



VII. Mejoramiento genético y calidad de carne.



PUNTO CRÍTICO (PC)	DESCRIPCIÓN	JUSTIFICACIÓN	IMPACTO
<p>PC1</p>	<p>Uso apropiado de las razas/lineas a ser utilizadas en programas de cruzamientos para aprovechar los efectos de complementariedad y heterosis derivados de las diferencias genéticas entre poblaciones.</p>	<p>Ofrecer a los consumidores carne y productos de calidad y mejorar los rendimientos de la industria procesadora permitirá la expansión del sector y el aumento de sus beneficios económicos</p>	<p>Rentabilidad</p> <p>Calidad</p> <p>Inocuidad</p>
<p>PC2</p>	<p>Eliminar genes mayores con efectos perjudiciales de la calidad de carne: gen Hal y gen RN'.</p>	<p>Evitar el deterioro en los componentes físicoquímicos, organolépticos y tecnológicos de la carne porcina</p>	<p>Rentabilidad</p> <p>Calidad</p> <p>Inocuidad</p>
<p>PC3</p>	<p>Elección correcta de los híbridos maternos libres del gen de Halotano.</p>	<p>Este punto es crítico para mejorar todos los parámetros reproductivos, el peso de los lechones al destete y evitar pérdidas económicas por muertes súbitas resultantes del síndrome de hipertermia maligna.</p>	<p>Rentabilidad</p>



1. Introducción

El nivel genético de los animales de las granjas porcícolas es un factor de producción fundamental que condiciona la eficiencia técnica y económica de la explotación, incide en las características cuantitativas de las canales (contenido de tejido magro) y en los caracteres físico-químicos, tecnológicos y sensoriales de la carne (atributos de calidad).

La correcta elección de las razas/líneas a ser utilizadas en programas de cruzamiento es clave para aprovechar los efectos de complementariedad y heterosis derivados de las diferencias genéticas entre poblaciones. Las múltiples combinaciones entre razas o líneas genéticas permiten diferentes alternativas productivas, dependiendo se privilegie la cantidad (producción industrial) o la calidad dirigida a mercados diferenciados y que es cada vez más demandada por los consumidores.

La implementación de esquemas de selección de reproductores basados en el testaje y evaluación genética de los animales para caracteres productivos de importancia económica, conjuntamente con la elevada capacidad reproductiva de la especie, ha hecho posible un aumento muy significativo del potencial productivo en la mayor parte de los esquemas de selección e hibridación de esta especie animal. Sin embargo, y a pesar de estos avances, las características ligadas a la aptitud reproductiva o de adaptación no han seguido una tendencia tan favorable y se ha observado un claro retroceso en ciertas propiedades tecnológicas u organolépticas deseables de la carne en algunas razas porcinas.

Los recientes avances en genética molecular han permitido la detección de genes con efectos directos sobre el contenido de magro y los caracteres de calidad. Lamentablemente, el gen de halotano se ha sobreutilizado en Argentina por sus efectos deseables sobre el magro pero, resulta francamente perjudicial sobre otros atributos de calidad.

Otros genes están siendo evaluados. Tal es el caso del gen de la calpastatina con efectos beneficiosos sobre la ternura y jugosidad, y recientemente el gen IFG2 cuyo efecto sobre el contenido de magro parece ser mayor que el gen de halotano pero a diferencia de éste no produciría efectos negativos sobre los caracteres de calidad de la carne. La oportunidad económica de su uso (inclusión o eliminación) debe establecerse para cada sistema productivo y para cada mercado potencial. Debe

considerarse la potencial pérdida de variabilidad genética que la selección específica para estos marcadores pueda implicar.

2. Materiales genéticos maternos

2.1. Razas

En numerosos trabajos han sido reportadas diferencias entre razas para caracteres reproductivos, frecuentemente en el contexto de estudios de cruzamientos. Si bien existen diferencias entre experimentos, las razas de cerdos pueden ser clasificadas en cuatro grupos principales los cuales difieren en performance productiva y reproductiva.

a) Las razas mixtas o doble propósito: Yorkshire, Large White y Duroc Jersey que exhiben niveles satisfactorios para caracteres productivos y reproductivos.

b) Las razas especializadas maternas, que incluyen las denominadas razas chinas (no se encuentran en Argentina) y la raza Landrace.

c) Las razas terminales o "paternas" tales como la raza Pietrain, Landrace Belga, Hampshire y Spotted Poland.

d) Las razas "nativas" que generalmente exhiben pobres performance productivas y reproductivas (no existen en Argentina).

En la Tabla 7.1 pueden observarse los atributos de las principales razas porcinas presentes en Argentina agrupadas de acuerdo a la aptitud. De la misma se desprende que las razas puras más recomendadas para la formación de híbridos maternos serán principalmente las razas Landrace, Yorkshire y Duroc Jersey.

Las razas chinas hiperprolíficas no se incluyen en el cuadro, puesto que no se encuentran en el país.

F Tabla 7.1. Atributos de las principales razas porcinas.

Aptitud	Raza	Atributos			
		Reproducción	Crecimiento	Composición corporal	Calidad de carne
Materna	Landrace	+++	+	+	++
General	Yorkshire	++	++	++	++
	Duroc Jersey	+	+++	++	+++
Terminal	Pietrain	+/-	+	+++	-
	Landrace belga	-	+	++	-
	Hampshire	-	++	++	-
	Spot Poland	-	++	+	sd

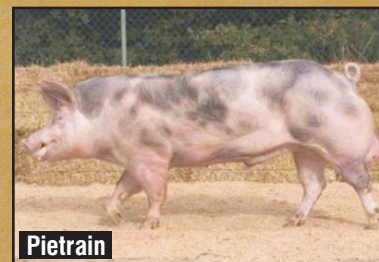
Fuente: Rothschild, M. and Bidanel, J., modificado (1998)

Machos enteros puros por raza

Biotipos



Foto: www.cerdosmarcosjuarez.com.ar



2.2. Heterosis y complementariedad

La correcta elección de las razas/líneas a ser utilizadas en programas de cruzamiento es clave para aprovechar los efectos de complementariedad y heterosis derivados de las diferencias genéticas entre líneas.

Los productores conocen que los cruzamientos son una forma efectiva de mejorar los parámetros reproductivos. Esta mejora llamada heterosis o vigor híbrido proviene de un incremento de la heterocigocidad.

En granjas de producción, las madres deben ser híbridas ya que los caracteres reproductivos responden poco a la selección y se mejoran mediante la hibridación.

Las madres híbridas alcanzan más rápido la pubertad, exhiben mayor porcentaje de fertilidad, mayor número de lechones nacidos vivos, menor mortalidad en lactación, mayor producción de leche y mejor habilidad materna, lo que resulta en mayor cantidad de lechones destetados y con mayor peso.

Existe enorme cantidad de experimentos sobre cruzamientos que estudian los efectos de la heterosis materna y de la heterosis individual. En la Tabla 7.2 se presenta un resumen de la información de los trabajos publicados de mayor relevancia. Fueron excluidos por los autores, los datos de cruzamientos de las razas chinas hiperprolíficas.

En términos de la heterosis de la cerda, en las madres híbridas hay una reducción en la edad promedio a la pubertad de

T Tabla 7.2. Promedio de los efectos de la heterosis en caracteres reproductivos en las diferentes razas porcinas.

CARÁCTER	VALOR DE HETEROSIS	NÚMERO DE ESTIMACIONES (TRABAJOS)
HETEROSIS MATERNA		
Edad a la pubertad (días)	-11.3	13
Tasa de ovulación	0.52	7
Tasa de concepción (%)	3.0	9
Tamaño de camada		
a los 30 días de gestación	0.73	3
al nacimiento	0.66	11
a los 21 días	0.66	9
al destete	0.84	9
Tasa de sobrevivencia embrionaria (%)	6.7	3
Lechones destetados (%)	5.0	3
Peso de la camada (kg)		
al nacimiento	0.93	9
a los 21 días	5.04	7
a los 42 días	15	3
HETEROSIS DE LA CAMADA		
Tamaño de camada		
a los 30 días de gestación	0.39	4
al nacimiento	0.24	47
a los 21 días	0.30	31
al destete	0.49	16
Peso de la camada (kg)		
al nacimiento	0.59	33
a los 21 días	2.47	29
a los 42 días	13.35	12

Fuente: Rothschild, M. and Bidanel, J. 1998. Actualizado de Sellier (1976), Johnson (1981) y Gunsett y Robinson (1990)

11,3 días, una mayor tasa de concepción de entre el 2 y el 4%, una mayor tasa de ovulación de alrededor de 0.5 óvulos, 0.6 a 0.7 lechones más por camada al nacimiento y 0.8 lechones más destetados que en las razas puras. La sobrevivencia de los lechones lactantes es 5% mayor y el peso de la camada también es más alto (1,0 kg al nacimiento y 4,2 kg al destete de 21 días) en las cerdas híbridas con respecto a las razas puras. Los efectos de la heterosis en la camada conducen a un mayor número de lechones al nacimiento (0.24 lechones por camada), 5,8% más de lechones destetados y camadas más pesadas.

En la Figura 7.1 se exhiben ejemplos de cruzamientos que aprovechan el 100% del fenómeno de heterosis para mejorar los caracteres reproductivos.

En la actualidad, el porcentaje de reposición en criaderos confinados alcanza valores mayores al 40%. Esto tiene dos efectos que inciden negativamente: en primer lugar, el costo económico de la reposición; en segundo lugar, la pérdida de los partos más productivos de las cerdas (del tercer al séptimo parto) ya que el mayor descarte se produce en los dos primeros partos. Este problema se debe, en parte, a que en las líneas puras que conforman los híbridos maternos, la selección permanente para aumentar el contenido de magro ha traído aparejado problemas reproductivos y de longevidad, en gran medida asociados con el aumento de la velocidad de crecimiento y la falta de grasa corporal.

En criaderos a campo el porcentaje de descarte es muy inferior, básicamente porque los productores utilizan hembras más rústicas con cierto porcentaje de genes Duroc, las lactaciones en general son de 28 días o más, lo que permite una mejor recuperación del estado corporal de la cerda, y prácticamente no se observan problemas de aplomos.

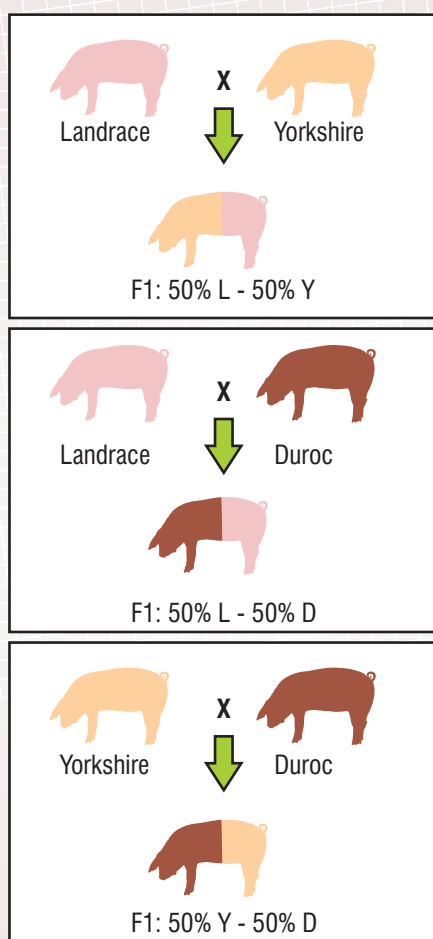
El productor conoce el riesgo sanitario que implica la incorporación de genética para reposición y/o crecimiento ya sea vía semen o reproductores. Para minimizarlo deberá exigir a los establecimientos proveedores de material genético la certificación de granja libre de Brucelosis y Aujeszky otorgada por el SENASA. Las granjas que no se encuentren certificadas por dicho organismo como libres para ambas enfermedades NO pueden comercializar reproductores.

2.3. El gen de susceptibilidad al estrés en las líneas maternas.

El Gen Hal o RYR1 más conocido como gen de Halotano es un gen con efectos pleiotrópicos sobre diferentes caracteres de producción.

Cuando los cerdos homocigotas recesivos (nn) son expuestos a situaciones de estrés, manifiestan la denominada Reacción de Hipertermia Maligna que se caracteriza por contractura muscular masiva seguida de hipertermia, hipoxia y muerte.

F Figura 7.1. Cruzamientos para la obtención de madres híbridas F1.



Fuente: M. Lloveras; Pedro Goenaga, 2009 "Producción porcina a campo. Un modelo alternativo y sustentable". (Pág. 137)

Tiene efectos perjudiciales sobre los caracteres reproductivos: disminuye la tasa de fertilidad, el tamaño de camada, el peso al nacimiento y el peso al destete. Además, atenta contra el bienestar de las cerdas que son más nerviosas ante cualquier situación de estrés. Es frecuente observar durante el verano, cuando los partos ocurren en confinamiento, muertes por paro cardiorrespiratorio en cerdas como consecuencia de las altas temperaturas y del estrés que les produce el desencadenamiento del parto en estado de sujeción, imposibilitadas de expresar el normal comportamiento para realizar el nido, comportamiento que la selección no ha podido modificar.

La detección del gen Hal puede realizarse en el Laboratorio de Biotecnología del INTA Marcos Juárez. Tiene un costo aproximado de \$100 por determinación y se realiza a partir de una muestra de pelo del animal. Este análisis permite que los animales portadores y los homocigotas recesivos (Nn,nn) sean eliminados del plantel reproductor.

Los productores deben exigirles a las empresas de genética que proveen cachorras para reproducción, un certificado que determine la condición de libres del gen de halotano y ante cualquier sospecha de presencia del gen realizar la determinación en el laboratorio y el reclamo correspondiente.

2.4. Recomendaciones

- Las líneas puras que intervendrán en la formación de las cachorras híbridas no deberán ser excesivamente magras asegurando un espesor de grasa dorsal en las híbridas de 18 mm, medido en P2 con equipo de ultrasonido. Estos datos pueden ser solicitados a las empresas proveedoras de genética o bien puede realizarlo el asesor de la granja. Es una medición sencilla y rápida.
- Los planteles de producción estarán compuestos por madres híbridas para mejorar los caracteres reproductivos a través de la heterosis y vigor híbrido.
- Las cachorras híbridas deberán tener en su composición genes de las razas "blancas", principalmente la raza Landrace que es la raza materna por excelencia.
- Las madres cruzas Landrace x Yorkshire se adaptan bien a sistemas confinados.
- Para sistemas al aire libre la introducción de genes Duroc Jersey confieren mayor rusticidad y longevidad.

- El plantel de madres deberá ser libre del gen de Halotano, teniendo especial cuidado de no utilizar genes de la raza Landrace Belga o Pietrain que exhiben altas frecuencia del gen Hal.

- **Constatar que el establecimiento proveedor de reproductores cuente con la certificación del SENASA para libre de Aujeszky y Brucelosis. En el DTA (documento de tránsito animal) que acompaña los animales debe figurar VENTA DE REPRODUCTORES PORCINOS.**



3. Genética de calidad de carne

El avance tecnológico en la productividad de cerdos ha desembocado, inesperadamente, en un marcado deterioro de los componentes de la calidad intrínseca de la carne que conspira contra la expansión de la actividad y del consumo fresco. Su principal causa es de origen genético.

Es por ello que a la luz de nuevos conocimientos van tomando cada vez más importancia, como objetivo de la mejora genética, las propiedades cualitativas del tejido muscular. La importancia económica relativa de los parámetros productivos podría quedar relegada con relación a los caracteres de calidad medidos objetivamente. Así, el valor de las canales ya no solo dependerá del contenido de magro, sino de sus atributos cualitativos.

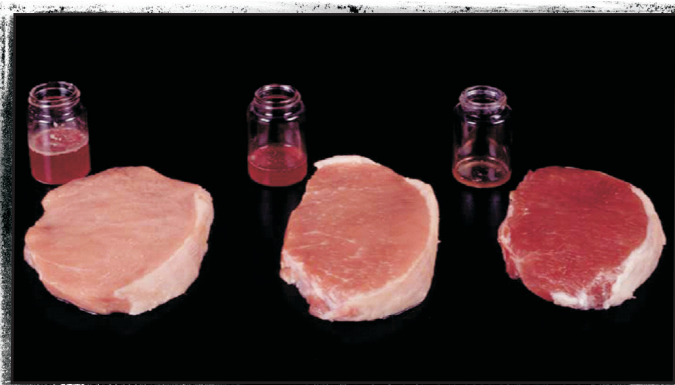
Desde la genética existen dos grandes aproximaciones que explican el fenómeno:

3.1. Genes con efectos mayores sobre la calidad de carne

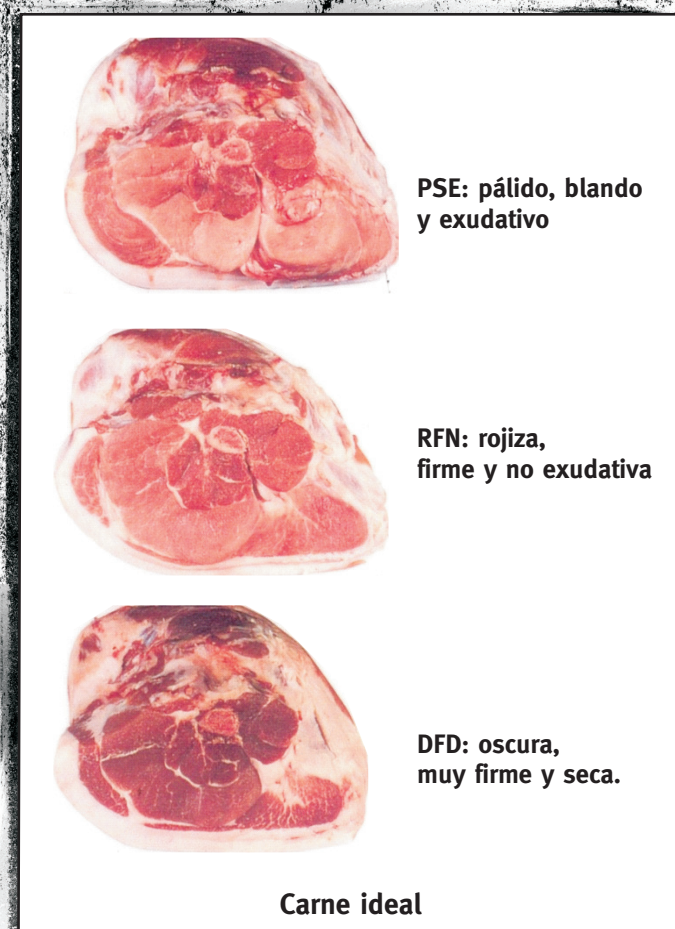
Los efectos de genes simples como el gen de Halotano y el gen RN⁻, con efectos mayores, conocidos por sus acciones perjudiciales sobre distintos caracteres de calidad de carne.

Cómo puede observarse en las Fotos 7.1 y 7.2, el gen Hal produce carnes PSE: pálidas, blandas y exudativas. Otro defecto que exhiben los jamones PSE es la condición bicolor: músculos claros y oscuros que los desvalorizan aún más para su industrialización. Este gen se halla en alta frecuencia en las razas Pietrain, Landrace Belga y sus cruzas o sintéticos terminales.

El gen RN⁻ produce un fuerte aumento del contenido de glicógeno en las fibras musculares blancas o glicolíticas y termina dando carnes más ácidas que el gen Hal; son carnes



f Foto 7.1. Carne PSE, intermedia y normal.
Fuente: Goenaga, P. R. y Lloveras, M. R., 2007.



f Foto 7.2. Jamones PSE, RNF y DFD.
Fuente: Manual de procedimiento. Determinación de los parámetros de calidad física y sensorial de la carne (2009).

con reducida capacidad de retención de agua, bajo tenor de proteínas musculares y muy ácidas.

A diferencia del gen Hal que aumenta el contenido de tejido magro en la canal y produce animales de apariencia hiper-musculada, el gen RN⁻ no exhibe ningún efecto positivo sobre otros caracteres de importancia económica. En consecuencia, la presencia del mismo es enteramente perjudicial.

3.2. Herencia poligénica

Los estudios de herencia poligénica o cuantitativa han mostrado que la mayoría de los caracteres poseen de baja a moderada heredabilidad, con excepción del contenido intramuscular de lípidos (de moderada a alta heredabilidad), carácter éste que a su vez exhibe una asociación positiva con atributos sensoriales. Por otro lado existen correlaciones genéticas negativas entre el contenido de magro y los caracteres de calidad.

Varias razas o líneas han sido caracterizadas encontrándose importantes diferencias. Así, sistemáticamente en Estados Unidos (Tabla 7.3) y en Argentina (Tablas 7.4 y 7.5) se ha identificado a la raza Duroc Jersey como la que imprime las mejores cualidades de calidad físico-químicas y sensoriales, especialmente para consumo fresco y jamones crudos de calidad. Al contrario, como puede observarse en la Tabla 7.6, la raza Pietrain es considerada como la peor y más problemática pese a haber sido muy utilizada por su ventaja en magro y por su conformación de aspecto musculoso.

Si bien en la actualidad en Argentina no se castiga ni se bonifica por la calidad de la carne, la industria comienza a tener problemas de merma en los productos elaborados.

En las Tablas 7.7 y 7.8 se exhiben los parámetros productivos y de calidad de carne en las razas caracterizadas en Estados Unidos y dos índices elaborados que estiman la ganancia en dólares que percibe el productor. El primero sólo tiene en cuenta los parámetros productivos y el segundo es una combinación de los parámetros productivos y de calidad de carne. Como puede observarse cuando se combinan caracteres productivos y de calidad, nuevamente la raza Duroc está primera en el ranking.

Desde esta perspectiva es de importancia crítica la correcta elección de las razas/líneas a ser cruzadas en un programa de producción, dependiendo se privilegie la cantidad (producción industrial) o la calidad dirigida a mercados diferenciados.

T Tabla 7.3. Factores genéticos que afectan la calidad de la carne de cerdo (NPPC, 1995).

Carácter	Duroc	Hampshire	Yorkshire	Danbred	Newsham
pH último	5,9 ab	5,6 d	5,8 ab	5,8 cd	5,8 bd
Terneza Instron (kg.)	5,6 a	5,9 b	6,1 c	5,8 ab	6,1 c
Grasa intramuscular (%)	3,0 a	2,6 b	2,3 c	2,3 c	2,2 c
Pérdida de líquido (%)	2,7 ab	3,6 d	2,8 b	3,3 cd	3,0 bc
Reflectancia Minolta	23 a	25 b	23 a	23 a	23 a

T Tabla 7.4. Caracteres fisicoquímicos en el longissimus dorsi de cerdos híbridos comerciales en Argentina. (Lloveras M.R. et al., 2008)

Carácter	Y	D	S	P=
pHu	5,59	5,59	5,55	ns
Drip loss	1,15 b	1,47 ab	1,95 a	0,002
Terneza (WB)	7,9 a	5,9 b	7,9 a	0,0001
CRA	29,6 b	30,6 a	29,8 ab	0,045
Pérdidas por cocción (%)	36,24 a	33,87 ab	33,15 b	0,025
Cie L	53,0 a	52,6 a	49,8 b	0,0001
Cie b	15,7 a	16,1 a	14,7 b	0,0001
Contenido intramuscular de lípidos (%)	3,0 a	4,7 b	2,0 c	0,0001

Y: Yorkshire INTA x H321; D: Duroc INTA x H 321; S: Sintética PIC 412 x C 22

T Tabla 7.5. Caracteres sensoriales de cerdos híbridos comerciales en Argentina (Lloveras, M.R. et al. 2008).

Carácter	Y Media	D Media	S Media	P
Flavor	6,75	6,86	6,75	ns
Aroma	7,06	7,14	6,99	ns
Terneza, global	5,86 ^a	6,57^b	5,76a	>0,05
Terneza de fibra	6,04a	6,8^b	6,0a	>0,05
Jugosidad	4,3a	4,8^b	4,3a	>0,05
Tejido conectivo	6,6	6,9	6,7	ns

Y: Yorkshire INTA x H321; D: Duroc INTA x H 321;
S: Sintética PIC 412 x C 22

T Tabla 7.6. Efectos de líneas genéticas sobre caracteres fisicoquímicos de calidad de carne medidos en el *longissimus dorsi* (Brewer, M *et al*, 2002)

	PIETRAIN (nn)	PIETRAIN (NN)	HAMPSHIRE (RN-)	HAMPSHIRE (rn ⁺)	DUROC	SINETICA
L*	44.62 ^a (0.47)	43.76 ^a (0.44)	44.11 ^a (0.44)	44.62 ^a (0.42)	44.09 ^a (0.44)	42.32 ^b (0.44)
a*	11.03a (0.48)	9.38 ^b (0.45)	9.24 ^b (0.45)	10.23 ^{ab} (0.43)	9.30 ^b (0.45)	9.98 ^{bab} (0.45)
b*	8.27 (0.74)	7.64 (0.70)	7.76 (0.71)	8.14 (0.69)	7.79 (0.70)	8.02 (0.70)
Pérdidas x cocción (%)	21.59a (1.25)	20.01 ^b (1.35)	21.36 ^{ab} (1.17)	21.64 ^a (1.25)	18.81 ^b (1.17)	20.96 ^{ab} (1.25)
Terneza WB (kg)	6.65a (0.54)	5.56 ^b (0.48)	5.78 ^b (0.51)	5.97 ^{ab} (0.54)	4.25 ^d (0.51)	5.24 ^b (0.54)

T Tabla 7.7. Ranking de líneas de padrillos terminales según se incluya o no la calidad de carne (NPPC, 1995).

	Indice por producción	\$/cerdo	Indice por producción + calidad	\$/cerdo
1	Newsham	3.53	Duroc	10.51
2	Danbred	2.12	NE Duroc SPF	8.25
3	NE Duroc SPF	1.50	Hampshire	1.55
4	Hampshire	1.34	Danbred	1.52
5	Yorkshire	0.74	Newsham	0.89
6	Duroc	0.64	Yorkshire	-1.70
7	NGT Large White	-0.97	Berkshire	-4.05
8	Berkshire	-4.14	Spot	-8.20
9	Spot	-4.77	NGT Large White	-8.87

T Tabla 7.8. Ranking de padrillos terminales por mérito genético en EE.UU. (NPPC, 1995)

INDICES	
PRODUCTIVIDAD	PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD DE CARNE
1 Newsham Hybrid	1 Duroc
2 Danbred	2 Hampshire
3 Duroc	3 Danbred
4 Hampshire	4 Newsham Hybrid
5 Yorkshire	5 Yorkshire
6 Large White	6 Berkshire
7 Berkshire	7 Spotted
8 Spotted	8 Large White

3.3. Recomendaciones

- Para la producción de carne de calidad los planteles **serán libres** del gen de Hal para evitar carnes defectuosas, PSE.
- Las razas Pietrain y Landrace Belga y sus cruza o sintéticos terminales exhiben altas frecuencias del gen Hal. En un esquema de obtención de carne de calidad habría que abstenerse de su utilización.
- La utilización de padrillos portadores del gen Hal producirá canales más magras (alrededor del 2%) pero carnes de calidad inferior.
- A partir de una muestra de pelo se puede determinar el genotipo de los animales para el gen Hal.
- Para la producción de carne de calidad los planteles **serán libres** del gen de RN⁻ para evitar carnes defectuosas.
- Las razas Hampshire y sus cruza o sintéticos terminales exhiben altas frecuencias del gen RN⁻. En un esquema de obtención de carne de calidad habría que abstenerse de su utilización.
- La técnica para la detección del gen RN⁻ es la medición del potencial glicolítico (PG) en músculo fresco, por lo tanto

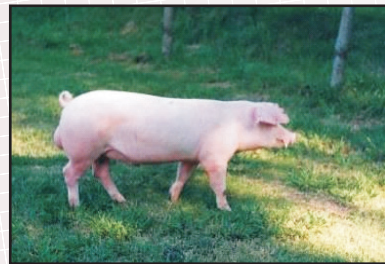
no se puede detectar en animales vivos salvo que se realicen biopsias del músculo *longuissimus dorsi*, lo cual es muy complicado para el productor.

- El gen RN no tiene ningún efecto favorable sobre el contenido de magro de las canales como el gen Hal.
- La raza Duroc Jersey debe estar siempre presente en un programa de producción de carne y productos de calidad.

Finalmente, y a modo de integración, en las Figuras 7.2 y 7.3 se exponen dos programas diferentes de producción. Ambos se valen de los efectos de heterosis y complementariedad derivados de las diferencias genéticas entre razas. Sin embargo, ambos son muy diferentes: en el primer esquema se privilegia la cantidad y en el segundo la calidad.

F Figura 7.2. Programa de producción que privilegia el contenido de magro.

Organización del mejoramiento genético en cerdos



Landrace

X



Yorkshire

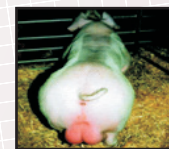


madres híbridas

X



progenies a faena



padres terminales

F Figura 7.3. Programa de producción que privilegia la calidad de la carne.

Programa INTA de mejoramiento genético en cerdos



Landrace

X



Yorkshire



madres híbridas

X



padres terminales

progenies a faena

4. Bibliografía

- Brewer, M. S., Jensen, J., Sosnicki, A., Fields B, Wilson, B., McKeith, F. *The effect of pig genetics on palatability, color and physical characteristics of fresh pork loin chops*. Meat Science 61. 2002.
- Carden, A. E. *Información sobre cerdos*. Vol. 4-Nº 2. Octubre 1998.
- Carden, A. E. *Expected genetic changes in pork production*. Conferencia Plenaria. In; Proceedings of 46th International Congress of Meat Science & Technology. Bs As Argentina. 2000.
- Enfalt, A.N. *Pig meat quality. Influence of breed, RN genotype and environment*. Doctoral Thesis. Swedish University of Agricultural Sciences. Uppsala. 1997.
- Goenaga, P.R. y Lloveras, M. R. *Análisis genético de la carne y la leche. Carne porcina*. XXXVI Congreso argentino de genética. Resumen en BAG, Volumen XVIII, (Suplemento) S11. Pergamino, Buenos Aires. 2007.
- Goenaga, P.R.; Lloveras, M. R.; Améndola, C. *Prediction of lean meat content in pork carcasses using the Hennessy Grading Probe and the Fat-O-Meater in Argentina*. Meat Science 79. 2008.
- Lloveras, M. R., Goenaga, P.R., Irurueta, M., Carduza, F., Grigioni, G., García, P., Améndola, C. *Meat quality traits of commercial hybrid pigs in Argentina*. Meat Science, Volume 79, Issue 3, July 2008.
- 8- Lloveras M. R. y Goenaga P. R. *Programa de Mejoramiento Genético de Cerdos INTA MGC*. XXXV Congreso Argentino de Genética. Bag (basic & applied genetics) Volumen XVII. 2006.
- Lloveras, M.R. y Goenaga, P. R. *Genética*. En: *Producción porcina a campo un modelo sostenible*. Editado por Aparicio Tobar y González Araujo. Caja Rural de Extremadura. 2009.
- NPPC, Genetic evaluation. *Terminal line program results*. National Pork Producers Council. 1995.
- Plastow, G.S. et al.; 30 co-autores. *Quality pork genes and meat production*. Meat Science 70. 2005.
- Rothschild, M and Bidanel, J. P. Biology and genetics of reproduction. In *The Genetics of the pig*. Edited by M.F. Rothschild & A. Ruvinsky. CAB International. 1998.
- Sellier P. Genetics of meat and carcass traits in " *The genetics of the pig*" edited by M.F. Rothschild & A. Ruvinsky, CAB International. (621 págs). 1998.
- Manual de Procedimiento. *Determinación de los parámetros de calidad física y sensorial de la carne porcina*. Ediciones INTA. 2009.