ijfs.13890>
238. Rosso, O., García, P. T., y Machado, C. Modelos experimentales de engorde de novillos y su efecto sobre la ganancia de peso, parámetros sanguíneos, calidad de la res y niveles de grasa intramuscular y colesterol en carne. Informe técnico carta acuerdo INTA- AACREA-Facultad de Ciencias Veterinarias UNNE.

239. Rule, D. C., Broughton, K. S., Shellito, S. M., y Maiorano, G. Comparison of muscle fatty acid profiles and cholesterol concentrations of bison, beef cattle, elk, and chicken. *Journal of animal science*. 2002; 80(5), 1202-1211. <https://doi.org/10.2527/2002.8051202x>
240. Running C.A., Mattes R.D., Tucker R.M. Fat taste in humans: Sources of within- and between-subject variability. *Prog Lipid Res*. 2013; 52(4):438-445. doi:10.1016/j.plipres.2013.04.007.
241. Salgueiro J.Z. Alimentación y calidad de la carne en terneros: influencia del sistema productivo. XXI Curso Espec FEDNA. 2005; 83-109.
242. Salles, C., Chagnon, M. C., Feron, G., Guichard, E., Laboure, H., Morzel, M., Semon E., Tarrega A. y Yven, C. In-mouth mechanisms leading to flavor release and perception. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2011; 51(1), 67–90. <http://doi.org/10.1080/10408390903044693>
243. Salter A.M. Dietary fatty acids and cardiovascular disease. *Animal*. 2013; 7(SUPPL.1):163-171. doi:10.1017/S1751731111002023.
244. Sánchez, G. Ciencia básica de la carne. Fondo Nacional Universitario: Santa fé de Bogotá. Editora Guadalupe. 1997.
245. Santini F.J., Villarreal E.L., Faverin C., Depetris, G., Pavan, E, Grigera Naón, J.J., Grigera , J.M., Cossu, M.E. y Schor, A. Características productivas, composición de carcasa y calidad de carne de novillos de diferente tamaño estructural alimentados en feedlot con dietas de concentraciones energéticas distintas. *Rev Argentina Prod Anim*. 2006; 26:231-244.

246. Sañudo, C., Enser, M., Campo, M.M., Nute, G.R., Maria, G., Sierra, I., Wood, J.D. Fatty acid composition and sensory characteristics of lamb carcasses from Britain and Spain. *Meat Science*, 2000; 54, 339-346.
247. SAS Institute Inc. SAS/STAT ® 9.4. Cary, NC: SAS Institute Inc., USA. 2016.
248. Sayed, S., Abadía, S., Mendizabal, J.A., Arana, A., Soret, B., Albertí, P., Purroy A. Efecto de la alimentación con dietas ricas en ácidos grasos poliinsaturados sobre el desarrollo del tejido graso de terneros. *Información Técnica Económica Agraria*. 2007; Vol. Extra N.º 28. Tomo II, 768-770. Disponible en http://www.aida-itea.org/aida-itea/files/jornadas/2007/comunicaciones/2007_CdP_51.pdf
249. Schutz, H.G. "Sources of invalidity in the sensory evaluation of foods." *Food technology*, 1971.
250. Scollan, N., Richardson, I., Moloney, A., Dannenberger, D., Hocquette, J. F., Nuernberg, K. Innovations in beef production systems that enhance the nutritional and health value of beef lipids and their relationship with meat quality. *Meat science*, 2006; 74(1), 17–33.
251. Seidemani C., Smithl C., Durlandj P.R. Factors associated with fresh meat color : Heme-Chemistry. 1984; 6:211-237.
252. Shingfield K. J.; Griinari, J. M. Role of biohydrogenation intermediates in milk fat depression. *European Journal of Lipid Science and Technology*. 2007; vol. 109, no 8, p. 799-816. <https://doi.org/10.1002/ejlt.200700026>
253. Shingfield, K. J.; Bonnet, Muriel; Scollan, N. D. Recent developments in altering the fatty acid composition of ruminant-derived foods. *Animal*, 2013; vol. 7, no s1, p. 132-162. <https://doi.org/10.1017/S1751731112001681>

254. Smith S.B., Gill C.A., Lunt D.K., Brooks M.A. Regulation of Fat and Fatty Acid Composition in Beef Cattle. 2009; 22(9):1225-1233.
255. Smith, G.C., Carpenter, Z. L., Cross, H.R., Murphy, C.E., Abraham, H.C., Savell, J.W., Davis, G.W., Berry, B.W., Parrish Jr., F.C. Relationship of USDA marbling groups to palatability of cooked beef. *J. Food Qual.*, 1985; 7, 289-308.
256. Soria L.A., Corva P.M. Factores genéticos y ambientales que determinan la ternera de la carne bovina Genetic and environmental factors influencing beef tenderness. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* 2004; 12(2):73-88.
257. Sosa Valenzuela, A.R., Montero Lagunas, M., Juárez Lagunas, F.I. Contenido de ácidos grasos y conjugados del ácido linoleico en carne de bovinos. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, 2009; 10.
258. Steen, R. W. J.; Porter, M. G. The effects of high concentrate diets and pasture on the concentration of conjugated linoleic acid in beef muscle and subcutaneous fat. *Grass and Forage Science*. 2003; 58, 50–57.
259. Sterk A., Hovenier R., Vlaeminck B., van Vuuren A.M., Hendriks W.H., Dijkstra J. Effects of chemically or technologically treated linseed products and docosahexaenoic acid addition to linseed oil on biohydrogenation of C18:3n-3 in vitro. *J Dairy Sci.* 2010; 93(11):5286-5299. doi:10.3168/jds.2010-3144.
260. Straadt I.K., Rasmussen M., Andersen H.J., Bertram H.C. Aging-induced changes in microstructure and water distribution in fresh and cooked pork in relation to water-holding capacity and cooking loss - A combined confocal laser scanning microscopy (CLSM) and low-field nuclear magnetic resonance relaxation study. *Meat Sci.* 2007; 75(4):687-695. doi:10.1016/j.meatsci.2006.09.019.

261. Sturdivant C.A., Lunt D.K., Smith G.C., Smith S.B. Fatty acid composition of subcutaneous and intramuscular adipose tissues and m-longissimus-dorsi of Wagyu cattle. *Meat Sci.* 1992; 32:449-458.
262. Szczesniak, A. Classification of textural characteristics. *Journal of Food Science*, 1963; 29, 385–389
263. te Pas M.F.W., Everts M.E., Haagsman H.P. *Muscle Development of Livestock Animals: Physiology, Genetics and Meat Quality*. CABI Pub., 2004. 411 páginas, Wallingford, UK
264. Teira G., Perlo F., Bonato P., Tisocco O. Calidad de carnes bovinas: Aspectos nutritivos y organolépticos relacionados con sistemas de alimentación y prácticas de elaboración. *Ciencia, docencia y Tecnol.* 2006; (33): 173-193. Disponible en: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-17162006000200008&lng=es&nrm=iso
265. Teira, G., Perlo, F., Bonato, P., Monje, A., Galli, I., (2003), “Influence of feeding system and finishing feeding in tie stall housing on sensory quality of beef produced in NE Argentinian Area”, *Proceedings del 49th International Congress of Meat Science and Technology, ITAL, Campinas*, pp, 179
266. Thompson J. Managing meat tenderness. *Meat Sci.* 2002; 62(3):295-308. doi:10.1016/S0309-1740(02)00126-2.
267. Tian R., Pitchford W.S., Morris C.A., Cullen N.G., Bottema C.D.K. Genetic variation in the β , β -carotene-9', 10'-dioxygenase gene and association with fat colour in bovine adipose tissue and milk. *Anim. Genet.* 2010; 41(3):253-259. doi:10.1111/j.1365-2052.2009.01990.x.

268. Tornberg E. Effects of heat on meat proteins - Implications on structure and quality of meat products. *Meat Sci.* 2005; 70(3 SPEC. ISS.): 493-508. doi:10.1016/j.meatsci.2004.11.021.
269. Torres J., González-Morelo K., Acevedo D. Análisis del Perfil de Textura en Frutas, Productos Cárnicos y Quesos. *ReCiTeIA.* 2015; 14(2):63-75.
270. Troegeler-Meynadier A., Bret-Bennis L, Enjalbert F. Rates and efficiencies of reactions of ruminal biohydrogenation of linoleic acid according to pH and polyunsaturated fatty acids concentrations. *Reprod Nutr Dev.* 2006; 46(6):713-724. doi:10.1051/rnd:2006046.
271. Tucker, R. M., Mattes, R. D., Running, C. A. Mechanisms and effects of “fat taste” in humans. *Biofactors*, 2014; 40(3), 313-326.
272. Turpeinen A. M, Mutanen M., Aro A., Salminen I., Basu S., Palmquist D. L. y Griinari J. M. Bioconversion of vaccenic acid to conjugated linoleic acid in humans. *The American journal of clinical nutrition*, 2002; vol. 76, no 3, p. 504-510.
273. Turpeinen, A. M., Mutanen, M., Aro, A., Salminen, I., Basu, S., Palmquist, D. L., Griinari, J. M. Bioconversion of vaccenic acid to conjugated linoleic acid in humans. *The American journal of clinical nutrition.* 2002; 76(3), 504-510. Disponible en <https://doi.org/10.1093/ajcn/76.3.504>
274. Ueda, Y., Watanabe, A., Higuchi, M., Shingu, H., Kushibiki, S., Shinoda, M. Effects of intramuscular fat deposition on the beef traits of Japanese Black steers (Wagyu): Original article. *Animal Science Journal.* 2007; 78(2), 189–194. <http://doi.org/10.1111/j.1740-0929.2007.00424.x>
275. Update, L., González, H. F., González Bq Silvana Visentin, H. F. Nutrientes y neurodesarrollo: Lípidos. Actualización. *Arch Argent Pediatr.* 2016; 114(5), 472–476. <http://doi.org/10.5546/aap.2016.472>

276. USDA Official United States Standards for Grades of Carcass Beef. USDA, Washington, DC, USA. 1989.
277. Vahmani, P., Mapiye, C., Prieto, N., Rolland, D. C., McAllister, T. A., Aalhus, J. L., Dugan, M. E. R. The scope for manipulating the polyunsaturated fatty acid content of beef: A review. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 2015; 6(1), 1–13. <http://doi.org/10.1186/s40104-015-0026-z>
278. Vahmani, P., Rolland, D. C., McAllister, T. A., Block, H. C., Proctor, S. D., Guan, L. L., Prieto N., López-Campos Ó., Aalhus J. L., Dugan, M. E. R. Effects of feeding steers extruded flaxseed on its own before hay or mixed with hay on animal performance, carcass quality, and meat and hamburger fatty acid composition. *Meat Science*, 2017; 131, 9–17. <http://doi.org/10.1016/j.meatsci.2017.04.008>
279. Van Ba, H., Ryu, K. S., Lan, N. T. K., Hwang, I. Influence of particular breed on meat quality parameters, sensory characteristics, and volatile components. *Food Science and Biotechnology*. 2013; 22(3), 651–658. <http://doi.org/10.1007/s10068-013-0127-4>
280. Varela A., Oliete B., Moreno T., Portela, C., Monserrat, L., Carballo, J. A. y Sánchez, L. Effect of pasture finishing on the meat characteristics and intramuscular fatty acid profile of steers of the Rubia Gallega breed. *Meat Sci.* 2004; 67(3):515-522. [doi:10.1016/j.meatsci.2003.12.005](http://doi.org/10.1016/j.meatsci.2003.12.005).
281. Vásquez R.E., Abadía B., Arreaza L.C., Humberto H., Medio M. Factores asociados con la calidad de la carne. II parte: perfil de ácidos grasos de la carne bovina en 40 empresas ganaderas de la región Caribe y el Magdalena Medio. *Rev Corpoica*. 2007; 8:66-73.

282. Voigt, N., Stein, J., Galindo, M. M., Dunkel, A., Raguse, J. D., Meyerhof, W., Hofmann, T., Behrens, M. The role of lipolysis in human orosensory fat perception. *J. Lipid Res.* 2014; 55, 870-882
283. Volpi Lagreca G., Pordomingo A. J., Alende M., García P.T., Grasa Intramuscular y Perfil de ácidos Grasos de la Carne de Novillos con Diferentes Estrategias de Recría o Terminación. *Avances en Calidad de Carne Bovina. Implicancias de la Alimentación, la Genética y el Manejo.* 2013; vol. 92, Publicación Técnica INTA EEA Anguil, La Pampa, Argentine.
284. Wachira, A.M., Sinclair, L.A., Wilkinson, R.G., Enser, M., Wood, J.D., Fisher, A.V. Effects of dietary fat source and breed on the carcass composition, n-3 polyunsaturated fatty acid and conjugated linoleic acid content of sheep meat and adipose tissue. *Br. J. Nutr.*, 2002; vol. 88, p. 697-709
285. Waldman R.C., Suess G.G., Brungardt V.H. Fatty Acids of Certain Bovine Tissue and Their Association with Growth, Carcass and Palatability Traits. *J. Anim. Sci.* 1968; 27:632-635.
286. Warren H.E., Scollan N.D., Enser M., Hughes S.I., Richardson R.I., Wood J.D. Effects of breed and a concentrate or grass silage diet on beef quality in cattle of 3 ages. I: Animal performance, carcass quality and muscle fatty acid composition. *Meat Sci.* 2008; 78(3):256-269. doi:10.1016/j.meatsci.2007.06.008.
287. Warriss, P. D. The handling of cattle pre-slaughter and its effects on carcass and meat quality. *Applied Animal Behaviour Science.*, 1990; 28(1-2), 171-186. [http://doi.org/10.1016/0168-1591\(90\)90052-F](http://doi.org/10.1016/0168-1591(90)90052-F)
288. Warriss, P.D. *Ciencia de la carne.* Traducción Jorge Ruiz Carrascal, Ramón Cava López. 2003.

289. Weiss M.F., Martz F.A., Lorenzen C.L. Conjugated Linoleic Acid: Implicated mechanisms related to Cancer, Atherosclerosis, and obesity. *Prof Anim Sci.* 2004; 20(2):127-135. doi:10.15232/S1080-7446(15)31287-0.
290. Williams, C. M. Dietary fatty acids and human health. *Annales de Zootechnie.* 2000; 49, 165–180. <https://doi.org/10.1051/animres:2000116>
291. Winger R.J., Hagyard C.J., Juiciness-its importance and some contributing factors. In *Quality Attributes and their measurement*, in: Pearson A.M., Dutson T.R. Eds.), *Meat, Poultry and Fish Products*, 1994; pp. 94–124.
292. Wood, J. D., Enser, M. Factors influencing fatty acids in meat and the role of antioxidants in improving meat quality. *Br. J. Nutr.* 1997; 78:S49-S60.
293. Wood, J. D., Enser, M., Fisher, A. V., Nute, G. R., Sheard, P. R., Richardson, R. I., Hughes, S. I., Whittington, F. M. Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. *Meat Science.* 2008; 78(4), 343-358. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.07.019>
294. Wood, J. D., Richardson, R. I., Nute, G. R., Fisher, A. V., Campo, M. M., Kasapidou, E., Sheard P. R., Enser, M. Effects of fatty acids on meat quality: A review. *Meat Science.* 2003; 66(1), 21–32. [http://doi.org/10.1016/S0309-1740\(03\)00022-6](http://doi.org/10.1016/S0309-1740(03)00022-6)
295. Wood, J.D. "Consequences for meat quality of reducing carcass fatness." *Consequences for meat quality of reducing carcass fatness.* 1990; 344-397.
296. Wyszecki, G., Stiles, W. S. *Color Science: Concepts and methods, quantitative data and formulae*, 2nd edition. J. Wiley & Sons editors. New York. 950 pp. 1982.
297. Xie, Y. R., Busboom, J. R., Cornforth, D. P., Shenton, H. T., Gaskins, C. T., Johnson, K. A., Reeves J. J., Wright R. W., Cronrath, J. D. Effects of time on feed and post-

- mortem aging on palatability and lipid composition of crossbred Wagyu beef. *Meat Science*, 1996; 43(2), 157–166. [http://doi.org/10.1016/0309-1740\(96\)84587-6](http://doi.org/10.1016/0309-1740(96)84587-6)
298. Xiong, Y. L., Mullins, O. E., Stika, J. F., Chen, J., Blanchard, S. P., Moody, W. G. Tenderness and oxidative stability of post-mortem muscles from mature cows of various ages. *Meat Science*. 2007; 77, 105–113. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.04.012>
299. Yang, A., Brewster, M. J., Lanari, M. C., Tume, R. K. Effect of vitamin E supplementation on α -tocopherol and β -carotene concentrations in tissues from pasture- and grain-fed cattle. *Meat Science*, 2002; 60(1), 35-40. doi:10.1016/S0309-1740(01)00102-4.
300. Zea, J.; Díaz, M. y Carballo, J. Efecto de la raza, sexo y alimentación en la calidad de la carne de vacuno. *Arch Zootec*, 2007; 56, 737-743. Disponible en <http://www.redalyc.org/html/495/49509964/>
301. Zembayashi M. Effects of nutritional planes and breeds on intramuscular-lipid deposition in *M. longissimus dorsi* of steers. *Meat Sci*. 1994; 38(3):367-374. doi: 10.1016/0309-1740(94)90063-9.
302. Zembayashi, M., Nishimura, K., Lunt, D. K., Smith, S. B. Effect of breed type and sex on the fatty acid composition of subcutaneous and intramuscular lipids of finishing steers and heifers. *Journal of Animal Science*. 1995; 73(11), 3325-3332. <https://doi.org/10.2527/1995.73113325x>