



IMPORTANCIA DE LOS FACTORES PRODUCTIVOS Y TECNOLÓGICOS EN LA CALIDAD DE LA CANAL Y DE LA CARNE VACUNA.

Franco, J.*; Feed, O.** ; Gimeno, D.*

*Facultad de Agronomía

** Facultad de Veterinaria

INTRODUCCION

Antes de entrar directamente al tema, debemos comentar algunos fenómenos que han sucedido en el comercio de la carne a nivel mundial y que están condicionando, de alguna forma, la demanda y los criterios de calidad de los consumidores.

En las últimas décadas se han experimentado cambios importantes- a nivel mundial- tanto en la producción como en la comercialización de los distintos tipos de carnes. En el cuadro N°1, se presentan los valores alcanzados en los años 1962 y 1996.

Cuadro N° 1.- Volúmenes de producción y exportación mundial de carnes (millones de toneladas). 1962 / 1996.

En el cuadro anterior se visualiza para el período considerado que prácticamente se triplicó la producción glo-

estar animal y de las dietas vegetarianas, etc.

Los medios de comunicación han jugado un papel gravitante en relación a los problemas originados con el consumo de carne, tales como: el colesterol, el ácido úrico, el cáncer y las intoxicaciones alimenticias (E. Coli), brindando información no siempre correcta, y muchas veces con un contenido sensacionalista.

Por estas razones es que el consumidor exige, a la hora de elegir en un supermercado o en una carnicería, un producto cárnico seguro desde el punto de vista sanitario y con garantía de calidad.

Dada la situación planteada, se hace evidente la necesidad de generar un producto que satisfaga al consumidor, lo que significa cubrir sus exigencias, manteniendo una regularidad en la calidad y seguridad alimenticia del producto ofrecido.

En los últimos años en nuestro país, han cobrado importancia los temas referidos a la calidad de los productos agroalimenticios, de allí que es menester definir qué se entiende por calidad.

PRODUCCIÓN MUNDIAL DE CARNES					
	VACUNA	OVINA	PORCINA	AVIAR	TOTAL
1962	30.5	4.5	29.5	8	72.5
1996	53.9	7.4	87.2	54.4	202.9
EXPORTACIÓN MUNDIAL DE CARNES					
1962	3	0.57	1.5	0.32	5.4
1996	8.4	1.4	6.8	7.4	24
RELACIÓN EXPORTACIÓN / IMPORTACIÓN (%)					
1962	10	13	5	4	7
1996	16	19	8	12	12

Boutonet, 1997.

bal de carnes, explicado principalmente por un crecimiento más importante en la producción de carne porcina y aviar.

Este incremento en los volúmenes de producción de carne a nivel mundial, se tradujo en un aumento de los saldos exportables para el período considerado anteriormente.

Si analizamos el consumo de carne per cápita a nivel mundial para los años 1982 a 1996, éste se incrementó de 28 Kg a 35 Kg. Este incremento se debió principalmente al aumento del consumo de carne porcina de 11 a 15 Kg y de carne aviar de 6 a 10 Kg.

Sin embargo, el consumo de carne ovina se mantuvo en 1 kg per cápita, mientras que el consumo de carne bovina descendió de 10 a 9 kg, para el mismo período. Además, la situación generada a partir de la enfermedad de las «vacas locas» (BSE), ha acentuado la crisis, provocando en el año 1997 un gran descenso en el consumo de carne bovina, principalmente en los países de la Unión Europea.

Esta situación es consecuencia, entre otros factores, de la saturación del consumo de carne en los países europeos, envejecimiento de la población que demanda menos cantidad y alimentos con menos grasa, de los movimientos ecologistas, sobretudo los defensores del bien-

1.1. ¿QUÉ ES CALIDAD?

A la hora de definir la calidad de la carne, surge una primera dificultad debido al gran número de factores relacionados con los distintos eslabones de producción. Los principales aspectos que intervienen en el término calidad son:

- 1) Nutricional: Hace referencia a los elementos capaces de satisfacer las necesidades metabólicas del organismo (proteínas, vitaminas, minerales, lípidos, etc). De estos componentes, la proteína y la grasa son los más importantes cuantitativamente y los más fácilmente controlables a través de los diferentes factores de producción.
- 2) Organoléptico o sensorial. Está explicado por aquellas cualidades que el consumidor valora directamente; al momento de la compra como el color, o a la degustación como la jugosidad, la ternura y el sabor.
- 3) Sanitario. En este punto intervienen dos elementos importantes: la ausencia de microorganismos patógenos así como de residuos de hormonas, antibióticos o agroquímicos.
- 4) Conveniencia o comodidad. El consumidor prefiere productos que puedan ser preparados y consumidos en



un corto período de tiempo (fast-food). Esto se da como consecuencia del acceso de la mujer al mercado laboral y la disminución del tamaño del núcleo familiar.

Las iniciativas tendientes a mejorar la identificación de la carne en el mercado internacional, han llevado al establecimiento de las llamadas «marcas de calidad» o «denominaciones de origen», capaces de dar respuesta a la demanda de los consumidores a través de mayores controles desde el origen del animal hasta el punto de venta. La situación enunciada anteriormente plantea la necesi-

dad de promover iniciativas que busquen exaltar las cualidades de la carne, mediante una mejor identificación

producción.

Para analizar este tema, es importante recordar que la calidad final de la carne, va a depender de los distintos factores que actúan en los distintos agentes de la cadena de producción. En ésta, el consumidor como evaluador final, determina, en última instancia, las exigencias del producto, condicionando de alguna manera la combinación de los recursos productivos y las técnicas de manipulación de la canal y de la carne.

A nivel nacional existe abundante información con relación a tecnologías productivas, muchas de ellas ya validadas a nivel comercial con una aplicación directa en el

sector productivo. Sin embargo, se conoce muy poco

Cuadro N°2. Influencia de los distintos factores en la calidad de la canal y la carne.

	CALIDAD DE LA CANAL				CALIDAD DE LA CARNE				
	Rto. Canal	Peso	Conformación	Engrasamiento	CRA	Color	Terneza	comp. grasa	Flavor
FACTORES INTRÍNSECOS Y PRODUCTIVOS									
Raza	**	***	****	****	*	**	*	?	0
Sexo	**	***	**	****	0	*	*	*	*
Edad	***	****	**	*****	**	***	***	**	***
Alim.	**	***	*	***	*	*	**	**	**
Sist de Explot	***	***	*	***	**	**	**	**	**
Trat. Hormon.	**	**	***	***	**	**	***	*	*
FACTORES PRE FAENA Y FAENA									
Ayuno y Transporte	****	*	0	0	**	**	**	0	**
Prefaena	*	*	0	0	****	****	***	0	***
FACTORES POST-FAENA									
Estim.Elec.	0	0	0	0	*	*	****	0	*
Frío	**	*	0	0	*	***	****	*	***
Maduración	0	0	0	0	*	****	*****	**	****
Conserv.	0	*	0	0	**	*****	****	***	****
FACTORES DE COMERCIALIZACIÓN Y CONSUMO									
prep. Canal	***	**	**	*	*	***	**	0	*
Cocinado	0	0	0	0	*****	****	*****	*	*****

0= influencia nula /****= fundamental.

Adaptado de Sañudo, 1997

(trazabilidad), ofreciendo un producto con garantías de calidad.

II. IMPORTANCIA DE LOS FACTORES PRODUCTIVOS EN LA CALIDAD FINAL DE LA CANAL Y DE LA CARNE.

Existen distintas formas de abordar este tema; una de ellas es realizar una revisión exhaustiva de la literatura extranjera en donde existe abundante información. Sin embargo, en esta oportunidad creemos conveniente realizar una recopilación de los principales resultados encontrados por nuestro equipo de trabajo, en relación a algunos de estos factores para nuestras condiciones de

producción sobre la calidad de la canal y de la carne. En el siguiente cuadro se muestra la importancia de los distintos factores responsables de la calidad de la canal y carne, en los distintos sectores de la cadena de producción.

II.1. FACTORES PRODUCTIVOS. PRINCIPALES RESULTADOS.

1.1. Efecto del sexo en la determinación de la calidad de la carne.

Dentro de los factores productivos, la edad de faena y el sexo son gravitantes, dado que, tienen una gran influen-



cia en los parámetros más importantes de la calidad de la carne, como lo son la terneza y el color. En nuestros sistemas de producción la castración es una práctica corriente. Sin embargo, no existen antecedentes nacionales que analicen el efecto de la edad a la castración, así como la utilización de animales enteros en sistemas intensivos que permitan una temprana edad de faena.

Teniendo en cuenta lo anteriormente mencionado, se planteó un trabajo cuyo objetivo fue analizar el efecto de la castración y la edad a la misma, sobre las características instrumentales de la carne de terneros Hereford, alternativas de manejo que podrían ser implementadas en distintos sistemas intensivos de producción de carne.

Para esto se utilizaron 30 terneros de raza Hereford, que fueron manejados a una carga media anual de 1.8 UG/ha, en un sistema intensivo de producción de carne en base a pasturas cultivadas, con una asignación de 8 Kg. de MS /100 Kg. de PV, suplementados con concentrado energético-proteico (PC 19%; Energía: 2,8 Mcal EM/kg MS) a razón de un 1% del peso vivo. Durante el invierno la dieta de los animales estuvo compuesta por pasturas y verdes con asignaciones de forraje de 2,5 Kg. de MS/100 Kg. PV, suplementados con concentrados energéticos a razón de un 1% del PV de los animales. El criterio de evaluación utilizado fue a peso fijo (360 Kg). Los animales fueron trasladados al Frigorífico «Casa Blanca», permaneciendo los enteros y castrados en corrales independientes con acceso al agua, por un período de 12 h. de ayuno, previo a la faena. Las determinaciones de los distintos parámetros de calidad de la carne, se realizaron en el músculo Longissimus dorsi, siguiendo las recomendaciones de Boccard et al.(1981).

1.1.1. Calidad de la canal.

En el cuadro N° 3 se muestran los resultados relacionados a las características generales de la canal. Los resultados muestran los mayores valores en rendimiento canal para los castrados al nacer (56,5 %), en relación a los enteros (54,9 %), alcanzando los castrados a los 6 meses valores intermedios). En general los

El espesor de grasa medido en el punto P8, muestra mayores valores en los animales castrados con relación a los enteros. En general la bibliografía es coincidente en encontrar mayores niveles de engrasamiento en animales castrados. Esto es importante dada las distintas preferencias de los mercados consumidores. La utilización de animales enteros es una herramienta muy utilizada en países Europeos con el objetivo de producir canales magras, preferidas por los consumidores.

Estas diferencias se visualizan mejor cuando analizamos la composición tisular por disección de la 10a costilla, en donde los enteros obtuvieron un mayor porcentaje de músculo (65,1%) , un menor porcentaje de grasa subcutánea (4,3%) e intermuscular (9,5%), y un mayor porcentaje de hueso (21.1%). Bailey et al. (1966); Mc. Donald y Kay, (1967) y Prescott y Lamming (1964) encontraron que los machos enteros obtuvieron una superioridad de 3,8 a 8,5 unidades porcentuales (up) en músculo y 1,6 a 2,9 up en hueso; mientras que los castrados mostraron una mayor proporción de grasa en el orden de 6,7 a 9,3 up con relación a los enteros. Estas variaciones en la composición tisular, generaron mayores relaciones M/G, para los enteros respecto a los castrados, alcanzando valores de 5,3; 2,37 y 2,71, respectivamente. Como se puede observar, los valores de la relación M/G son más contrastantes dado que la grasa es el tejido más variable de la canal, variando, además, en forma inversa al tejido muscular. Los valores encontrados en la relación M/H, mostraron una tendencia favorable a los enteros, aunque no existieron diferencias significativas. Esta variación principalmente en la relación M/G tiene connotaciones importantes en la proporción en carne vendible de los cortes en los puntos de ventas.

Otro elemento importante a la hora de analizar las diferencias encontradas, es el rendimiento al desosado del corte pistola. En el cuadro N° 4 se muestran los resultados del rendimiento al desosado del corte pistola..

Los animales enteros obtuvieron un mayor porcentaje de carne vendible (68,10%), un menor porcentaje de grasa de recorte (4,9%), no existiendo diferencias en el porcentaje de hueso Champagne et al. (1969) encontraron

Cuadro N° 3. Rendimiento, engrasamiento y composición tisular de la canal .

	Enteros	Castrados nacer	Castrados 6 meses	SE
Rendimiento (%)	54,9 a	56,5 b	55,4 ab	0,04
P 8 (mm)	10,5 a	16,1 b	14,6 b	0.005
Músculo (%)	65,1 a	56,4 b	57,4 b	0.005
Hueso (%)	21,1 a	18,7 b	19,6	0.06
Grasa sub. (%)*	4,3 a	9,5 b	7,8 b	0.005
Grasa inter. (%)*	9,5 a	15,9 b	14,8 b	0.015
M/H	3,1	3,0	3,0	NS
M/G	5,3 a	2,37 b	2,71 b	0.004

Grasa sub. = grasa subcutánea ; Grasa inter. = grasa intermuscular ; M/H = relación músculo-hueso ; M/G = relación músculo-grasa.

resultados encontrados en la literatura son controvertidos, manifestando un mayor rendimiento de los enteros cuando son manejados en sistemas de confinamiento.

Estos resultados son coincidentes con los trabajos realizados en pastoreo por Harte (1969) Prescott y Lamming,(1964) y Landon et al.(1978), en donde los castrados mostraron un mayor rendimiento canal, con variaciones de 0,1 a 2,1 unidades porcentuales (up). Estas diferencias siguen las mismas tendencias de los niveles de engrasamiento de la canal.

que los animales enteros obtuvieron una ventaja de 2,6 y 4,5 up respectivamente, en cortes sin hueso respecto a los castrados. Es importante destacar que esta superioridad de los machos enteros es un elemento importante para la industria, ya que el mayor porcentaje de grasa de recorte significa precios distintos y un mayor empleo de mano de obra.

Como no todos los cortes tienen igual valor comercial, importa analizar su proporción entre los tratamientos evaluados. En este caso no se evidenciaron di-



ferencias en la proporción de cortes valiosos en la canal, de la misma forma que Harte (1969) y Scott (1964), donde no encontraron diferencias entre enteros y castrados. En general la proporción de cortes valiosos es una de

Rowan et al.(1994) y Shackelford et al.(1992), en donde no se evidenciaron diferencias en fuerza de corte, alcanzando valores de 4,9 Kg para animales enteros y de 4,2 y 4,3 Kg para animales castrados respectivamente.

Cuadro N° 4. Composición del corte pistola al desosado.

	Enteros	Castrados nacer	Castrados 6 meses	P>F
Carne (%)	68,10a	65,5 b	65,8 b	0,016
Huesos (%)	21.6 a	21.7 b	22.1	NS
Grasa (%)	4,9 a	7,9 b	7,8b	0.0001
Cortes val. (%)	21,17	21,01	21,27	NS

Cortes val. = cortes valiosos (lomo, bife y cuadril).

las características de la canal que presenta menor variación, manifestándose diferencias solamente cuando las razas evaluadas difieren en cuanto a conformación y a su especialización en la producción de carne.

1.1.2. Características de la carne.

Además de las características de la canal, es importante analizar algunos parámetros de calidad de carne, principalmente cuando evaluamos machos enteros. En el cuadro N° 5 se presentan los valores de pH, CRA y fuerza de corte.

No se evidenciaron diferencias significativas en el pH post mortem entre los distintos tratamientos, correspondiendo a valores normales a las 24 horas de la faena.

Sin embargo Touraille (1982) y Riley et al. (1983), encontraron que los machos castrados presentaron una mayor terneza con relación a los enteros.

Estos resultados pueden ser explicados por la baja edad de faena, que en este caso fue de 15 meses. Al respecto, Hedrick et al.(1969), Klosterman et al.(1964) y Lewis et al.(1965), indican valores de terneza comparables entre enteros y castrados cuando son evaluados a edades tempranas. De la misma forma, Dransfield et al.(1984), concluyen que los consumidores, no son capaces de detectar diferencias en terneza, en animales enteros o castrados menores a 18 meses de edad.

En síntesis, la edad a la castración (nacimiento vs. 6 meses) no afectó las variables de la canal analizadas en este trabajo a excepción del rendimiento canal.

Cuadro N° 5. Valores de pH, CRA y W. B.

	Enteros	Castrados nacer	Castrados 6 meses	P>F
PH	5,7	5,5	5,5	NS
CRA (%)	18.2	17.02	17.03	NS
W. B. (kg.)	4,76	4,58	4,71	NS

CRA = capacidad de retención de agua./W. B. = fuerza de corte cizalla Warner Bratzler.

Los resultados citados en la literatura, con relación al efecto del sexo en los valores de pH final, son controvertidos. Estos son coincidentes con los de Crouse et al. (1983) y Dransfield et al. (1984), donde no se evidenciaron diferencias en el pH de toros y novillos. Sin embargo, Riley et al.(1983) y Purchas et al. (1985) encuentran valores más elevados de pH en toros que en novillos.

En el presente trabajo, la corta distancia recorrida a la planta así como la permanencia en corrales independientes en el período previo a la faena, son factores que pudieron haber contribuido a minimizar el estrés, explicando los resultados obtenidos en este trabajo (Tarrant, 1990; Warris et al., 1984).

En los tratamientos evaluados no se encontraron diferencias significativas en la CRA. Las importantes relaciones existentes entre pH y CRA explican los resultados obtenidos.

Al respecto, Shackelford et al. (1992) y Purchas (1990) sostienen que las variaciones en el pH deben ser suficientemente grandes para que se vea afectada la CRA. No se encontraron diferencias significativas en fuerza de corte para los tratamientos evaluados, alcanzando todos ellos valores correspondientes a una carne tierna. Estos resultados son similares a los encontrados por

Los animales castrados presentaron canales de mayor rendimiento y con mayores niveles de engrasamiento. Por su parte, los animales enteros presentaron un mayor porcentaje de músculo, así como una mayor relación M/G.

Al desosado del corte pistola, los animales enteros mostraron una mayor proporción de carne vendible, aunque no se evidenciaron diferencias entre los cortes

de mayor valor comercial.

Tanto los animales enteros como los castrados, presentaron valores normales de pH, de capacidad de retención de agua así como valores aceptables de terneza medida instrumentalmente.

La toma de decisiones en la utilización de animales enteros, en sistemas intensivos de producción, va a depender de las diferencias existentes dadas por variables de manejo, productivas y de composición de la canal, de acuerdo a las exigencias de los mercados consumidores.

2.1. Biotipos.

La carne como producto final de la cadena de producción es el resultado de procesos biológicos complejos



como son: el crecimiento animal, y la transformación de músculo en carne. Si tenemos en cuenta el sistema de producción en su conjunto, ninguna raza pura es capaz de obtener la mejor eficiencia en todos los procesos bio-

que van a condicionar el rendimiento al desosado, el destino final y por ende su valor final.

En relación a los pesos de canal, (Cuadro N°6), vemos que las mayores diferencias con relación a la raza pura

Cuadro N° 6. Peso canal, rendimiento y niveles de engrasamiento.

	HH	AH	SH	NH	p>F
Peso faena (kg)	443 a	445 a	485 c	471 b	0.001
Peso canal (Kg)	239 a	245 b	267 c	275 d	0.001
Rendimiento (%)	54.0 a	55.1 b	55.7 b	58.7 c	0.01
P8 (mm)	9.50	9.42	8.75	9.02	NS

lógicos antes mencionados. Es así que este equipo de trabajo ha desarrollado un proyecto de investigación sobre cruzamientos en bovinos de carne comenzado en el año 1992, a través de un convenio entre la Caja Notarial y la Facultad de Agronomía, y en el que actualmente se han incorporado la Facultad de Química y de Veterinaria. En esta oportunidad se manejará únicamente la información referida a la canal y a la carne proveniente de la evaluación de los siguientes genotipos: Hereford (HH) y sus cruzas con Aberdeen-Angus (HA), Nelore (NH) y Salers (SH). Los mismos fueron manejados bajo las mismas condiciones de alimentación y faenados según los criterios comerciales de la industria, por peso y terminación.

La alimentación en la etapa de cría y recría consistió en pastoreo sobre pasturas naturales correspondientes a

(HH) la obtuvieron las cruzas NH y SH logrando canales 36 y 28 Kg. superiores, respectivamente. Estos mayores pesos generaron también mayores rendimientos con relación a la raza pura, que obtuvo un rendimiento de 54%. Así la craza NH rindió un 58.6%, mientras que las cruzas SH y AH obtuvieron un rendimiento intermedio con 55.7% y 55.1%, respectivamente. Los niveles de engrasamiento de las canales cruza no mostraron diferencias significativas, con una tendencia de la craza SH a una canal más magra.

Además del rendimiento canal, otro elemento importante para la industria es el rendimiento al desosado de los cortes pistolas.

En el cuadro N° 7 se muestran los valores alcanzados por las distintas cruza.

Cuadro N° 7. Rendimiento al desosado del corte pistola.

	HH	AH	SH	NH	p>F
Carne (%)	64.8 a	65.4 ab	66.3 b	66.9 c	0.01
Grasa (%)	8.92 b	8.71 b	7.66 a	8.15 ^b	0.01
Hueso (%)	22.09 b	21.88 b	21.65 b	20.73 a	0.05
C .val. (%)	21.9	22.1	22.1	22.2	NS

suelos de la zona de Cretácico y terminados sobre praderas y verdeos, siendo faenados a los 3 años de edad. En base a esta información, presentaremos los resultados de los distintos tipos biológicos con relación a las características de mayor importancia económicas.

1.2.1. Calidad de la canal.

Antes de analizar las características de la canal, uno de los elementos que tiene relevancia para el sector productivo cuando cuantificamos diferencias raciales son el tiempo de terminación y los pesos de faena logrados.

En relación a estas variables, si comparamos las cruza con la raza pura, los cruza NH en promedio se terminaron 29 días antes mientras que la craza SH demoró 15 días más, no evidenciándose diferencias con la craza HA. A la terminación se constató diferencias importantes en peso de faena, en donde la craza SH obtuvo los mayores pesos (485 Kg), la craza NH 471 Kg y AH y HH alcanzaron 443 y 445 Kg, respectivamente.

Cuando hacemos referencia a la calidad de la canal, aparecen características que tienen importancia económica tanto para el sector productivo como para la industria. Las características de rendimiento dado los sistemas de pago, los pesos de la canal ya que están relacionados a los pesos de los cortes, y los niveles de engrasamiento

Las cruza NH y SH alcanzaron los mayores porcentajes de carne vendible, debido a una mayor relación Carne / grasa del corte pistola; la craza AH alcanzó valores intermedios y con una tendencia superior a la raza pura. Si analizamos el rendimiento industrial en cuanto a la proporción de los cortes de mayor valor comercial (se tomó el juego de los tres cortes que componen el «Rump and Loin»), vemos que no se lograron diferencias importantes entre los genotipos evaluados.

1.2.2. Calidad de la carne.

Dentro de los parámetros de calidad de la carne, consideramos relevante presentar en esta oportunidad la información correspondiente a las valoraciones de pH, terneza instrumental y composición en ácidos grasos.

La medida de pH es uno de los parámetros de mayor importancia en la calidad de la carne dado que tiene influencia en la CRA, terneza, color, así como en la contaminación bacteriana.

En el cuadro N° 8 se presentan los valores de pH a las 24 h. de la faena y la fuerza de corte de las cruza evaluadas.

Las medias de los valores de pH estuvieron en el rango de valores normales, no existiendo diferencias importantes en el número de rechazos entre las distintas



Cuadro N° 8. Valores de pH y fuerza de corte.

pH	HH	AH	SH	NH	p>F
	5.68	5.60	5.65	5.67	NS
W:B: (kg)	4.9 ^a	4.4 a	5.7ab	6.6 b	0.01

W.B.= fuerza de corte cizalla Warner Bratzler.
cruzas evaluadas.

Si tomamos en cuenta las revisiones de la literatura, el factor racial no aparece dentro de los factores relevantes en la incidencia de cortes oscuros (Tarrant, 1990; Warris et al., 1984).

Las medias de fuerza de corte fueron estimadas a una edad promedio de 1129 días. Los novillos NH tuvieron los mayores niveles de fuerza de corte, mientras que los SH presentaron valores intermedios. Si bien los novillos cruza AH presentaron los menores valores de fuerza de corte, la media correspondiente a este grupo no se diferencia estadísticamente de la media estimada para los novillos HH.

La menor terneza relativa del LD proveniente de razas Bos indicus y sus cruzas ha sido señalada en diversos trabajos internacionales. Wheeler et al.(1994); Koch et al. (1982); Gallinger et al.(1992).

Diversos estudios indican que la menor terneza de la carne de Bos indicus sería atribuible en forma importante a una menor proteólisis postmortem, resultado de una elevada actividad de calpastatina (Wheeler et al., 1990; Whipple et al., 1990; Shackelford et al., 1991, citado por Wheeler et al., 1994).

Si tenemos en cuenta que los consumidores son capaces de detectar diferencias más allá de un 15% de variación en la fuerza de corte, las diferencias encontradas entre grupos genéticos podrían ser relevantes en la apreciación final que realiza el consumidor.

La carne es un producto variable, particularmente en su contenido de grasa. En los últimos años, las carnes rojas han sido desprestigiadas en el mercado consumidor dado su relacionamiento con las enfermedades cardiovasculares, cáncer, etc. En términos de nutrición humana las características importantes de los lípidos son: la cantidad total, el tipo de ácidos grasos y la concentración de colesterol. En el cuadro N° 9 se muestran los valores en composición de ácidos grasos y colesterol según las cruzas evaluadas.

Los resultados muestran valores similares en cuanto a la composición en ácidos grasos según los distintos tipos biológicos en donde se mantiene una proporción similar entre ácidos grasos saturados e insaturados. Esto se explica básicamente por las razas evaluadas. Los niveles de colesterol se corresponden con valores normales en músculo del vacuno, no existiendo diferencias importantes entre ellos.

Estos resultados nos muestran, por un lado, que los niveles de colesterol de nuestras carnes son similares

comparados con otros tipos de carnes como el pollo y la merluza (García et al.1993). Por otro lado, debido a que el rumen es un compartimiento en donde se hidrogenan la mayoría de los ácidos grasos insaturados provenientes de la pastura, la posibilidad de alterar esta relación con predominio de los insaturados, sería trabajando con fuentes de ácidos grasos protegidos.

II.2. FACTORES TECNOLÓGICOS.

3.1. Administración de vitamina D3 para mejorar la terneza de la carne.

Con relación a esta característica de la carne; (Koochmarai, 1996) menciona que la satisfacción en el consumo de carne vacuna resulta de la interacción de la terneza, jugosidad y el flavor. Sin embargo, el problema mayor de la insatisfacción del consumidor se debe a la variación en la terneza de la carne vacuna. De la misma forma, Bickerstaffe (1996), indica que la característica de calidad de la carne más importante, es la terneza, ya que condiciona fuertemente, la reiteración de la compra a nivel de los supermercados.

En nuestro país, el alto porcentaje de vacas con una elevada edad en la faena nacional (38-40%) hace necesario la búsqueda de alternativas que mejoren la calidad de la carne, con el objetivo de no desmerecer su valor en el mercado dada su importancia en nuestros sistemas de producción.

Las investigaciones en los últimos 15 años, han intentado mejorar la terneza de la carne, a través de diferentes métodos tales como: estimulación eléctrica, tiernizador de carnes (steak hammer), suspensión de la canal por el hueso pélvico, etc. En 1988 Koochmarai et al. lo intentaron a través de la infusión de Ca a la carne, esto activa los enzimas calcio-dependientes que intervienen en el proceso de maduración, conocidas como calpains.

Este procedimiento es denominado CAT (calcium-activated tiernization); consiste en la inyección pre o post rigor de cloruro de Ca al 2.2% a cortes comerciales. Este autor considera que las calpains son las principales responsables de la proteólisis postmortem que conducen a un aumento de la terneza de la carne. Estas enzimas son activadas por el Ca dependiendo de las concentraciones del mismo.

En base a los antecedentes, se llevó a cabo un trabajo experimental cuyo objetivo fue estudiar el efecto de la administración parenteral de vitamina D3 y la estimulación eléctrica sobre la terneza instrumental de vacas Hereford en pastoreo.

Cuadro N° 9. Composición en ácidos grasos (% del total) y colesterol (mg%)

	HH	AH	SH	NH	p>F
SFA	45.14	45.18	46.54	45.65	NS
MUFA	39.13	39.79	41.27	39.32	NS
PUFA	10.76	8.90	9.13	9.11	NS
Colesterol	55.88	57.85	52.10	52.67	NS



Para ello se trabajó con 80 vacas Hereford adultas, manejadas en las mismas condiciones, las cuales se estratificaron según peso vivo a cuatro tratamientos:

1) testigo, 2) estimulación eléctrica luego del desangrado, 3) vitamina D3, 4) administración de vitamina D3 + estimulación.

En los resultados obtenidos no se encontraron diferencias significativas en peso de faena, espesor de grasa en el punto P8, así como en rendimiento canal entre los distintos tratamientos.

Debemos destacar además que se evidenció una alta incidencia de cortes oscuros (19%), independientemente de los tratamientos, por lo cual se eliminaron del análisis todos aquellos animales que presentaron pH > 5.9. No se encontró efecto significativo ni tendencias favorables de la estimulación eléctrica para las variables analizadas, por lo que se reagruparon los tratamientos con el objetivo de estudiar el efecto de la administración de vitamina D3.

En el cuadro Nº 10, se muestran los resultados obtenidos en fuerza de corte, pérdidas por cocinados y tasa relativa de tiernización.

Cuadro Nº 10. Valores de fuerza de corte, pérdidas por cocinado y tasa relativa de tiernización.

	TESTIGOS	VITAMINA D3	p>F
PPC (%)	26.26	26.35	NS
WB 3 d (kg)	4.93	4.96	NS
WB 7 d (kg)	4.5 b	4.0 a	0.05
TRT	0.09 a	0.16 b	0.05

PPC = pérdidas por cocinado/ WB = fuerza de corte con 3 y 7 días de maduración
TRT =tasa relativa de tiernización (WB 3d - WB 7 d / WB 3 días).

La administración de vitamina no afectó la pérdida por cocinado, ya que esta variable esta más condicionada por los valores de pH y en este caso no existieron diferencias significativas en las muestras analizadas.

La fuerza de corte fue similar a los 3 días de la faena, mientras que a los 7 días de maduración, las vacas con vitamina mostraron una menor fuerza de corte.

Estos resultados son coincidentes con los de Swanek et al. (1999) en donde trabajando con novillos suplementados con 7 x 106 UI en forma oral por 6 días encontraron una disminución de la fuerza de corte a los 7 días de 5.13 Kg en los testigos y de 4.21 Kg en los suplementados.

Montgomery, et al. (2000) trabajando con suplementación con bolos de 5 y 7 x 106 UI, encontraron efecto a los 14 días de maduración alcanzando valores de 3.25 Kg vs. 2.78 Kg.

Cuando hablamos de terneza, no sólo nos interesa mejorar los valores absolutos sino disminuir su variabilidad, dado que existe una fuerte variación individual. Si tomamos el valor de fuerza de corte de 4.5 Kg como valor aceptable (Miller et al., 2000), a proporción de valores superiores al mismo fue menor en las vacas tratadas (21 vs. 40%).

La disminución en la fuerza de corte, la menor variación, así como los mejores valores de TRT probablemente se expliquen por una mayor activación enzimático postmortem, en donde es posible mejorar la fuerza de corte.

Si bien estos resultados son alentadores es necesario seguir trabajando en la vía y el momento óptimo de dosificación, así como en la combinación con otras tecnologías que puedan ser aplicables para nuestras condiciones de producción.

III. COMENTARIOS FINALES.

La calidad final de la carne va a estar determinada por todos los factores que intervienen en los distintos eslabones de la cadena de producción. El sector productivo debe orientar sus esfuerzos en lograr una materia prima que sumada al manejo que realice la industria de ese producto, reúna las condiciones exigidas por los mercados consumidores.

La investigación nacional tiene un desafío importante en estos temas, necesariamente debemos hacer un esfuerzo por cuantificar el efecto de los factores más importantes, así como el estudio de alternativas tecnológicas a ser aplicadas en condiciones comerciales.

IV. BIBLIOGRAFÍA.

Bailey, C.M.; Probert, C.L.; Bohman, V.R. (1966). Growth rate, feed utilization and body composition of young bulls and steers. *J. Anim. Sci.*, 25: 132.

Bickerstaffe, R. (1996) Proteasas and meat quality. *Proceedings of the N.Z.J. Soc. Anim. Prod.* 27: 71 - 77.

Boccard, R.; Burcher, L.; Casteels, E.; Cosentino, E.; Dransfield, E.; Hood, D. E.; Joseph, R.L.; Macdougall, D.B.; Rhodes, D.N.; Schon, I.; Tinbergen, B.J.; Touraille, P.J. (1981) Procedures for measuring meat quality characteristics in beef production experiments. Report of a working group in the Commission of the European Communities (CEC) beef production research program. *Livest. Prod. Sci.* 8: 385-397.

Crouse, J.D.; Seidman, S.C.; Cross, H.R. (1983). The effects of carcass electrical stimulation and cooler temperature on the quality and palatability of bull and steer beef. *J. Anim. Sci.* 56: 81.

Champagne, J.R.; Carpenter, J.W.; Hentges, J.F.; Palmer, A.Z.; Koger, M. (1969). Feed-lot performance and carcass characteristics of young bulls and steers castrated at four ages. *J. Anim. Sci.* 29: 887.

Dransfield, E.; Nute, G.R.; Francombe, M.A. (1984). Comparison of eating quality of bull and steer beef. *Anim. Prod.* 39 : 37 - 50.

García, P.; Pensel, N; Margaría, C. (1993). Grasa



- intramuscular y colesterol en carne vacuna, pollo y pescado. Congreso Argentino de Nutrición. Mar del Plata 19-20 de Noviembre
- Gallinger, M.M.; Marcelia, M.; García, P.T.; Lasta, J.; Zanelli, M.; Gonzalez, B. (1992). Meat quality of zebú Cross-breeds: sensory and mechanical evaluation. 38th International Congress of Meat Science and Technology. Agosto 23-28. Clermont-Ferrand, France. 2: 45-48.
- Gardner, B.; Owens, F.; Dolezal, G.; Gill, D.; Morgan, B. (1997). Improving beef tenderness through vitamin D supplementation. Beef Research at OSU. Oklahoma State University. P - 960.
- Hedrick, H.B.; Thompson, G.B.; Krause, G.F. (1969). Comparison of feedlot performance and carcass characteristics of half-sib bulls, steers and heifers. J. Anim. Sci. 29:687.
- Harte, F.J. (1969). Six years of bull beef production research in Ireland. In : Meat Production of entire male animals. (Ed. Rhodes, T.N.) pp: 153 - 171.
- Hibbs, J.W. et al. (1951). Studies on milk fever in dairy cows. Journal Dairy Sci. 34: 855 - 864
- Klosterman, E.W.; Kunkle, L.E.; Gerlaugh, P.; Cahill, B.R. (1954). The effects of age of castration upon rate and economy of gain and carcass quality of beef calves. J. Anim. Sci. 13:817.
- Koch, R.M.; Dikeman, M.E.; Crouse, J.E. (1982). Characterization of biological types of cattle cicle III: carcass composition, quality and palatability. J. Anim. Sci. 54: 1, 35-45.
- Koohmaraie, M. (1996). Biochemical factors regulation the toughening and tenderization process of meat. Meat Sci. 43:193-201.
- Koohmaraie, M. (1990). J. Anim. Sci. 68: 1278- 1283.
- Landon, M.E.; Hedrick, H.B.; Thompson, G.B. (1978). Live animal performance and carcass characteristics of beef bullocks and steers. J. Anim. Sci. 47:151.
- Lewis, P.K. (Jr.); Brown, C.J.; Heck, M.L. (1965). Effects of pre-slaughter treatment and castration on certain organoleptic and carcass characteristics of beef. Arkansas Agr. Exp. Sta. Bull. 697.
- McDonald, I.; Kay, M. (1967). A note on the composition of live weight gains estimated by regression analysis. Anim. Prod. 9: 553
- Miller, E.R.; Moeller, S.J.; Goodwin, R.N.; Lorenzen, C.L.; Savell, J.W. (2000). Consistency in meat quality. Proceedings 46 th ICOMST (International Congress of Meat Science and Technology. Volume 2. Pag. 566.
- Montgomery, J.L.; Parrish, F.C.; Beitz, D.C.; Horst, R.L.; Huff-Lonergan, E.J.; Trenkle, A.H. (2000). The use of vitamin D3 to improve beef tenderness. J. Anim. Sci. 78: 2615-2621.
- Prescott, J.H.; Lamming, G.E. (1964). The effects of castration on meat production in cattle, sheep and pigs. J. Agric. Sci. Camb. 63:341.
- Purchas, R.W.; Thomson, N.A.; Waghorn, G.C.; Death, A.F. (1993). A comparison of carcass and meat characteristics and organ weights of castrate and entire male buffalo and cattle. Proceedings of N.Z. Soc. of Anim. Prod. Vol. 53: 407-411.
- Purchas, R.W. (1997) Effect of sex and castration on growth and composition. In: Growth regulation in farm animals. Advances in meat research. Ed. Pearson, A.M. and Dutson, T.R. Elsevier Applied Science. pp : 203 - 254.
- Purchas, R.W. (1990) : An assessment of the role of pH differences in determining the relative tenderness of meat from bullocks and steers. Meat Sci. Vol. 27(2) : 129.
- Purchas, R.W.; Grant, D.A. (1995). Liveweight gain and carcass characteristics of bulls and steers farmed on hill country. N.Z. J. of Ag. Research, 38:1, 131-142.
- Riley, R.R.; Savell, J.W.; Murphey, C.E.; Smith, G.C.; Stiffler, D.M.; Cross, H.R. (1983). Palatability of beef from steer and young bull carcasses as influenced by electrical stimulation, subcutaneous fat thickness and marbling. J. Anim. Sci. 56(3):592.
- Rowan, K.J.; Taylor, D.G. (1994) The effect of sex and genotype in cattle on feed-lot performance carcass characteristics and meat quality. Proc. Aust. Soc. Anim. Prod. Vol. 20 : 108 - 111.
- Sañudo, C.; Sierra, I.; Lopez, M.; Forcada, F.; (1986). La qualité de la viande ovine. Etude des différents facteurs que la conditionnent. Commission des Communautés Européennes, Rapport EUR 1147, 67-81.
- Seideman, S.C.; Cross, H.R.; Olthen, R.R.; Schanbacher, B.D. (1982). Utilization of the intact male for red meat production: a review. J. Anim. Sci. 55 ,4 : 826.
- Scott, B.M. (1969) The cu-out value of carcasses from trials comparing entire with castrate cattle and sheep. In: Meat Production of entire male animals. (Ed. Rhodes, T.N.) pp : 237 - 246.
- Shackelford, S.D.; Koohmaraie, M.; Dikeman, C.; Crouse, J.D.; Miller, M.F.; Reagan, J.O. (1991). An evaluation of tenderness of the longissimus muscle of Angus by Hereford versus Brahman crossbreed heifers. J. Anim. Sci., 69: 171-177.
- Swanek, S.S.; Morgan, J.; Owens, F.; Dolezal, G., and Gill, D. (1997) «Effects of supplemental vitamin D3 on meat tenderness» Anim. Sci. Research Report. pag. 73-78.
- Tarrant, P.V. (1990). Transportation of cattle by road. Applied Animal Behavior Science. 28: 153 - 170.
- Touraille, C. (1982). Influence du sexe et l'âge at le à l'abattage sur les qualités des viandes de bovins Limousins abatteurs enter 16 et 33 mois. Bull. Techn. C.R.Z.V. Theix. INRA. 48:83.
- Warris, P.D. (1984). The behavior and blood profile of bulls with produce dark cutting meat. Journal Science Food Agriculture. 35: 863 - 868.



Watson, M.J. (1969). The effects of castration on the growth and meat quality of grazing cattle. Aust. J. Exp. Agr. Anim. Husbandry. 9: 164.

Wheeler, T. L.; Savell, J. W.; Cross, H. R.; Lunt, D. K.; Smith, S. B. (1990). Mechanism associated with the variation in tenderness of meat from Brahman and hereford cattle. J. Anim. Sci. 68: 4206-4220.

Whipple, G.; Koohmaraie, M.; Dikeman, M. E. Crouse, J. D.; Hunt, M. C.; Klemm, R. D. (1990). Evaluation of attributes that affect Longissimus muscle tenderness in Bos Taurus and Bos Indicus cattle. J. Anim. Sci. 68: 2716- 2728.

AGRADECIMIENTOS.

Deseamos expresar nuestro más sincero agradecimien-

to a todas aquellas personas e instituciones que han hecho posible la realización de estos trabajos. En especial:

A los directores, equipo técnico y al personal de las distintas secciones de los Frigoríficos CASABLANCA S.A. y TACUAREMBO.

Al Laboratorio HIPRA, por su colaboración y apoyo.

Al INIA, por su apoyo en la financiación del proyecto de cruzamientos de FACULTAD DE AGRONOMÍA- CAJA NOTARIAL.

A la FACULTAD DE VETERINARIA por su apoyo financiero con fondos CIDEDEC.

Al equipo técnico y personal de la UPIC . EEMAC. FACULTAD DE AGRONOMÍA

Al equipo técnico y personal de la CAJA NOTARIAL.

Al Sr. Eduardo Rama (Jefe de la Sección «Publicaciones», (EEMAC), por su colaboración en la lectura final de este trabajo.