

Situación y perspectivas en la mejora genética porcina

JOAN TIBAU I FONT. IRTA-CENTRO DE CONTROL PORCINO.

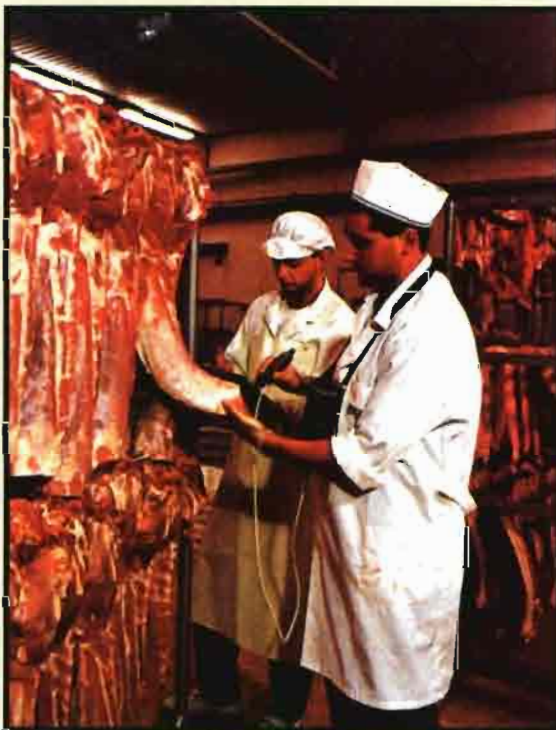
La rentabilidad de una explotación porcina depende de una combinación de factores compleja: el potencial genético, los condicionantes ambientales en que se desarrollan los animales (alimentación, estado sanitario, manejo, etc.) y del mercado en que se comercializarán sus canales. La máxima eficiencia económica se alcanza cuando la combinación de factores es la técnicamente óptima para un determinado sistema de producción y de mercado.

El ganado porcino presenta diversas características zootécnicas (elevado ritmo reproductivo, corto intervalo generacional) y genéticas (caracteres de interés económico medianamente heredables y fácilmente medibles en los dos sexos) que hacen posible un progreso productivo y genético muy superior a otras especies ganaderas.

Hasta llegar a su estado actual, las poblaciones porcinas han sido objeto de procesos diversos, y a veces divergentes, de selección artificial que han originado diferencias en sus particularidades genéticas, apreciables indirectamente a partir de la observación de las características morfológicas y de sus aptitudes productivas.

La aplicación de técnicas rutinarias de control y de evaluación genética a nivel de núcleos de selección y la estructura piramidal de selección-multiplicación-producción, permiten, en el caso del porcino, una eficiente creación y difusión del potencial genético. Dicho potencial se caracteriza, a diferencia de otros factores de producción, por su particularidad acumulativa (selección) y multiplicativa (difusión). Los productos comerciales sacrificados son el reflejo de las diversas combinaciones de razas y líneas genéticas especializadas, con características morfológicas, reproductivas, productivas y de calidad de canal y de carne totalmente distintas.

Durante los últimos años, el sector de selección ha hecho un particular énfasis en la reducción de los depósitos de grasa en la canal, habiéndose llegado en ciertas líneas a niveles difícilmente superables.



Los productos comerciales reflejan la mejora genética.

Esta intensa selección ha incidido (a veces de forma negativa) sobre un conjunto de factores biológicos (fisiológicos) muy correlacionados que será preciso tener en consideración en el futuro para poder mantener o incrementar el nivel de eficiencia productiva o de aceptabilidad de sus productos. La calidad de la carne y la capacidad reproductiva sólo han sido objeto de una atención preferente en líneas especializadas (Webb, 1996), siendo en estos momentos objetivos de mejora prioritarios para el sector.

Nuevas herramientas basadas en el uso de sofisticadas metodologías de análisis estadístico-genéticos y recientes avances en tecnologías de control y análisis cualitativos en vivo, así como la aplicación de técnicas de genética molecular, deben permitir superar las nuevas barreras que tiene la mejora genética, a fin de garantizar la competitividad futura del sector. Estudios cada vez más interdisciplinarios, completos y costosos son necesarios para conocer la calidad relativa de los tipos genéticos que se van generando y su adecuación

a las exigencias de los productores y del consumidor.

Se desarrolla a continuación un análisis de la situación y perspectivas en la mejora genética del ganado porcino criado en condiciones intensivas, tanto en los aspectos estructurales y organizativos, como en las prioridades de mejora y en las tecnologías que, aplicadas a la selección porcina, es previsible que sean de uso común en los próximos años. Un capítulo aparte merecería las perspectivas en la mejora del cerdo ibérico y otras razas porcinas autóctonas europeas.

Razas, líneas genéticas y cruces

Los animales utilizados en la cría intensiva de porcino se caracterizan por su elevada eficacia productiva: elevado ritmo reproductivo y una elevada eficiencia en la transformación de pienso en carne. Estos resultados son posibles gracias a la mejora de las condiciones de manejo, sanitarias y de alimentación y a los progresos genéticos obtenidos durante los últimos años. La mejora genética en porcino se ha basado en la aplicación de distintas estrategias de selección y acoplamiento dirigidos (Bichard, 1991) que hacen posible:

- La explotación de la variabilidad entre líneas genéticas.
- La selección continuada en el seno de las líneas o razas con objetivos precisos.
- La combinación de razas o líneas dentro de un sistema de cruzamientos para explotar el potencial de cada línea y la heterosis expresada en algunos caracteres.

Dentro del concepto genérico de raza se engloban aquellos animales que, teniendo una cierta homogeneidad morfológica (estándar racial), poseen aptitudes productivas similares, fruto de una cierta homogeneidad genética, mejorables mediante selección y capaces de transmitir sus características con cierta seguridad.

Las razas porcinas son actualmente (a

INGELVAC[®]

PRRS MLV

Una realidad frente al PRRS



Composición: Cada dosis (2ml) contiene: Min. $10^{7.0}$ DITC₅₀ del virus vivo atenuado de PRRS. **Indicaciones:** Inmunización activa de cerdos destinados al engorde, clínicamente sanos, de 3 a 18 semanas de edad, como medida preventiva contra la infección respiratoria causada por el virus del PRRS. **Posología y modo de administración:** Administrar por vía intramuscular una dosis única de 2 ml a cerdos de 3 a 18 semanas de edad. **Contraindicaciones:** En las explotaciones donde se administre la vacuna, no podrán existir animales de la especie porcina destinados a la reproducción, estando contraindicada su aplicación en cerdas, verracos y animales jóvenes destinados a la reproducción. **Efectos secundarios:** En casos aislados, pueden aparecer efectos secundarios inmediatamente después de la vacunación (vómitos, insuficiencia cardiovascular...). En tales situaciones, debe instaurarse inmediatamente el tratamiento sintomático oportuno (epinefrina, glucocorticoides y/o antihistamínicos). **Precauciones:** Usar solamente en animales sanos. Como con todas las vacunas vivas, se puede producir la eliminación y transmisión del virus vacunal. Por tanto, se contraindica el uso de la vacuna o la introducción de animales vacunados con Ingelvac[®] PRRS MLV en granjas en las que se desee mantener un estatus de seronegatividad. **Conservación:** Conservar entre +2°C y +8°C. **Tiempo de espera:** No precisa. **Presentación:** Envase con 10 y 50 dosis.

- Desarrollo a nivel mundial.
- Control y protección.
- Mejoría de los índices productivos.
- Garantía de seguridad.

**Boehringer
Ingelheim**



Boehringer Ingelheim España, S.A.
División Veterinaria
Pablo Alcover, 31-33 • 08017 Barcelona
Tel. (93) 404 52 50 • Fax (93) 404 53 45

excepción del caso de programas de mejora nacionales muy integrados) la suma de líneas genéticas obtenidas en el seno de núcleos de selección que han aplicado procesos de selección en ocasiones muy diferenciados. Estas líneas presentan poca variabilidad y están destinadas a cruces específicos con otras líneas complementarias para la producción de animales híbridos de características muy estandarizadas.

Se constata actualmente en Europa una gran variabilidad inter e intra-poblaciones de porcino, existiendo en el mercado tipos genéticos porcinos muy especializados (**cuadro I**). Esta diversidad hace posible, a partir de líneas específicas claramente diferenciadas en aptitudes reproductivas, productivas y de calidad de canal o carne, obtener las combinaciones (cruces) más adecuadas a cada sistema productivo y a las condiciones de cada mercado.

Si bien sería posible seleccionar las poblaciones animales para una combinación económica óptima de objetivos de selección (Gjedrem, 1972), en la práctica estos objetivos se suelen limitar y priorizar de forma diferenciada según el uso posterior de las líneas genéticas objeto de selección. (Webb y Bampton, 1987).

Con el fin de aprovechar al máximo las diferencias genéticas entre poblaciones y el efecto de heterosis, consecuencia del cruce de las mismas (para ciertos caracteres), las empresas y programas de mejora se han planteado, en primer lugar, estrategias de selección diferenciadas para distintas líneas (Smith, 1964) y, en segundo lugar, planes de cruzamiento óptimo entre las mismas.

La selección de líneas genéticas con distintos objetivos diferenciados permite obtener productos adaptados a distintos sistemas productivos, pero su mantenimiento es costoso y sólo se justifica si existe una perspectiva rápida de comercialización.

La producción de animales híbridos entre dos razas obliga al mantenimiento de líneas genéticas costosas y no se justifica si no es en el marco de empresas, asociaciones o cooperativas con un cierto volumen. Las ventajas de estos animales han alentado la creación y desarrollo de estructuras de selección y cruzamiento complejas que se llevan a cabo en el marco de grandes empresas (con frecuencia de alcance multinacional) o bien den-

tro de estructuras asociativas de ámbito nacional que anteriormente se dedicaban sólo a la cría en pureza.

Aún en la actualidad, algunos productores de cerdos reutilizan para la reproducción animales obtenidos en el engorde. Esta práctica, aunque económica, no permite alcanzar los niveles productivos ni reproductivos obtenibles con los cruces entre líneas o razas puras, generándose además una gran dispersión en los tipos de animales que constituyen la base de la explotación.

En el contexto actual, las razas y líneas genéticas básicas utilizadas para la producción de las hembras híbridas comerciales son de tipo Large White, Landrace y en menor medida de tipo Duroc. El cruce óptimo varía en función de las condiciones de producción en que se desarrollarán las híbridas, valorándose, al margen de su capacidad reproductiva y de crecimiento, los aspectos de adaptación, rusticidad y longevidad. Parece actualmente aceptado que las líneas básicas deben estar exentas de genes de sensibilidad al estrés con el fin de garantizar un producto final homogéneo.

Los machos finalizadores son muy variables según el mercado de destino de las canales:

- Large White o Landrace en los países nórdicos e Inglaterra.
- Líneas especializadas de Large White en Holanda.
- Duroc y Hampshire en EE.UU. y Canadá.
- Pietrain en pureza o en cruzamiento en mercados en que se valora fundamentalmente la calidad de las canales.
- Large White cuando se requieren canales de peso elevado (Italia).

A pesar de que por selección se obtienen animales genéticamente superiores, en la utilización práctica de los cruces que se generan aparecen con frecuencia interacciones entre el genotipo de los animales y el ambiente en que se desarrollan, que

En Europa se constata actualmente una gran variabilidad inter e intra poblaciones de porcino

pueden reducir las expectativas económicas inherentes a la calidad genética de los animales adquiridos por los productores.

Los esquemas más eficientes serán aquellos que sean capaces de predecir las demandas de los mercados futuros y dirigir su líneas genéticas hacia los objetivos de selección adecuados. Los objetivos de los seleccionadores deben coincidir con los intereses reales de los productores y deben determinar en consecuencia las prioridades selectivas y las estrategias de

difusión del potencial genético originado.

Estructuras de creación y difusión del progreso genético

La mejora eficiente del porcino requiere unas estructuras organizativas complejas, herramientas sofisticadas y un volumen de animales elevado. Para poder tomar las decisiones adecuadas de selección es preciso:

- a) El conocimiento previo de las particularidades genéticas de los caracteres de interés productivo y la importancia económica relativa de los objetivos de selección en cada tipo genético.
- b) Un control genealógico y productivo estricto de las líneas puras y la utilización de técnicas estadísticas que permitan una precisa diferenciación del potencial genético de los animales.
- c) Un plan de selección (y sustitución) de los animales basado en el registro sistemático de parámetros productivos genéticamente correlacionados con los objetivos de mejora planteados en el seno de cada línea.

La selección porcina de muchos países se ha basado tradicionalmente en el esfuerzo de ganaderos del libro genealógico integrados en asociaciones de selección de ámbito nacional con más o menos soporte técnico y económico institucional. El intercambio (voluntario u obligado) de material genético entre ganaderos individuales, por la vía de la inseminación artificial, y la existencia de estaciones públicas de control de rendimientos, han sido la clave para la mejora y el mantenimiento de un cierto grado de homogeneidad en estas poblaciones porcinas.

Estas estructuras creadas de forma escalonada en los últimos años (100 en el caso

CUADRO I. RESULTADO PRODUCTIVO DE DISTINTAS RAZAS PORCINAS

Raza	CRI (gr/día)	ICI (kg/kg)	GDI (mm.)	Edad (días)
Large White	1036	2,08	12,5	146
Landrace Standard	1015	2,17	12,9	143
Pietrain	863	2,12	8,7	163

Notas: CRI: Crecimiento (35-100 kg). ICI: Índice de Conversión. (25-100 kg). GDI: Espesor del Tocino Dorsal (mm. a 100 kg). Edad: Edad fin de control (a 100 kg). Fuente: IRTA-Centre de Control Porc. 1995.

Genética porcina

de Dinamarca) y basadas en un fuerte espíritu asociativo, han tenido una dinámica lenta y un interés centrado en el mercado nacional y han hecho uso compartido y eficiente de su potencial genético.

En el momento actual, con un elevado grado de internacionalización de la oferta y la demanda, ha habido una progresiva adaptación de los programas nacionales a estructuras más comerciales que han conllevado una hipervaloración del material genético de calidad, limitando incluso su venta fuera de la estructura asociativa, y un deseo de implantación en nuevos mercados (Braschamp, 1994).

De forma paralela, en muchos países han surgido empresas privadas, con más flexibilidad y capacidad de adaptación, que compiten con estas organizaciones forzan-

las empresas de selección deberán ofrecer en el futuro al productor, al margen de la calidad genética, otras características más difíciles de valorar: confianza, homogeneidad, flexibilidad, apoyo técnico adicional, que permitan una garantía de suministro del material genético.

Desde la perspectiva de la demanda se observa una progresiva disminución de empresas de producción que efectúan una reposición de sus reproductores escogiendo animales de engorde (hembras y/o machos), incrementándose aquellas que adquieren reproductoras híbridas y machos finalizadores. A pesar de esta tendencia, ciertos factores tales como el coste, los problemas de adaptación de los animales y las diferencias en el nivel sanitario pueden hacer derivar esta práctica hacia sistemas aún más integrados.

productos. Los aspectos sanitarios pueden condicionar en gran medida las pautas de reposición de reproductores de las grandes empresas.

La tendencia futura es la creación de cadenas integradas de selección-producción-comercialización. Esta nueva situación es posible que favorezca la expansión y fusión de las grandes empresas de selección, facilitando su penetración en nuevos mercados. La venta de reproductores puros (de un solo sexo) se realizará preferentemente a grandes empresas para la producción de animales híbridos mediante la firma de contratos a largo plazo.

Requerimientos del sector

El sector de la producción porcina, en contraste con otros países de la UE, se ha desarrollado tradicionalmente en España en torno a grandes empresas de fabricación de pienso y de los mataderos que han favorecido y condicionado la estructura del sector productor.

El objetivo de proporcionar al consumidor a bajo precio una cantidad suficiente de carne magra de porcino se ha alcanzado totalmente. Se ha pasado de una situación de mercado cerrado y de un consumo limitado a exportar carne (canales y piezas) y a una tasa de consumo superior a la media europea.

La importación de razas «mejoradas» y la aplicación de estrategias de selección en el seno de empresas de mejora porcina, han hecho posible un progreso substancial de la calidad de la canal (porcentaje de magro y de piezas magras). Estos caracteres son muy heredables, se han podido mejorar fácilmente mediante selección y se reflejan directamente en los cruces que de ellas se obtienen.

El aumento del porcentaje de magro de las canales ha sido paralelo a un aumento del crecimiento diario y a una mejora del índice de conversión del pienso en carne: los animales alcanzan un peso de sacrificio a una edad inferior (tipos genéticos más precoces) y consumen menos pienso.

Estas mejoras han originado una reducción de la cantidad de grasa intramuscular y de la calidad tecnológica de la carne, que dificulta ciertos procesos de industrialización de la misma (la producción de jamón curado de calidad por ejemplo).

Se ha constatado, asimismo, en poblaciones no mejoradas en los aspectos reproductivos, un estancamiento en la prolificidad de las hembras, una reducción de la capacidad espermática de los verracos y una disminución de la viabilidad de los lechones al destete como consecuencia de



La tendencia es la creación de cadenas integradas de selección-producción-comercialización.

do un cambio profundo en su estructura y estrategia comercial. Mientras que en algunos países los programas nacionales de mejora han prácticamente desaparecido (UK), en otros han adquirido una gran cuota de mercado y han planteado estrategias expansionistas basadas en la comercialización de animales híbridos y en la exportación limitada y controlada de su material genético (Dinamarca, Holanda).

Independientemente de su adscripción, los programas de mejora más relevantes son aquellos que disponiendo de una talla importante en los núcleos de selección, han llevado a cabo un sistemático y preciso esquema de registro y análisis de datos productivos, utilizando esta información para la predicción de los valores genéticos y para la toma de decisiones. Para mantener su competitividad en el mercado

Se observan actualmente nuevas estrategias: empresas productoras de talla importante que incorporan granjas de multiplicación, están estableciendo acuerdos de adquisición estable de material genético con empresas de selección, con el fin de autoabastecerse de hembras cruzadas para su reproducción. El volumen y nivel técnico, el riesgo sanitario y la disponibilidad de mercados potenciales estables, están condicionando este tipo de estructuras.

Independientemente de la estructura de producción, la elección de la estrategia de renovación de reproductores debe basarse en un conocimiento de la calidad real (técnica y económica) de los animales adquiridos (u obtenidos) en el entorno productivo en que se desarrollarán (reproductoras, machos y animales de engorde) y del mercado al que van destinados los

Suplemento

la limitada capacidad lechera de las hembras excesivamente musculadas. Es preciso recalcar asimismo el aumento de la mortalidad debida al estrés de los animales durante el engorde y al transporte hasta el sacrificio.

El aumento progresivo del peso de las canales de porcino puede originar dos problemas adicionales: la aparición de machos no castrados con concentraciones no deseables de androstenona y escatol y la superación de la edad de máxima eficiencia en la transformación de pienso en carne. Por su parte, la industria reclama prioritariamente piezas homogéneas de calidad estándar que le permitan fijar procesos de elaboración y ofrecer al consumidor un producto tipificado.

En esta nueva situación es posible detectar nuevos objetivos prioritarios en la selección porcina, entre los que podemos destacar:

- Aumento de la eficiencia en el depósito de tejido magro hasta pesos elevados.
- Reducción de la producción de residuos potencialmente contaminantes.
- Aumento de la eficiencia reproductiva y la viabilidad de los lechones al destete.
- Adaptación de los animales a grandes unidades de producción.
- Aumento de la calidad tecnológica y organoléptica de la carne.

A diferencia de la producción avícola de carne, se puede constatar, en porcino, una gran variabilidad de mercados (productos comerciales) que condicionan los sistemas de producción (alojamiento, alimentación, genética) y de comercialización (carne en fresco, industrialización), siendo posibles combinaciones óptimas variables según la posición geográfica o la estrategia de cada empresa.

Las diferentes fases que constituyen la cadena del porcino (selección, multiplicación, producción de lechones, engorde, sacrificio y procesado de la carne hasta llegar al consumidor) tienen intereses preferentes diferenciados (y en ocasiones opuestos) que es difícil satisfacer de forma equilibrada en un contexto poco integrado como el que ha sido habitual hasta hace poco en España. Por su parte, los programas de mejora genética de las empresas de selección deben definir sus objetivos en un contexto productivo y comercial concreto o bien disponer de una capacidad y flexibilidad (genética) suficientes para abastecer adecuadamente distintos mercados.

Las empresas de selección tienen por lo tanto ante sí un reto complejo que solo



Un objetivo: aumento de la calidad de la carne.

pueden superarse si son capaces de:

- Aplicar estrategias eficientes y continuadas de selección e hibridación.
- Producir tipos genéticos especializados en función de sus mercados potenciales.
- Integrarse con grandes empresas productoras y cadenas de comercialización de la carne.

Aunque el objetivo global de una empresa de selección es teóricamente óptimo si se maximiza su beneficio a corto plazo, su competitividad es en ocasiones difícil de estimar y mucho más de prever si varía el contexto productivo o el mercado en que se desarrollarán y comercializarán los animales que produce (de Vries, 1989).

Prioridades del sector de selección

En general los programas de mejora porcina se han dirigido de forma prioritaria a la selección de animales con una rápida y elevada capacidad de transformación de pienso en carne magra. A estos objetivos es preciso añadir otros, no menos importantes, como son aquellos que inciden en la capacidad reproductiva de las hembras, la eficiencia productiva y la calidad de la carne (Brascamp y de Vries, 1992).

Mejora de las aptitudes reproductivas

Las características ligadas a la capacidad reproductiva de las hembras tienen una baja heredabilidad y mínima (o nula)

correlación genética con los caracteres productivos y de calidad de canal. Además, se expresan solamente en las hembras adultas. Las estrategias de selección para mejorar estas aptitudes son más específicas, lentas y sofisticadas que las que se han podido aplicar a la mejora de la calidad de la canal o del crecimiento (Pla, 1991).

El objetivo económico a nivel del productor de lechones perseguido es maximizar el número de lechones sanos al destete por hembra presente en la explotación. El factor más importante de esta productividad numérica es la prolificidad (número de lechones nacidos vivos). Este parámetro depende a su vez de distintos factores que tienen un efecto limitante sucesivo: la tasa de ovulación, la supervivencia embrionaria y la capacidad uterina.

La talla de la camada al nacimiento y la edad a la pubertad responden a la selección, pero sería mejor, aunque más costoso, poder seleccionar directamente sobre la tasa de ovulación, la supervivencia fetal y la capacidad embrionaria.

Distintas estrategias se han propuesto para la mejora del potencial reproductivo de las líneas genéticas que componen las hembras híbridas:

- a) Creación de líneas hiperprolíficas mediante selección.

Este sistema, iniciado en Francia hace unos 20 años, se basa en la selección intensa de las mejores hembras y machos teniendo en cuenta los registros reproductivos de animales de los niveles de selección y multiplicación. Diversas empresas de selección, han aplicado este método y están ofreciendo actualmente animales con un alto potencial reproductivo. La introducción de métodos más precisos de estima del valor genético (BLUP) hace posible una mejora de la eficiencia de esta estrategia, pero su aplicación sólo es posible en poblaciones porcinas de elevado tamaño si se quiere limitar el riesgo de consanguinidad.

- b) Incorporación de genes de poblaciones de alta prolificidad.

Ciertas razas porcinas originarias de la zona de Taihu (China) presentan unas aptitudes reproductivas excepcionales, aunque acompañadas de una mala calidad de la canal y de un lento crecimiento (Legault, 1987). Algunas empresas han realizado cruces entre razas europeas y tipos genéticos chinos (Meishan) con el fin de combinar sus aptitudes. Los resultados obtenidos en animales con un 25% de componente chino reflejan una pérdida importante de la calidad de la canal que se justifica difícilmente con la mejora de



Hay alianzas muy lógicas ...

Suplemento

las aptitudes reproductivas de las madres (D'Argaro et al., 1990). Sistemas de cría semiextensivos o contextos productivos en que se valore la calidad de la carne pueden hacer competitivos dichos cruces.

d) Técnicas de selección asistida por marcadores genéticos.

Recientemente, en poblaciones sintéticas de Large White y Meishan, se ha identificado un gen determinante de más del 30% de la variabilidad de la prolificidad de este cruce (Rothschild et al., 1996). Sondas genéticas específicas para este gen pueden permitir en el futuro la selección rápida y eficiente de animales en poblaciones heterogéneas para el mismo. Con todo, el efecto de este gen parece no ser el mismo en otro tipo de cruces e incluso no se ha observado variaciones polimórficas del gen en otras razas.

Mejora de la eficiencia productiva

La eficiencia en la capacidad de transformación de pienso en carne magra es el resultado de diferentes factores genéticos y ambientales y ha sido un criterio prioritario en muchos programas de mejora genética. El conocimiento de cómo se transforma la proteína vegetal en carne magra es esencial para fijar las condiciones de producción adecuadas a cada tipo genético y conocer su óptimo técnico y económico en cada entorno productivo.

El crecimiento y el porcentaje de tejido magro en el momento del sacrificio son criterios importantes desde una doble vertiente práctica:

a) De la eficiencia: es más barato y eficiente transformar pienso en proteína (magro) que en grasa.

b) De la reducción de los residuos ganaderos: a más eficiencia, menor cantidad de residuos por animal producido.

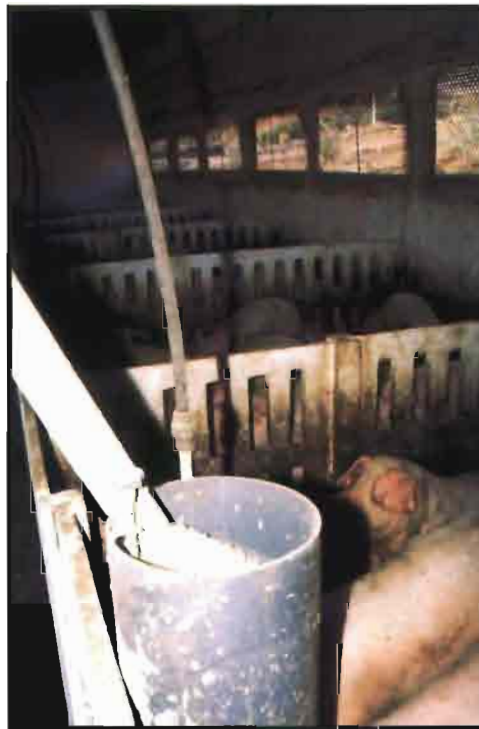
Los caracteres que integran este complejo objetivo de selección (crecimiento, índice de conversión, calidad de canal) presentan heredabilidades elevadas y correlaciones genéticas favorables que facilitan la obtención de rápidos progresos. Tienen en contraposición valores de heterosis próximos a cero con lo que los animales híbridos presentan niveles intermedios entre las líneas parentales (Sellier, 1988).

Diversos experimentos de selección para la reducción del magro y mejora del crecimiento y del índice de conversión han provocado la reducción del consumo voluntario de pienso (Cameron et al., 1994) y han favorecido la selección involuntaria de genotipos positivos al estrés en poblaciones heterogéneas.

La disminución de la ingesta puede ser crítica en dos aspectos: puede impedir ulteriores progresos en el crecimiento y eficiencia (Webb, 1989), y puede afectar de

forma negativa la capacidad lechera de las hembras que no consumen lo suficiente para mantener un balance energético positivo después del parto (Cleveland y Schinkel, 1988).

Por otra parte, la selección de animales



A más eficiencia, menores residuos.

con un elevado crecimiento del magro puede tener como consecuencia una redistribución de los depósitos grasos de la canal, los cuales pueden reducirse a nivel de grasa subcutánea pero incrementarse a un nivel más interno (grasa pélvica-renal) (Stern, 1993). Los sistemas de medida del espesor del tocino dorsal basados en sondas lineales (aplicadas a animales vivos o a las canales) pueden por lo tanto no reflejar de forma suficientemente precisa la calidad global de la canal.

La relación entre el consumo y el depósito de proteína depende del potencial genético del animal y de la calidad del alimento. La cantidad de proteína depositada diariamente se incrementa a medida que el animal crece y presenta un óptimo técnico (máximo depósito de proteína por día) cercano a los 90 kg. Este óptimo técnico es posterior al óptimo biológico (momento en que la eficiencia en la transformación es máxima) y se produce hacia los 50 kg.

A partir del momento de máximo depósito diario de proteína, el crecimiento diario disminuye, a pesar de un incremento del consumo, y se produce un aumento de la relación grasa/magro en la canal. A igualdad de régimen y nivel alimentario, estos niveles máximos pueden

variar (en el tiempo) en función del sistema de producción, del sexo y del tipo genético (Puigvert et al., 1995). Este fenómeno induce dos consecuencias prácticas: a) existen regímenes óptimos en función del sexo y tipo genético, y b) existen óptimos de peso al sacrificio según el sexo y tipo genético.

En general, los tipos genéticos con más proporción de partes magras presentan óptimos a pesos más bajos. En razas menos precoces, con crecimiento más sostenido y canales menos magras, se observan óptimos a pesos superiores a los 100 kg.

Los criterios de selección, basados en valores medios de crecimiento o índice de conversión hasta un peso prefijado, pueden ser poco significativos y difícilmente comparables si este límite (de peso o edad) no coincide con el de máxima eficiencia para cada tipo genético. Los resultados de experiencias de selección para el índice de conversión son favorables pero se observan diferencias en cuanto a las variaciones conseguidas en sus componentes (cociente entre dos variables continuas). Los efectos son difíciles de prever pues pueden variar de forma independiente los dos factores: consumo de pienso y crecimiento ponderal del animal.

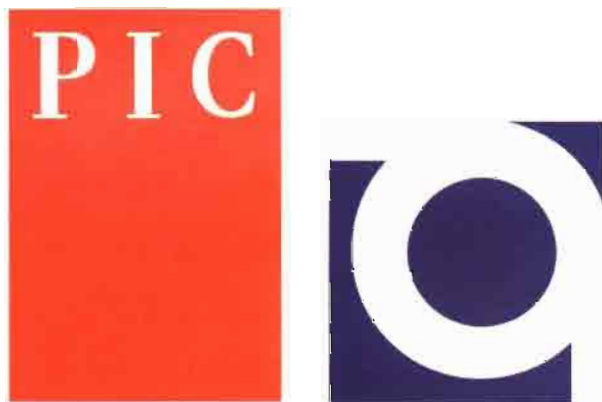
La evolución y la variabilidad en el consumo de pienso y la transformación en carne magra pueden estudiarse con la combinación de dos tecnologías complementarias: por una parte la utilización de sistemas automáticos de control de la ingesta individual en animales alojados en grupos y, por otra, la estimación del porcentaje de magro a base de métodos más precisos aplicados a animales vivos.

La obtención de modelos de predicción de las curvas de crecimiento y consumo puede ser una vía adecuada para ajustar al máximo el potencial genético y el régimen alimentario concreto o viceversa, si se dispone de información precisa del comportamiento productivo (evolución y variabilidad) de los genotipos que componen un determinado cruce (Schinkel, 1994).

Es posible establecer los óptimos de eficiencia para cada uno de los tipos genéticos a fin de poder inferir sobre los pesos o edades económicamente óptimos de sacrificio de los productos comerciales que de ellas se obtienen (Soler et al., 1996).

La selección para eficiencia productiva debe por lo tanto basarse, en el futuro, en criterios selectivos que consideren óptimos de eficiencia técnico-productiva diferenciados entre tipos genéticos, en el uso de tecnologías directas más sofisticadas (escáners bidimensionales, p.e.) de estimación de la calidad de la canal en vivo y en evi-

... desde que el mundo es mundo, los **clavos** se han llevado muy bien con los **martillos**, las **botellas** con los **abridores** y los **hombres** con las **mujeres**.



Algo parecido ocurre con **PIC** y sus verracos .

PIC invierte en el desarrollo de líneas comerciales de verracos que rentabilicen al máximo su inversión. Le invitamos a que nos ponga a prueba, seguro que repite.

Hay tres tipos de verracos:

PIC 410	Indicado para mejorar índices de crecimiento y disminuir el consumo de pienso.
PIC 411	Alto porcentaje de magro, buena conformación y mínimo espesor de tocino dorsal.
HAM 2000	El mayor porcentaje de magro por Kg. de carne.

Verracos PIC . Pura lógica.

Avda. Ragull 80 - 08190 Sant Cugat (BARCELONA)
TEL.: (93) 589 0360 FAX (93) 589 0792

tar una reducción del consumo de alimento que pueda perjudicar los progresos futuros.

Mejora de la calidad de la carne

La calidad de la carne puede considerarse bajo distintos puntos de vista: organoléptico, tecnológico, nutricional o higiénico. A la calidad intrínseca de la carne, que es la suma del conjunto de las propiedades cualitativas de los factores anteriores, deben añadirse factores extrínsecos ligados a los hábitos alimentarios y costumbres de los consumidores.

Estos últimos son en definitiva quienes determinan (o pueden decidir) las características cualitativas que debe poseer la carne que consumen.

Distintos factores genéticos, nutricionales, de manejo, etc., pueden tener incidencia en la calidad tecnológica y organoléptica (Tibau y Diestre, 1995). Estos factores no intervienen de forma independiente, sino que se observan interacciones variables según el tipo genético.

Uno de los defectos más importantes de la calidad de la carne porcina es el de las carnes pálidas, blandas y exudativas (PSE), característica estrechamente ligada a la presencia del gen responsable del síndrome hipotermia maligna (hal). La presencia de dicho gen bajo su forma mutante (hal+) se asocia a una mayor incidencia en la aparición de casos de síndrome de estrés porcino (predisposición a mortalidad por paro cardíaco), a una inferior calidad de carne y a una mejor proporción de magro de las canales. La mutación de dicho gen puede estar presente en doble dosis (en ambos cromosomas: hal+hal+), en simple dosis (hal+hal-) o puede estar en su forma normal (hal-hal-) según las razas de que se trate. Las razas más musculadas (Pietrain) tienen una elevada frecuencia de animales con

A la calidad intrínseca de la carne deben añadirse otros factores ligados a los hábitos alimentarios

estos genes. En cambio otras razas (Duroc) no presenta dicha particularidad.

La transmisión de este gen sigue las simples reglas de la genética mendeliana: los animales que tengan este gen en doble dosis lo transmitirán necesariamente a su descendencia. Los genotipos heterocigotos para dicho gen (hal+hal-) presentan características de calidad de canal (% Jamón y % de Magro) similares a los animales negativos (hal-hal-). Tienen, sin embargo, algunas características de cali-

dad de carne positivas (hal+hal+): el pH 45' y la luminosidad (L) en particular (**cuadro II**). El porcentaje de grasa intramuscular de lomo (GRIN) es extremadamente bajo en los animales hal+hal+ (0,59), siendo más adecuados para la fabricación de productos curados de calidad aquellos que presentan un porcentaje superior al 1,5% (Duroc).

Efectos negativos sobre el rendimiento tecnológico en la fabricación de jamón cocido (carne ácida) están determinados por el gen RN-, presente fundamentalmente en la raza Hampshire. La sola presencia de dicho gen en simple dosis es suficiente para que origine los efectos descritos.

La posibilidad de detectar los animales portadores de genes de sensibilidad al estrés mediante técnicas de genética molecular (Fujii et al., 1991), hace posible la selección de líneas exentas del mismo. A pesar de ello, en poblaciones con animales no portadores del gen, se puede observar una elevada variabilidad genética para la calidad de la carne (Cameron, 1990) que puede permitir una mejora intrapoblacional importante.

La mejora de la calidad de la carne en poblaciones exentas del gen de sensibilidad al estrés sólo es posible si los caracte-

res implicados son heredables, favorablemente relacionados con otros caracteres productivos y económicamente importantes. La heredabilidad de las principales características que definen la calidad de carne: capacidad de retención de agua, color, terneza, acidez, tiene unos valores medios estimados comprendidos entre 0,20 y 0,30 (Hovenier et al, 1993), mientras que el porcentaje de grasa intramuscular presenta valores próximos a 0,5. Los efectos de heterosis son prácticamente nulos o en todo caso bajos (Sellier, 1988).

Las correlaciones con los caracteres productivos suelen ser desfavorables, acentuándose en el caso de caracteres ligados al desarrollo muscular y en poblaciones con una elevada heterogeneidad en cuanto a la presencia del gen de sensibilidad al estrés. Existen claras evidencias (Ollivier et al, 1991) que la mejora intensiva para el desarrollo muscular y en contra de la deposición de grasa, contribuye a la degradación de la calidad de la carne: pH más bajo, menor capacidad de retención de agua y un color más pálido.

Las relaciones entre las características sensoriales de la carne y el porcentaje de magro son desfavorables: la mejora de la eficiencia en el depósito de magro puede reducir la aceptabilidad del producto. Los cambios en la calidad de la carne que acompañan la selección para depósito de magro pueden ser explicados por un decremento en la tasa de deposición de la grasa intramuscular (la cual se produce de forma más tardía) y que está ligada al sabor y terneza de la carne.

La calidad de la carne (y más particularmente de la grasa) de los productos del porcino están asimismo afectados por el régimen alimentario a que se ven sometidos los animales (Cameron et al., 1994).

Si bien el menor porcentaje de grasa de las canales es un criterio muy importante a considerar en la mejora del ganado porcino, el veteado (grasa intramuscular) de la carne puede afectar de forma importante la aceptabilidad por parte del consumidor (calidad sensorial). Valores de grasa intramuscular próximos al 2% parecen los más aceptables en pro-

CUADRO II. RESULTADOS DE CALIDAD DE CANAL Y DE CARNE PARA DISTINTAS RAZAS PORCINAS Y GENOTIPOS (HAL+). MACHOS ENTEROS A 100 KG. DE PESO VIVO

Raza/Genotipo	% Magro	% Jamón	Area Lomo	GRIN	Qm 45'	pH 45'	L
Large: White	54.7	24.2	40.2	0.96	4.6	6.22	51.4
Landrace Standard	52.6	23.6	39.7	0.78	4.9	6.23	51.9
Duroc	51.9	23.2	37.9	1.66	4.7	5.41	49.2
Pietrain	66.1	27.3	52.6	0.52	8.8	5.71	56.5
hal - hal -	52.8	23.47	38.7	1.18	4.62	6.32	50.2
hal + hal -	56.0	24.8	43.5	0.70	5.24	6.07	54.0
hal + hal +	66.4	27.3	52.8	0.59	9.47	5.67	56.9

Notas: % Magro= % de magro en canal (por disección). % de Jamón= % de jamón sobre el peso de la canal. Area Lomo= Area del lomo (cm²) a nivel de la última costilla. GRIN= % de grasa intramuscular en el lomo (técnica NIT). pH45= pH a los 45 min. post-mortem (mejor cuanto más bajo). QM45= Conductividad eléctrica a 45' post-mortem (mejor cuanto más bajo). L= Luminosidad (carne más clara cuanto más elevada). Fuente: RTA-Centre de Control Porc. 1996.

Genética porcina

ductos frescos, pero estos niveles son excesivamente bajos para la elaboración de productos (curados o cocidos) de alta calidad (Oliver et al., 1994).

Las estimas de la correlación genética entre grasa intramuscular y grasa subcutánea son sensiblemente inferiores a uno y es posible una mejora divergente y doblemente favorable en algunos tipos genéticos (Batallé et al., 1995).

Aplicaciones de la genética molecular

Los genes que determinan las características productivas del ganado porcino se distribuyen a lo largo de 19 parejas de

de ciertos genes (gen hal+ o RN-, localizados respectivamente en los cromosomas 7 y 15) puede condicionar el uso de las canales para el consumo en fresco o para su transformación industrial, pues determinan por sí solas características cualitativas relevantes sobre la calidad de la canal y de la carne.

Desde hace algunos años, técnicas de análisis estadísticas aplicadas a poblaciones experimentales (obtenidas por cruce entre líneas razas con aptitudes divergentes) o a bancos de datos genealógicos, combinados con estudios de genética molecular, han puesto en evidencia la existencia de genes mayores que inciden sobre caracteres productivos particulares (Perez-Enciso y Alfonso, 1996).

nados con precisión.

Estos estudios se han realizado en cruces de poblaciones muy dispares (sino opuestas) a fin de detectar la presencia (y localización) de los genes que las diferencian. La aplicación de estas técnicas a líneas comerciales puede ser más compleja y el coste de las pruebas debe ser compensado por la ganancia (económica) real obtenida en la práctica.

Quizás los caracteres en los que será más útil serán aquellos que están relacionados con la resistencia a enfermedades o aquellos en que interesa su apreciación en ambos sexos y precozmente: la calidad de la carne y la aptitud reproductiva.

La proximidad genética del porcino con otras especies (incluida la humana) permiten la transferencia de genes. Los resultados obtenidos con la transferencia de genes de hormona de crecimiento, al margen de las dificultades técnicas y económicas ligadas a la viabilidad de la microinyección de ADN a los embriones, presenta el problema adicional de la dificultad en la regulación de su expresión.

Aunque se han conseguido algunos animales viables, éstos presentan serias deficiencias consecuentes al desequilibrio fisiológico que hace inviable su uso práctico. Además, su aplicación para la mejora productiva puede chocar con un rechazo por parte del consumidor de los productos procedentes de animales transgénicos. Una vía más lenta sería la transferencia de dichos genes entre líneas mediante introgresión (cruce y selección posterior), lo que permitiría asegurar un mejor equilibrio biológico en las genéticas resultantes.



Existen genes mayores que inciden sobre caracteres productivos particulares.

cromosomas (que pueden llevar una o dos copias ligeramente distintas del mismo gen: mutaciones). Estos genes controlan los procesos metabólicos que inciden sobre la fisiología y el desarrollo de los animales. En la mayor parte de los casos, las características de interés productivo en ganado porcino (crecimiento, eficiencia en el depósito de tejido magro, calidad de carne, etc.) están determinados por el efecto individual (y la interacción) de un número muy elevado de genes esparcidos a lo largo del genoma (caracteres poligénicos), cada uno de los cuales está afectado por las condiciones de producción en que se desarrolla cada animal.

En algunos casos, la presencia de algunas variantes específicas en algunos genes relevantes son el origen de efectos genéticos importantes que inciden sobre la aptitud productiva o reproductiva de ciertas líneas genéticas. La presencia o ausencia

En este momento diversos equipos de investigadores (Braschamp et al., 1995) están trazando un mapa completo del genoma porcino y se han descubierto casi un millar de ubicaciones (locis) próximas (marcadores) o coincidentes con genes (QTL) con efecto significativo sobre aptitudes reproductivas, inmunológicas, productivas o de calidad de canal o carne.

Los genes marcadores y los genes determinantes de características productivas tienden a transmitirse conjuntamente, por lo que es factible seleccionar indirectamente los mejores animales para estas características con sencillos análisis de sangre. Se sabe asimismo que la presencia de ciertos genes (en un estado alelomórfico concreto) en los cromosomas 4,13 y 7, pueden ser responsables de un mayor depósito de grasa en la canal (superficial e intramuscular). Pero su efecto y localización exacta no están aún determi-

Tecnologías de control y análisis de información

La toma de decisiones en los núcleos de selección (pre-selección de candidatos a testar, elección de futuros reproductores, acoplamiento, sustituciones, etc.) debe estar basada en el análisis de informaciones objetivas, precisas y técnicamente establecidas, del máximo de individuos posible. Algunos caracteres de mejora son de fácil medición o registro (prolificidad, crecimiento) pero otros son más costosos (consumo de pienso) u obligan al sacrificio del animal (calidad de la canal y de la carne).

En este contexto es fácil prever el uso de diversas tecnologías que faciliten la toma e interpretación de la información generada a lo largo de la vida de los animales.

a) Una herramienta fundamental es la identificación electrónica de los animales. Esta tecnología, hoy al alcance de muchas

Suplemento

empresas, permite un control exhaustivo, inmediato, automático y continuado de los animales, evitando errores en la identificación de los mismos y facilitando la gestión de la explotación.

Este sistema de identificación, combinado con equipos de detección automáticos (accesos, células de pesaje del animal de la canal o del pienso consumido) permiten un seguimiento exhaustivo de los animales a lo largo de todo el proceso productivo y analizar fácilmente parámetros imposibles de conocer de otra forma como, por ejemplo, la duración, frecuencia y cantidad de alimento ingerido por los animales alojados en grupos.

b) La calidad de la canal, en futuros reproductores, debe estimarse necesariamente en animales vivos. El uso de sondas lineales simples para la medida del espesor de grasa dorsal parece ser insuficiente para la estima de la calidad de la canal en los tipos genéticos con poca variación del espesor del tocino dorsal. Técnicas basadas en análisis de imágenes ecográficas de secciones transversales del cuerpo del animal permiten una mejor predicción del porcentaje de magro en animales de líneas de machos finalizadores (Tibau et al., 1996).

Otras técnicas más precisas (NMR) son aún económicamente prohibitivas para la mayor parte de las empresas de selección. A nivel de matadero, en cambio, las sondas lineales para la predicción del porcentaje de magro son ampliamente utilizadas y es previsible la implementación de técnicas que permitan determinar directamente el porcentaje de grasa y proteína en las piezas comerciales (TOBEC).

c) Al margen de los sistemas basados en técnicas de genética molecular, recientemente se han desarrollado diversos procedimientos que hacen posible la determinación de parámetros de calidad de la carne a partir de muestras de tejidos obtenidos por microbiopsia en animales vivos.

El porcentaje de grasa intramuscular puede ser analizado de esta forma. Diversos componentes sanguíneos fácilmente analizables a base de procedimientos químicos parecen asimismo relacionados con la calidad de la carne.

d) La toma rutinaria de medidas de calidad de carne en la línea de sacrificio (pH, coloración interna de la carne, conductividad eléctrica), en canales de individuos emparentados con los candidatos a la selección, será una vía habitual para la estima de la calidad de la carne de los futuros reproductores.

e) En los últimos 10 años se ha pasado



La identificación electrónica resulta fundamental.

del sistema de evaluación genética tradicional basado en un índice de selección (combinando distintos caracteres de un sólo individuo comparado con sus contemporáneos) al sistema basado en la aplicación de modelos lineales no sesgados de estimación del valor genético (BLUP). Este sistema permite tener en consideración la información de todos los emparentados de los candidatos a la selección (Tibau, 1992). Este cambio ha sido posible por el aumento de la capacidad de cálculo de los equipos informáticos hoy disponibles y por el desarrollo de programas informáticos adecuados (Groeneveld et al., 1990).

Hasta el momento sólo se ha utilizado información de animales puros para la predicción del valor genético, pero es posible integrar asimismo datos que provienen de los descendientes cruzados de los candidatos. Nuevos procedimientos estadísticos basados en aproximaciones bayesianas (Gibbs sampling) permiten actualmente estimas más precisas del valor genético de los animales (Rodríguez et al., 1996).

Resumen y conclusiones

El reto de la mejora porcina está en apoyar, de forma equilibrada, a los productores para satisfacer la demanda cualitativa del sector consumidor y suministrar una carne competitiva (en precio y calidad) con la de otras especies.

Para poder responder a este reto es indispensable fijar claramente los objetivos de calidad que requiere cada mercado. La

flexibilidad y potencial biológico del porcino hacen posible una rápida adaptación a las demandas de los productores, de los consumidores y de la industria de la carne.

La reducción del porcentaje de piezas grasas de la canal del porcino ha ido acompañada de una mejora de la eficiencia en el depósito de tejido magro. Es preciso, sin embargo, determinar para cada sistema de producción la mejor combinación entre el potencial genético de los animales y la calidad del alimento, con el fin de obtener el máximo depósito de proteína con un mínimo coste y limitar la emisión de residuos potencialmente contaminantes. No debe olvidarse que la alimentación es el coste más importante en la producción porcina.

La calidad de la carne ha disminuido como consecuencia del uso de tipos genéticos muy musculados y del sacrificio de animales cada vez más precoces. La erradicación del gen de sensibilidad al estrés es una prioridad en la producción de hembras híbridas.

A nivel de machos finalizadores, el uso alternativo de líneas seleccionadas para magro no sensibles, de líneas muy musculadas y sensibles al estrés o de líneas con una elevada calidad de carne, depende del tipo de canales que se pretenda obtener.

La selección de líneas especializadas para la producción de animales de peso elevado, con un nivel mínimo de grasa intramuscular, es fundamental para mantener (o aumentar) el estándar de calidad de los productos curados.

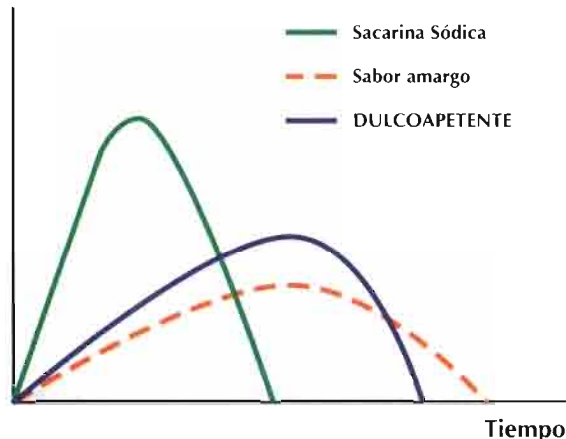
Las estructuras de selección y mejora genética han evolucionado notablemente durante los últimos años. Los programas asociativos tradicionales de mejora genética han adoptado estrategias expansivas similares a las de empresas privadas de tipo multinacional. El acceso libre a material genético de alta calidad será cada vez más limitado y son previsibles estrategias de producción-comercialización muy integradas en el futuro.

Recientes desarrollos en genética molecular permiten distinguir precozmente animales con genes que poseen un efecto relevante en aptitudes o deficiencias productivas o de calidad. La transferencia de dichos genes entre razas puede tener un interés elevado en caracteres reproductivos, de calidad de canal y de resistencia a enfermedades. En todo caso, será necesario analizar en conjunto los beneficios reales obtenidos. ■

Nota: Trabajo publicado en el libro *Porcinocultura: aspectos claves*. Mundi-Prensa, 1997.

DULCOAPETENTE

Intensidad



DULCOAPETENTE es el aditivo ideal para mejorar la palatabilidad aumentando el efecto hedónico de los componentes básicos del pienso.

DULCOAPETENTE posee una especial composición dirigida a enmascarar los sabores menos agradables de algunas materias primas prolongando el sabor dulce durante más tiempo.

DULCOAPETENTE es altamente positivo y está especialmente indicado en primeras edades, leches maternizadas y aditivos medicados o como complemento a la edulcoración habitual.



Otros productos **NATURE**

APETENZYMA	<i>Aromatizantes y Apetentes</i>
GUSTOR y DULACID	<i>Acidificantes</i>
FOS pk ACID^{pk}	<i>Acidificante encapsulado</i>
FUNGINAT	<i>Antifúngicos</i>
ANILOX	<i>Antioxidantes</i>
SALMONAT	<i>Antisalmonelósicos</i>
ENZYMAPEC	<i>Levaduras revivificables</i>



NATURE