

**PROGRAMA SECTORIAL DE I + D AGRARIO Y ALIMENTARIO DEL
MAPA**

MEMORIA

**Modelización de la evolución del depósito proteico en ganado
porcino en el período de engorde.
Efecto del régimen alimentario, sexo y condiciones ambientales
sobre la eficiencia y producción de residuos.**

Proyecto : SC00-087

**Irta-Centro de control porcino
2001**

Joan Tibau Font

1.- Introducción :

Las aptitudes genéticas de los genotipos porcinos actuales han cambiado considerablemente durante los últimos años. La eficiencia en la capacidad para el depósito de carne magra ha aumentado considerablemente. Los aportes alimentarios deben por lo tanto adaptarse a las necesidades nutricionales de dichos animales.

El potencial productivo de los animales varía en función de condicionantes genéticos (tipo genético), fisiológicos (sexo), ambientales (T^a, densidad), nutricionales (composición de las dietas y tipos de dietas), sanitarios ,etc. Sus características productivas, y sus necesidades nutricionales, evolucionan con el tiempo (edad y/o peso) de forma no lineal , existiendo óptimos biológico-técnicos variables en cada sistema de producción (granja-mercado) que determinan unos máximos márgenes económicos (y/o ambientales).

Dentro de cada línea es necesario considerar el **efecto sexo** . Las necesidades de un macho, una hembra o un castrado son muy distintas. Las necesidades nutricionales de los animales dependen también del **peso y/o edad** del cerdo de engorde.

La alimentación debe variar tanto en cantidad como en calidad a lo largo del engorde usando programas de **alimentación por fases**. Esta técnica es especialmente interesante desde el punto de vista medioambiental ya que permite la reducción de la excreción de nitrógeno y fósforo contribuyendo a la **reducción de residuos** por Kg. de carne.

2.- Planteamiento y desarrollo de las actividades realizadas

El objetivo general planteado en este proyecto es analizar el efecto sobre la deposición de proteína de dietas alimentarias para ganado porcino adaptadas a un tipo genético con distintos sexos, pesos y edades con el fin de maximizar el aprovechamiento del aporte proteico de la dieta, minimizar el nitrógeno de los residuos y optimizar los costes de producción.

Este objetivo se ha alcanzado mediante la modelización de la evolución de la ingesta de alimento y en particular de proteína en relación al depósito de magro y de proteína en distintos sexos y fases de engorde porcino.

El proyecto se ha desarrollado a dos niveles :

2.1.- Pruebas en Estación de Control

Se han aplicado distintos regímenes alimentarios alternativos mediante tecnología multi-fase con el fin de poder satisfacer las necesidades alimentarias de porcentajes variables de animales (30%, 50 %, 70 % y 90 %) y contrastar los resultados productivos y de calidad de canal en vivo obtenidos los distintas las alternativas incluyendo una dieta comercial.

Se seleccionaron de las granjas colaboradoras un total de 180 animales hembras (con el fin de distribuirse en 36 animales por régimen) procedentes de madres (LW*LS) todas negativas a estrés y padres (hal++) de raza Pietrain (analizadas mediante sondas para la dección del gen Hal+).

Después del período de precontrol se formaron para cada régimen 8 bloques de 4 animales con pesos homogéneos (dos extremos y 6 intermedios) Se establecieron 5 regímenes alimentarios con distintos niveles de lisina. Estos niveles de lisina (variables a lo largo de la fase de cebo) pretendían satisfacer las necesidades de crecimiento proteico del 30%50%,70% , 90% de los animales Se añadió un régimen comercial(COM).

Se registraron los peso, los depósitos de grasa y lomo y los consumos de pienso por tramos de 15 días y para animal o lote de animales (en el caso del consumo) .

Se estimaron asimismo parámetros derivados: crecimiento en componentes corporales, consumo energético, balance de nitrógeno. Se calcularon los costes de producción entre alternativas y se estimó la calidad de la canal al final del período de engorde.

2.2.- Pruebas en granjas colaboradoras

Se propusieron diferentes pruebas en granjas colaboradoras con el fin de contrastar los modelos obtenidos en condiciones de granja, con sexos y genotipos distintos, mediante el seguimiento de variables más simples. Se dispone es este momento de información completa de 600 animales de 11 combinaciones distintas de sexos * genotipos. En cada una de las pruebas se han perseguido distintos objetivos con el fin de ir fijando las variables y validando las ecuaciones de predicción

Prueba 1 .- PG1

Objetivos específicos :

- . Analizar en condiciones de campo variaciones entre sexos para variables productivas y de calidad
- . Validar las ecuaciones de predicción de % de magro de las canales a partir de mediciones de ultrasonidos
- . Aplicar las ecuaciones de predicción del depósito de proteínas y lípidos en animales vivos
- . Predecir el porcentaje de proteínas y lípidos a partir de mediciones en las canales

Número de animales 209

Tipos genéticos 1

Sexos 3

Información en cebo : pesos y mediciones US

Información canales : FOM

Prueba 2 .- PG2

Objetivos específicos :

- . Validar las ecuaciones anteriores en distintos genotipos y sexos teniendo en cuenta la existencia de un tipo genético común con la prueba anterior
- . Obtener las curvas de la evolución de peso, peso en proteína y lípidos así como los correspondientes crecimientos

Números d animales 211

Tipos genéticos 2

Sexos 3

Información en cebo : pesos y mediciones US seriadas

Información canales : FOM

Prueba 3 .- PG3

Objetivos específicos :

- . Análisis de las relaciones entre las mediciones US en vivo, las mediciones con FOM en las canales y los porcentajes de piezas nobles.
- . Obtener las curvas de la evolución de consumo, de peso, de peso en proteína y lípidos así como los correspondientes crecimientos entre sexos genotipos.
- . Analizar el efecto de distintas dietas en final del engorde sobre la calidad de la canal y el despiece

Números de animales 180

Tipos genéticos 2

Sexos 2

Regímenes alimentarios 2

Información en cebo : pesos y mediciones US seriadas

Información canales : FOM

Información de despiece

3.- Grado de consecución de los objetivos :

3.1.- En las pruebas de estación :

Se ha conseguido establecer los efectos sobre el crecimiento, consumo, calidad de la canal en vivo y balance nitrogenado entre estrategias alimentarias y costes de alimentación, tanto para cada período de 15 días como para el conjunto de la fase de cebo.

El presente estudio debería complementarse con dietas con u contenido en lisina más reducido así como con otros genotipos y sexos.

3.2.-En pruebas de granja :

Se ha conseguido la validación de las ecuaciones de predicción de la deposición en proteína y de lípidos en animales vivos para distintos genotipos y sexos..

Se ha conseguido predecir el porcentaje de magro de las canales y el porcentaje de algunas piezas con bastante precisión a partir de mediciones de ultrasonidos en vivo.

Es necesario ir actualizando estas ecuaciones para genotipos específicos

4.- Resultados y conclusiones :

4.1.- Pruebas de estación

Los resultados más importantes del conjunto del período de cebo quedan reflejados en las tablas 1, 2 y 3

Tabla 1.- Efecto de diferentes niveles de lisina en el pienso sobre los parámetros productivos y las predicciones de ingesta energética y aminoácidos.

	RÉG					Est. error	p
	DCOM	D30	D50	D70	D90		
GDF(mm)	12.3a	11.5ab	11.1bc	10.8bc	10.3c	1.79	0.0010
LDF(mm)	56.8	56.3	57.2	57.7	57.1	3.74	0.6730
PPROT(%)	16.46c	16.58bc	16.69ab	16.78ab	16.84a	0.419	0.0063
PGRF(%)	18.75a	17.91ab	17.61bc	17.35bc	16.79c	1.741	0.0012
PESPROTF(Kg)	18.027 c	18.156b c	18.278ab c	18.379a b	18.457 a	0.4691	0.0060
PESLIPF(Kg)	20.715 a	19.792a b	19.498b	19.118b c	18.479 c	1.9668	0.0009
IGD(mm/Kg)	0.0913	0.0847	0.0822	0.0794	0.0786	0.0204	0.1574
GMPD(g/dia)	778.4	779.8	771.2	767.7	770.2	31.37	0.5020
GMPDPROT(g/dia)	127.8	130.0	129.4	129.51	130.91	7.42	0.6444
GMPDLIP(g/dia)	177.8a	169.8ab	166.1bc	162.1bc	157.6c	19.49	0.0024
LIS DIGEST(g/dia)	16.23	16.48	16.41	16.43	16.60	0.880	0.6267
LIS TOTAL(g/dia)	17.84	18.12	18.05	18.07	18.25	0.965	0.6267
NDIP(g/dia)	20.5	20.8	20.7	20.7	20.9	1.19	0.6444
EM(Kcal/dia)	6182a	6101ab	6060bc	6017bc	5973c	219.2	0.0064

(ver las definiciones de las variables en el anejo I)

- a) Los animales con mas grasa dorsal fueron alimentados con dietas bajas en lisina., la profundidad del lomo no varia entre tratamientos
- b) El crecimiento total diario y el consumo Si en cambio en crecimiento medio diario en lípidos. El consumo de lisina total fue diferente y la cantidad de grasa dorsal presentaba diferencias entre las dietas
- c) La energía metabolizable calculada en función del crecimiento en proteínas y lípidos fue superior a la realmente consumida

Tabla 2.- - Variables de consumo para cada régimen alimentario

	RÉGIM					Estandar Error	p
	DCOM	D30	D50	D70	D90		
CD(g/dia)	1689	1643	1689	1638	1676	128.5	0,0829
CD(Kcal/dia)	5744	5587	5744	5571	5701	436.9	0,0829
CD lis total(g/dia)	15.91d	15.13c	17.14b	17.47b	19.94a	1,84	<0,0001
Ningerit(g/dia)	45.3c	44.12c	47.56b	47.5b	51.83a	4.19	<0.0001
IC	2,18	2,21	2,19	2,18	2,11	0,2336	0,2766
COST(Kg)	0.47c	0.47c	0.48b	0.49a	0.49a	0.05	0,0390
COST TOTAL	5.07bc	4.94c	5.22b	5.16b	5.48a	0.426	<0.0001

- d) El índice de conversión no variaron entre tratamientos.
 e) El coste de la alimentación por kilo de pienso fue superior con dietas ricas en lisina

Tabla 3.- Balance entre nitrógeno ingerido y depositado

%Proteína	DCO M	D30	D50	D70	D90
Ningerit(g/dia)	45.3	44.1	47.6	47.5	51.8
Ndip(g/dia)	20.5	20.8	20.7	20.7	20.9
N excretat(g/dia)	24.8	23.3	26.9	26.8	30.9
Relatiu(%)	80%	75%	87%	87%	100%
Ratio (Pdip/Pin)	45.3	47.2	43.5	43.6	40.3

Ningerit (Nitrógeno ingerido) **Ndip** (Nitrógeno depositado)

N excretat (Nitrógeno excretado) **Ratio** (proteína depositada /proteína ingerida)

f) La dieta con un porcentaje de nitrógeno excretado mas bajo (75% respecto a la mas elevada) fue la dieta d30 . Esta dieta se considera la más adecuada tanto desde el punto de vista nutricional como ambiental .

f) El pago de las canales por porcentaje de magro puede compensar el extra coste en uso de dietas más ricas en lisina.

Anejo 1.- Lista de variables básicas, derivadas y estimadas utilizadas en la comparación de estrategias alimentarias en las pruebas en estación

VARIABLES PARA CADA ANIMAL(o LOTE*BLOQUE) Y TRAMO EXPERIMENTAL (7)

- **PI** (Peso inicial, Kg.) **PF** (Peso final) **PM**(Peso medio, entre **ND** (días del tramo)
- **GDI** (Grasa dorsal inicial, mm)**GDF** (Grasa dorsal final, mm)
- **LDI** (Profundidad del lomo inicial, mm)**LDF** (Profundidad del lomo final, mm)
- **EI** (Edad inicial, días) **EF** (Edad final, días): edad al final de cada control.
- **PPROTI, PPROTF** (Porcentaje de proteína inicial y final del animal, %) estimado a partir de mediciones de GDI y LDI o de GDF $\%PROTEINA = 15.5595 - 0.181976*GD + 0.05517*LD$ o $\%PROTEINA = 14.4186 - 0.0587*GD + 0.0581*PM$ (en el primer tramo)
- **PGRI , PDGR** (Porcentaje de grasa inicial o final , %): calculado a partir de $\%GREIX = 1.339 + 0.994*GD + 0.0918*LD$ o $\%GREIX = 3.4528 + 0.7957*GD + 0.0517*PM$
- **PESPROTI, PESPROTF** (Peso proteína inicial y final, Kg.) (=PI o PF x %)
- **PESLIPI,PESLIPF** (Peso lípidos inicial o final , Kg.) (=PI o PF x %)
- **IGD**: crecimiento del tocino dorsal (mm./Kg.) (= GDF – GDI/(PF – PI)
- **GMPD** (Ganancia media de peso diaria g./día) (= (PF –PI)/ND)
- **GMPDprot** (Ganancia media de peso diario en proteína, g./día):
= (PESPROTF – PESPROTI) * 1000/ ND)
- **GMPDlip** (Ganancia media de peso diario en lípidos, g./día (equivalente)
- **LIS DIGEST** (Lisina digestible requerida para satisfacer el GMODprot, g./día):
 $LIS DIGEST = (0.036 * PM*.75) + (0.12 * GMPDprot)$
- **LIS TOTAL** (Lisina total requerida para satisfacer GMPDProt, g./día):
 $LIS TOTAL = 0.0365 + 1.0973 * LIS DIGEST$
- **N DIP** (Nitrógeno depositado, g./día) $N DIP = GMPDprot / 6.25$
- **ME Requerida**: concentración energética de la ración.
 $ME = (106 * P0.75) + (10.6 * GMPDprot + 12.5 * GMPDlip)$
- **CDP** (Consumo medio diario de pienso por cerdo , Kg./d.).
- **CDE** (Consumo medio diario, Kcal./día): Kcal. consumidas por animal y día.
- **CD lis total** (Consumo medio diario de lisina total, g./día):
- **N ingerido** (Nitrógeno ingerido, g./día): (= CDP * %PB / 6.25). PB: % prot.bruta pienso.
- **IC** (Índice de conversión, Kg. de pienso / Kg. de peso) (= CDP / GMPD)
- **COSTE PIENSO** (Ptas./Kg.): coste en pesetas de d'un kilo de pienso.
- **COST** (Ptes): coste del pienso por kg. de cerdo y **COSTE TOTAL** (Ptas.) por tramo.
- **N excretado** (Nitrógeno excretado, g./ día) (= N ING- N DIP)

4.2.- Pruebas de Granja

Las diferentes experiencias han permitido

a) Las mediciones de espesor de tocino (GP) y de lomo (LP) de los equipos de ultrasonidos utilizados (US) en vivo predicen adecuadamente porcentaje de magro (Ecuación . 1)
Ecuación 1

$$\% \text{ magro} = 64,8 - 0.9317 \text{ GP} + 0.06 \text{ LP} \quad (r^2= 81,5 \% \text{ dte}=1.662)$$

b) Las correlaciones entre las mediciones de ultrasonidos piezas nobles de las canales las estimaciones de magro de la canal y el porcentaje de piezas nobles son elevadas.
(tabla 4)

Tabla 4.- Correlaciones entre mediciones en vivo y en canal

	LUS	GFOM	LFOM	PMAGRO	PPERN	PNOBLE
GUS	-0,27	0,88	0,02	-0,86	-0,71	-0,60
LUS		-0,22	0,51	0,32	0,21	0,29
GFOM			0,05	-0,97	-0,69	-0,65
LFOM				0,14	-0,06	0,12
PMAGRO					0,66	0,66
PPERN						0,62

GUS: Grasa Ultrasonidos LUS: Lomo ultrasonidos

GFOM: Greix FOM LFOM: Lomo FOM

PMAGRO: % Magro segun FOM

PPERN: Porcentaje de Jamón

PNOBLE: Porcentaje de piezas nobles (jamon pulido + lomo + pala redonda + panceta pulida + costilla chuleta) / Peso canal

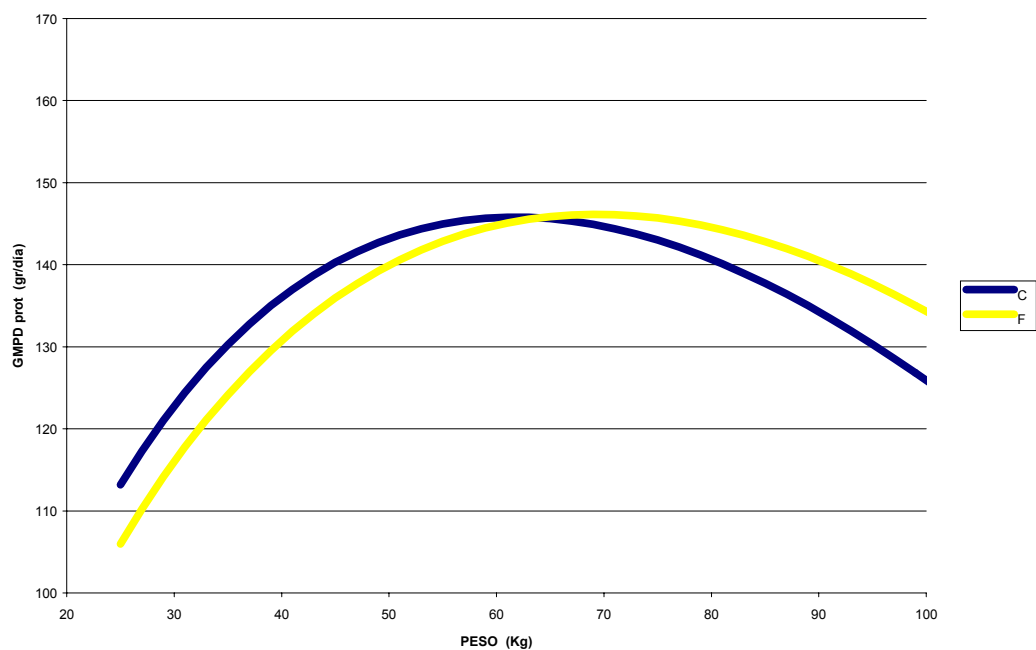
c) Las mediciones de espesor de grasa (GLR y G34) y de lomo (MFOM) efectuadas sobre las canales con equipos ultrasónicos permiten la predicción del porcentaje de proteína de los animales vivos. Ecuación 2

Ecuación 2

$$\text{PROT} = 16.725 - 0.1194 \text{ GLR} - 0.04156 + 0.03612 \text{ FOM}$$
$$R^2 = 0.795 \text{ dte} = 0.347$$

c) La evolución del crecimiento en proteína varía según el sexo, dentro de cada genotipo. Esta evolución es significativamente distinta a partir de los 70 kg. De peso vivo.

EVOLUCION CRECIMIENTO EN PROTEÍNA (EJEMPLO)



d) Los cambios en la dieta pueden afectar de forma distinta al crecimiento y engrasamiento a animales de distinto sexo. Es

necesario establecer dietas distintas en función del sexo a partir de 70 kg. de peso vivo.

- e) Las ecuaciones de predicción de depósito proteico deben ser evaluadas continuamente. Es necesario definir el mínimo de mediciones necesario para establecer ecuaciones precisas adaptadas a nuevas condiciones.

5.- Aplicación al sector y difusión de resultados

El estudio realizado tiene una aplicación práctica inmediata

1.- Las ecuaciones de predicción del peso en proteína en los animales vivos conjuntamente con el consumo de energía se están utilizando para la elaboración de dietas en los cruces y sexos estudiados por parte de las empresas participantes

2.- La formación ofrecida a los técnicos en la utilización de equipos ultrasónicos es de gran utilidad para las empresas. Las ecuaciones de predicción del porcentaje de magro de las canales pueden utilizarse para seleccionar los animales en granjas de selección o para escoger animales de sacrificio en granjas de producción.

3.- Se está validando actualmente otro equipo de ultrasonidos. Este equipo podrá ser utilizado por el sector de forma adecuada.

4.- Los resultados técnicos obtenidos con el estudio de las dietas se reflejarán en sendas publicaciones divulgativas próximamente.

5.- Los resultados más prácticos se presentarán en las Jornadas sobre eficiencia y calidad en el porcino que está previsto celebrar en Junio 2003.

6.- Colaboraciones y ayudas recibidas o prestadas . Relaciones internacionales

Para el desarrollo de estos estudios se ha contado con la colaboración de diferentes empresas :

- . PIC (genética porcina y análisis ADN)
- . Baucells (producción de lechones y dieta comercial)
- . Intervet (equipos de ultrasonidos)
- . Batallé (colaboración en el análisis de datos de ultrasonidos)

Se han formado 5 técnicos de empresas en el uso de los equipos de ultrasonidos :

- . Cooperativa de Artesa de Segre
- . Nanta (Hypor- Nutreco)
- . Batallé
- . Daltrain

Ha participado asimismo de forma muy activa en la planificación y el desarrollo del proyecto el Dr. Candido Pomar de Agriculture Canadà (en la definición de las dietas) y el Dr. Rivest del Centro de Desarrollo del Cerdo del Québec (para el estudio de las ecuaciones de predicción).

Los datos obtenidos se han comentado asimismo con los investigadores del Centro INRA de Saint Gilles en Francia (Van Milgen y Dourmand) y se ha propuesto una acción integrada para el análisis en profundidad de la información obtenida en este proyecto.

