

5. DISCUSIÓN

5.1. Aspectos metodológicos

La descripción de la conducta alimentaria del cerdo se ha realizado a partir de la información obtenida del SACA pero, previamente, esta información ha sido modificada siguiendo unos criterios metodológicos. En este apartado son estudiados tres aspectos metodológicos (criterios de depuración, criterio de comida y registros de consumo nulo) que permiten orientar el necesario tratamiento de la información para obtener los parámetros de conducta alimentaria. El **Esquema 5.1** (pág. 184) resume lo más destacado de este apartado.

5.1.1. Los criterios de depuración

Para definir correctamente los criterios de depuración deben distinguirse 3 aspectos: tipo de error, causas que originan los errores e incidencia de cada error. A continuación describiremos estos tres aspectos en cada uno de los 5 criterios de depuración utilizados en este trabajo comparándolos con otros trabajos de la literatura.

1) Visitas fantasma: suponemos que fueron causadas por ratones, por pérdidas momentáneas de la señal de radiofrecuencia y por identificadores extraviados o estropeados. La incidencia de este error fue del 1,21 % y es parecida a la encontrada por Eissen (2000) que observó que el 0,95 % de las visitas eran no identificadas. De acuerdo con Eissen (2000) no fue posible asignar las visitas fantasma provocadas por identificadores averiados y todas ellas fueron eliminadas. Para evitar perder información, en este trabajo los días en que un cerdo tenía problemas con el identificador fueron corregidos por interpolación entre los días anteriores y los posteriores. Este método no es del todo exacto pero permite evitar una pérdida importante de información para determinados animales.

2) Consumos y tiempos exagerados (consumos $> 1,5$ Kg ó $< -0,03$ Kg y tiempos > 35 min): suponemos que la causa de los consumos exagerados se debe al apoyo de las patas sobre la tolva. No sabemos la causa de los tiempos exagerados. Estos errores presentaron tan baja incidencia ($< 0,0001$ %) que podían ser eliminados sin problemas. No obstante, se valoraron, uno a uno, todos los consumo mayores a 1,5 Kg y todos los tiempos mayores de 35 minutos. Eissen (2000) consideró que los consumos debían ser mayores de 2 Kg para ser considerados erróneos.

3) Consumos nulos: fueron muy frecuentes (13 %) y se decidió estudiarlos aparte para no confundirlos con la conducta trófica. En el apartado 5.1.3 (pág. 182) se discutirá sobre las posibles causas de estos consumos nulos. A diferencia de este trabajo, Ramaekers (1996) y Eissen (2000) incluyeron estos registros en la conducta trófica.

4) Cosumos negativos pequeños ($-0,04 < \text{consumo} < 0,00$ Kg): suponemos que fueron provocados por el error de ± 10 g de la báscula o por la acumulación de saliva en la tolva sin que se diera consumo. El porcentaje de estos registros erróneos fue del 2,3 %. Si los consumos nulos no eran considerados tróficos mucho menos los consumos

menores a cero, por tanto, fueron eliminados todos. Eissen (2000) sólo consideró erróneos los consumos negativos menores a $-0,02$ Kg.

5) Tiempos nulos: no se pudo esclarecer la causa de este error pero suponemos que se produjeron por fallos de la máquina. Solían coincidir con los consumos nulos o de 10 g. Su incidencia fue del 1,54 %. Fueron eliminados todos, a diferencia de Eissen (2000) que sólo eliminó los registros de tiempo cero que tenían un consumo mayor de 0,01 Kg.

De acuerdo con la literatura (Knap y Van der Steen, 1994; Eissen, 2000) no ha sido posible la asignación de los errores detectados. Hasta ahora, los criterios o algoritmos utilizados sólo sirven para eliminar errores y no consiguen reparar la información. Eissen *et al.*, 1999 comprobaron que la eliminación de los registros erróneos no modificaba el valor real del consumo medio diario de manera significativa. De todas formas, tal como afirmó Eissen (2000) conviene evitar los errores mediante un chequeo diario de la información y un mantenimiento periódico del SACA.

La corrección de los datos generados por el SACA se puede realizar siguiendo tres procesos:

Proceso 1: 1º) almacenar la información, 2º) estudiar los tipos de errores y establecer los criterios de depuración, 3º) depurar la información. Este es el proceso que se ha seguido en este trabajo y es el más laborioso.

Proceso 2: 1º) recoger información preliminar con el fin de analizar los errores y establecer los criterios de depuración óptimos para cada granja, 2º) almacenar los datos del estudio directamente corregidos por los criterios establecidos anteriormente.

Proceso 3: almacenar los datos directamente corregido por un *software* estándar.

Nos parece que el uso de un *software* estándar de corrección de errores (algoritmos generalizados: proceso 3) no es aconsejable pues cada investigador debe juzgar la importancia que le da a cada error. Eissen (2000) admitió la arbitrariedad con la que decidió algunos aspectos de sus algoritmos de corrección. Nuestra opinión es aconsejar un estudio preliminar en cada estación, tal como hemos descrito en el proceso

2. En la medida que se conozcan e individualicen más las causas de cada tipo de error más parecidos serán los criterios de depuración entre los diferentes trabajos.

5.1.2. El criterio de comida

Los cerdos estudiados presentaron un criterio de comida, fácilmente definible, de aproximadamente medio minuto. No siempre ha sido posible calcular este parámetro. Por ejemplo, Young y Lawrence (1994) no pudieron interpretar con objetividad las curvas de supervivencia obtenidas debido a la gran variabilidad provocada por la competencia social entre los animales y, por este motivo, no pudieron trabajar con el criterio de comida. El hecho de que el criterio de comida se pueda obtener, de forma nítida, por medio de diversas técnicas matemáticas muestra que es algo real. Existe una distinción biológica entre las pausas dentro de una comida (numerosas y cortas) y las pausas que separan las diferentes comidas (pocas y largas). Estos dos tipos de pausas son los que provocan los dos procesos de azar que definen la curva de supervivencia (Slater y Lester, 1982).

De Haer y Merks (1992) agruparon las visitas dentro de comidas por motivos biológicos. Labroue *et al.* (1994) lo hicieron por motivos técnicos –corregir el fraccionamiento de las comidas provocado por los movimientos bruscos de cabeza– y para poder comparar su estudio con otros realizados en otras condiciones experimentales. La observación visual de la conducta alimentaria de los cerdos alimentados con el SACA y el tratamiento informático de la información son elementos que muestran la conveniencia de trabajar con el criterio de comida. De forma directa se ve²² como algunos cerdos son molestados continuamente mientras están comiendo, dando lugar a fraccionamientos numerosos de las comidas. Este fraccionamiento también se manifiesta en las numerosas visitas, de escaso tiempo y consumo, que detecta el ordenador conectado al SACA. Así pues, en este trabajo se han encontrado motivos biológicos (curva de supervivencia) y técnicos (fraccionamientos accidentales) que justifican el empleo del criterio de comida.

Las diferencias encontradas entre las diversas técnicas empleadas para el cálculo del criterio de comida muestran que no es indiferente utilizar una u otra. Los valores de criterio de comida obtenidos con la observación visual o con el histograma resultaron ser mayores y más subjetivos que los obtenidos con el método de ajuste matemático de la curva de supervivencia. Entre las dos técnicas basadas en el ajuste matemático de la curva de supervivencia no existió diferencia estadística pero parece ser más riguroso

²² Todos los animales de la raza Large White del lote 2 fueron filmados en vídeo y se pudo estudiar su conducta social y el modo en que se producían las visitas al comedero.

emplear la técnica que ajusta la curva parte a una cóncava y parte a una recta debido a que la parte izquierda de la función se asemeja más a una cóncava que a una recta. Debe decirse que este ajuste es el más laborioso y el más utilizado por la literatura reciente (por ejemplo, De Haer y Merks, 1992 y Labroue *et al.*, 1994).

El criterio de comida es un parámetro que presenta gran variabilidad no sólo, como se acaba de ver, entre las diferentes técnicas, sino también entre especies, entre trabajos, entre razas y entre animales. En este trabajo hemos encontrado efecto raza significativo sobre el criterio de comida (pág. 146). De Haer y Merks (1992), Labroue *et al.* (1994) y Hyun *et al.* (1997) trabajaron con cerdos en crecimiento y obtuvieron criterios de comida de 5 min, 2 min y 28,3 min, respectivamente. Petrie y Gonyou (1988), con cerdos recién destetados, hallaron criterios de comida entre 7 y 9 min. En otras especies los resultados también son muy variables: en ratas oscila entre 5 y 40 min (o más) (Le Magnem, 1992); en vacas, 4 min (Metz, 1975) y en terneros lactantes, 7 min (Forbes *et al.*, 1987). Dentro de un mismo trabajo, el rango de los criterios de comida puede oscilar considerablemente: por ejemplo, De Haer y Merks (1992) (rango = 4-10,5 min) y Labroue *et al.* (1994) (rango = 0,5-4,5 min). Estas diferencias encontradas en la literatura hacen suponer que el criterio de comida depende mucho de las condiciones ambientales de cada experimento y que, por tanto, no conviene extrapolar este parámetro de un estudio a otro; y menos aún, de una raza a otra. Es un parámetro que está muy ligado al entorno y a los animales que se utilizan en cada estudio.

Los parámetros alimentarios obtenidos al aplicar un criterio de comida global difirieron estadísticamente de los obtenidos a partir de un criterio de comida individualizado. Debido a la gran variabilidad del criterio de comida descrita antes parece ser más riguroso trabajar con el criterio de comida individualizado. Slater (1974) descubrió diferencias substanciales entre los diferentes criterios de comida y sugirió la conveniencia de aplicar un criterio de comida individualizado para cada animal.

5.1.3. Parámetros de consumo nulo

Las visitas de consumo nulo tienen más importancia por la frecuencia con la que ocurrieron (13,94 % de las visitas al comedero) que por el tiempo que supusieron (1,2 % del tiempo diario). Los consumos nulos se pueden describir como frecuentes y de corta duración. Mientras que una visita en la que se registra consumo dura entre 4 y 7 minutos las visitas de consumo nulo no llegan al medio minuto. Young y Lawrence (1994) también comprobaron que las visitas de consumo nulo eran menos frecuentes y duraderas que las alimentarias, y Nielsen *et al.* (1995b) observaron que el 70 % de las visitas de consumo nulo tenían una duración menor de 15 s y representaban un 11 % de todas las visitas.

Como su nombre indica, la conducta alimentaria hace referencia a las visitas que aportan alimento. Cuando una visita se registra con consumo nulo, si bien expresa un determinado comportamiento, no refleja una conducta trófica. Además, la inclusión de los registros de consumo nulo dentro de la conducta alimentaria hizo variar de manera significativa los parámetros alimentarios tiempo de ingestión (TID), frecuencia (NVD), tamaño (CAV) y duración (TIV). Por estos motivos, pensamos que las visitas de consumo nulo no deben tenerse en cuenta en la construcción de los parámetros alimentarios. En la literatura encontramos autores que no las incluyen (De Haer y Merks, 1992; Young y Lawrence, 1994) y otros que sí (por ejemplo, Ramaekers, 1996, Eissen, 2000).

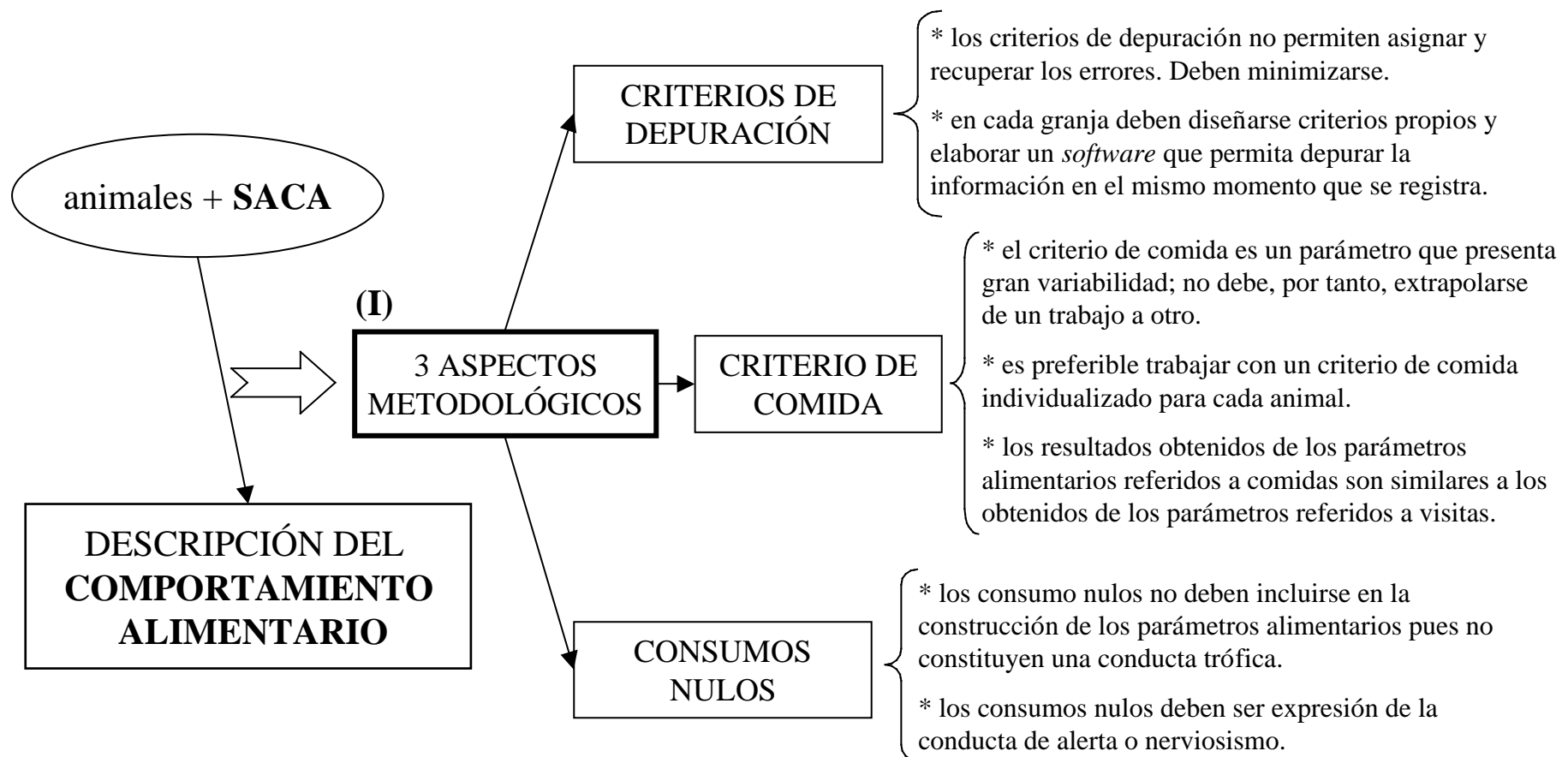
Si los parámetros de consumo nulo no son expresión de la conducta alimentaria entonces deben ser provocados por otros tipos de conducta como, por ejemplo, la conducta exploratoria, la conducta de alerta o la conducta social. La conducta de exploración asociada a la alimentación consiste en que los cerdos acuden al comedero sin ganas de consumir, sólo por distracción. El resultado de estas visitas serían registros sin consumo.

Por medio de la conducta de alerta (nerviosismo) los animales compaginan su alimentación con el control de sus compañeros o del entorno. Podría ocurrir que los cerdos realizaran movimientos bruscos de la cabeza en señal de alarma, y que éstos se tradujeran en interrupciones momentáneas de la señal de radiofrecuencia. Después de cada interrupción brusca de la señal podría registrarse un consumo nulo.

Por último, los visitas con consumo nulo podrían ser el resultado, como así supusieron Young y Lawrence (1994), de desplazamientos entre animales asociados a la conducta social. Si los consumos nulos fueran producidos por la interacción social cabría esperar que se produjeran más al principio, cuando los animales son pequeños y se pueden colar al mismo tiempo en el interior del comedero, y también porque en los primeros días se establece la jerarquía por medio de enfrentamientos frecuentes; o bien, se hallarían relaciones entre el grado de dominancia y los parámetros de consumo nulo. Sin embargo, las curvas de evolución en el tiempo de los parámetros de consumo nulo demuestran que no se producen más consumos nulos al principio (la evolución a lo largo de los 50 días del periodo no presenta una tendencia clara) y, como se verá más adelante (pág. 216), los parámetros de visitas de consumo nulo no son diferentes entre los animales dominantes y los sumisos.

En el apartado 5.3.1.2 (pág. 207) se dirá que los parámetros de consumo nulo distinguen la raza Piétrain de las otras tres. Es bien conocido que esta raza tiene alta incidencia del síndrome del estrés porcino (Wood, 1989) y, por tanto, puede pensarse que la conducta de consumos nulos es un indicador del estado de alerta y nerviosismo en el que se encuentran los animales. En este sentido, la tendencia de los parámetros de consumo nulos en el tiempo presenta una serie de picos que podrían ser indicadores de los días con mayor agitación en la granja. Esta afirmación concuerda con lo referido por Nielsen *at al.* (1995a) que observaron que los animales alimentados con suministradores automáticos de alta protección contra la competencia presentaban menor número de visitas de consumo nulo diarias que los alimentados con media o baja protección. El grado de protección debe disminuir el estado de alerta y, por consiguiente, baja la incidencia de los consumos nulos. Por otro lado, a diferencia de lo que cabría esperar, Nielsen *et al.* (1995b) hallaron la misma proporción de consumos nulos para grupos de 5, 10, 15 y 20 animales.

También podría pensarse que los registros de consumo nulo no fueran la expresión de ninguna conducta en particular sino el resultado de problemas en la captación de la señal por parte del SACA. El gran porcentaje con el que se producen y la existencia de diferencias estadísticas entre razas hacen poco probable esta última posibilidad. Así pues, aunque en este trabajo no se han encontrado argumentos que clarifiquen la causa de su aparición, todo parece indicar que los parámetros de consumo nulo son indicadores del grado de alerta y de nerviosismo de los animales.



Esquema 5.1. Resumen de lo más destacado del apartado “aspectos metodológicos”.

5.2. Descripción del comportamiento alimentario en el cerdo

Estudio de algunos aspectos del comportamiento alimentario del cerdo que ha sido posibilitado –o facilitado– por la tecnología de los suministradores automáticos de consumo alimentario. En concreto, se aborda el tema de la evolución o tendencia de los parámetros alimentarios, la consistencia en el tiempo de estos parámetros, el significado del grado de ocupación del comedero, el estudio de las relaciones internas entre los parámetros alimentarios y las características generales del comportamiento alimentario. El **Esquema 5.2** (pág. 203) muestra lo más destacado de este apartado.

5.2.1. Parámetros alimentarios

En los últimos años varios autores han recogido los parámetros alimentarios en sus publicaciones utilizando la tecnología del SACA: De Haer y Merks (1992); De Haer y De Vries (1993a y 1993b); Nielsen y Lawrence (1993); Labroue *et al.* (1994); Nielsen *et al.* (1995); Ramaekers (1996); Hyun *et al.* (1997); etc. Tal como mencionaron Hyun *et al.* (1997), las diferencias entre los valores absolutos de los diferentes autores y trabajos se deben a las diferencias en los diseños experimentales: genotipos, sexos, rangos de peso vivo, diseño del corral, densidad de animales, tamaño de grupo, forma de alimentación, condiciones ambientales y diseño del suministrador automático. A esto se le tendría que añadir el criterio de comida utilizado y la depuración de los datos realizada, especialmente por lo que se refiere a los consumos nulos. Por consiguiente, los parámetros alimentarios de este trabajo (ver **Tabla 4.9**) se compararán con aquellos que hayan sido recogidos en la literatura en condiciones similares: De Haer y De Vries (1993a) utilizaron animales machos de las razas Landrace y Large White con el mismo tipo de estación de alimento que aquí (IVOG), y Labroue *et al.* (1994) también trabajó con cerdos machos de estas dos razas pero con la estación ACEMA (protección alta del comedero contra la competencia).

Tal como dijimos en el capítulo de Resultados, las razas Landrace y Large White obtuvieron, respectivamente, un consumo diario de 1929,3 g/día y 1918,4 g/día, un tiempo diario de 57,4 min y 56,4 min, una velocidad de ingestión de 35,1 g/min y 36,1 g/min; y un número de visitas de 14,1 y 20,9, un tiempo por visita de 5,1 min y 3,8 min, un consumo por visita de 174,2 g y 123,8 g; y un número de comidas de 11,3 y 15,2, una duración de las comidas de 6,2 min y 4,7 min, y un tamaño de las comidas de 210,0 g y 158,1 g. Estos resultados difieren muy poco de los recogidos por De Haer y De Vries (1993a), a excepción del consumo diario que es menor que el obtenido en este trabajo. Los resultados de Labroue *et al.* (1994) presentan menor número de visitas y comidas que, como consecuencia, se manifiesta en un mayor tamaño y duración de las mismas; y una velocidad de ingestión mayor. Estas diferencias con Labroue *et al.* son en parte coherentes y en parte no con lo que dijo Nielsen *et al.* (1995) de que en una suministrador automático, con alta protección contra la competencia, el tamaño y la duración de las visitas aumenta mientras que la velocidad de ingestión disminuye.

Las diferencias entre razas se tratarán más adelante pero, para poder comprender mejor algunos aspectos que se comentarán en los apartados siguientes, conviene adelantar que las razas se distinguen en atención a dos parámetros: la frecuencia y la

velocidad. Cuando la frecuencia es baja las visitas son de gran tamaño y duración, y viceversa. Llamaremos cerdos *glotones* a los primeros y *mordisqueadores* a los otros. La velocidad distingue a los animales en *rápidos* y *lentos*. Así, tenemos que la raza Duroc es glotona lenta, la raza Landrace es glotona rápida, la raza Large White es mordisqueadora rápida, y la raza Piétrain es mordisqueadora lenta.

5.2.2. Evolución de los parámetros alimentarios

5.2.2.1. Evolución a lo largo del periodo de 50 días: con el tiempo, con la edad y con el peso vivo

Para describir las tendencias de los parámetros alimentarios a lo largo del periodo estudiado (de 50 días) se han empleado cuatro procedimientos: 1) evolución en el tiempo, 2) evolución con la edad, 3) evolución con el peso vivo, utilizando la aproximación por recta de regresión (método 1), y 4) evolución con el peso vivo, calculada con la técnica de la nube de puntos (método 2). Los cuatro procedimientos presentan resultados coincidentes sobre los parámetros de consumo, velocidad y tamaño. Precisamente, estos tres parámetros se caracterizan por mostrar tendencias bien definidas. Los procedimientos 1 y 2 se corresponden perfectamente. Las dos técnicas basadas en el peso vivo presentan tres diferencias entre sí. Estas diferencias indican que el método 1 de la evolución con el peso vivo es el que más se parece a los procedimientos basados en el tiempo y en la edad. Por todo lo dicho, cuando sólo se pretende conocer la tendencia general de un parámetro –si es ascendente, constante o descendente–, y todos los animales entran el mismo día y con un peso similar, el procedimiento más adecuado y sencillo es el de la evolución en el tiempo.

El consumo, la velocidad y el tamaño aumentaron siempre y con pendiente pronunciada. La frecuencia también aumentó pero de forma más atenuada. El tiempo y la duración, por lo general, tendieron a disminuir de forma suave. Entre el lote 1 y el 2 sólo existió diferencia en la tendencia del parámetro tiempo diario de las razas Landrace y Large White, que en otoño disminuyó y en primavera aumentó ligeramente para acabar disminuyendo en los últimos días. Estas tendencias son parecidas a las recogidas por Labroue *et al.* (1994) y Hyun *et al.* (1997), salvo en el caso de la frecuencia que obtuvieron una doble tendencia: primero ascendente y después descendente.

El perfil de la tendencia del consumo se pareció mucho al perfil de la velocidad. Estos dos parámetros van muy ligados en su evolución. Labroue *et al.* (1994) y Hyun *et al.* (1997) también observaron esta coincidencia en los perfiles del consumo y de la velocidad, tanto en el tiempo como con el peso vivo, respectivamente.

Desde el punto de vista del comportamiento alimentario se podría explicar el aumento progresivo del consumo de alimento a lo largo del periodo de la siguiente manera: con el paso de los días el cerdo crece (aumenta su capacidad bucal) y adquiere mayor velocidad de consumo, que se traduce en visitas de mayor tamaño. Por otro lado, aumenta ligeramente la frecuencia de visitas y como éstas son cada vez de mayor tamaño el consumo diario aumenta progresivamente. El tiempo diario de ingestión y la duración de cada visita, a medida que transcurre el periodo, pierden importancia de cara a asegurar un buen consumo, y pueden disminuir ligeramente. Es probable que el consumo diario dependa fundamentalmente de la capacidad de comer rápido que tiene un animal en cada momento del periodo y esto explicaría la estrecha relación entre los perfiles de la velocidad y del consumo a lo largo del tiempo.

Las oscilaciones en sierra o zigzag que experimentaron los parámetros alimentarios de un día a otro, especialmente la frecuencia y el consumo, podrían estar indicando que la conducta alimentaria del cerdo es impulsiva y poco moderada: un día de consumo excesivo viene seguido de uno de ayuno.

5.2.2.2. Evolución circadiana

La evolución circadiana de los parámetros alimentarios muestra unos perfiles con picos. Son especialmente importantes los picos del consumo y del tiempo. En otoño se produjeron dos picos –uno por la mañana (10.00h) y otro por la tarde (17.00h)– y en primavera tres –dos por la mañana (9.00h y 13.00h) y el tercero por la tarde (19.00h)–. Similares resultados obtuvieron De Haer y Merks (1992), Nielsen *et al.* (1995a) y Ramaekers (1996): el rango horario de los picos osciló entre las 06.00h y las 10.00h para el de la mañana, y entre las 14.00h y las 19.00h para el de la tarde. De Haer y Merks (1992) también obtuvieron un segundo pico de la mañana –a las 09.00h– pero como fue muy suave no le dieron importancia.

Los ciclos circadianos muestran que la conducta alimentaria del cerdo es sensible a la luz. Algunas evidencias de esta afirmación son: a) la salida y la puesta del sol actuaron como desencadenantes de los picos de consumo y de tiempo, de primera hora de la mañana y de la tarde. b) En la estación de mayor horario solar (primavera) se amplió también el nivel de actividad: en primavera, los animales dedicaron 3 horas más

que en otoño a la actividad máxima de ocupación del comedero²³. c) Esta ampliación del horario solar puede ser la causa de que en primavera se den más picos de consumo y de tiempo que en otoño. A los animales les da más tiempo para expresar un tercer pico. d) Los cerdos presentaron actividad alimentaria durante las 24 horas del día pero fue mucho mayor durante las horas de luz que durante la noche. De acuerdo con esto, Labroue *et al.* (1999) observaron que el 70 % del consumo del cerdo se producía entre las 8.00-20.00 h y el 30 % restante entre las 20.00-8.00 h. Las visitas al comedero en horas de oscuridad fueron menos frecuentes, más lentas, más largas y de mayor tamaño que las diurnas: durante la noche los animales se comportaron como *glotones lentos*. En otras especies se han encontrado resultados parecidos a éstos, por ejemplo, Savory (1979) observó que las aves de corral presentaban un pico de consumo una hora antes del atardecer y Stricklin (1988) comprobó que las vacas expresaban un pico pequeño de consumo antes de la puesta del sol y otro, pasada la medianoche. Además, el primer pico se movía de acuerdo con el horario solar del año y el pico de la noche era más largo en invierno.

La sensibilidad de la conducta alimentaria del cerdo a la luz está de acuerdo con lo que dijeron Feddes *et al.* (1989) de que los dos picos de consumo son una respuesta a la alternancia entre luz y oscuridad. En este sentido, Hyun *et al.* (1997) utilizaron luz continua las 24 horas del día y sólo obtuvieron un pico único de consumo. Por otra parte, el rango horario de los picos que recoge la literatura (ver más arriba) muestra que según el país y la época del año la luz natural cambia y, con ella, también el horario de los picos.

En la discusión de la evolución de los parámetros a lo largo del periodo de 50 días se comentó que la tendencia del consumo fue muy parecida a la de la velocidad. Respecto a los ritmos circadianos, se observó que el perfil del consumo estuvo estrechamente relacionado con el del tiempo, tanto en cada hora (perfil del consumo por horas con el del tiempo por horas) como en cada visita (perfil del consumo por visita con el del tiempo por visita), y que el perfil de la frecuencia fue inverso a los del consumo por visita y tiempo por visitas. Estas relaciones coinciden por las recogidas en la literatura (De Haer y Merks, 1992; Young y Lawrence, 1994; Ramaekers, 1996; Hyun *et al.* 1997).

²³ En el apartado 4.2.4 se definió *la actividad máxima de ocupación* como la franja del día con mayor nivel de ocupación del comedero, comprendida entre el inicio del pico de la mañana y el final del pico de la tarde.

El cerdo alcanza los picos de consumo por medio de diferentes estrategias. Tanto durante la mañana como durante la tarde, el animal aumenta su consumo por medio de un aumento del tiempo de ingestión (los dos perfiles son similares); pero el tiempo aumenta de diferente manera, según se trate de un pico de mañana o de tarde. El pico de consumo de la mañana se consigue aumentando el nivel de actividad (frecuencia de visitas) y el de la tarde por medio de la optimización de cada visita (aumento del tamaño, de la velocidad y de la duración). Se puede decir que por la mañana los animales son *mordisqueadores lentos*, por la tarde *glotones rápidos* y por la noche *glotones lentos*. El pico de consumo más elevado es el que se produce en el momento en que el cerdo se comporta como glotón rápido. Más adelante se verá como estos datos reafirman la teoría de que el comportamiento alimentario más productivo es el de glotón rápido (pág. 211). Young y Lawrence (1994) y Hyun *et al.* (1997) coincidieron en que la velocidad acompaña a los picos pero, a diferencia de este trabajo, encontraron que la frecuencia de visitas siempre coincidía con el pico de consumo.

Según lo dicho, se puede dividir el ciclo circadiano en tres segmentos. Por la mañana, en las horas de mayor intensidad de luz, los cerdos se muestran muy activos (visitas frecuentes) y mordisqueadores. El segundo segmento es el del atardecer –en un estado de penumbra– en el que los animales se muestran glotones y rápidos, y empieza a disminuir la frecuencia de visitas. Es el momento de mayor ocupación y consumo. Esto concuerda con los datos de algunos productores que afirman que sus animales son más productivos si se les somete a un estado de penumbra. El tercer y último segmento es el de la noche. Se caracteriza por la oscuridad completa, el descanso de los animales y el carácter glotón lento de la escasa actividad alimentaria de estas horas. No deja de ser curioso que el jabalí, que es la especie más cercana al cerdo doméstico, tenga un comportamiento alimentario totalmente nocturno (Aritio, 1984) mientras que el del cerdo sea preminentemente diurno.

El comportamiento circadiano de los parámetros alimentarios de la raza Piétrain presentaron algunas variantes respecto a las otras tres razas: a) los perfiles de tiempo y consumo expresaron menos picos: en otoño sólo se observó un pico de tiempo y de consumo, y en primavera el tiempo no expresó el segundo pico de la mañana. b) El perfil de la velocidad fue siempre unido a los de consumo y tiempo, y expresó unos altibajos mayores que los manifestados por las otras tres razas. c) La estrategia que siguió la raza Piétrain para los picos de consumo consistió en aumentar siempre la velocidad, mientras que la frecuencia y el tamaño pudieron variar. En otoño consiguió el único pico con un comportamiento de tipo glotón rápido, y en primavera obtuvo los dos picos –tanto el de la mañana como el de la tarde– con comportamiento de

mordisqueador rápido. Por consiguiente, se ve que la constante de los picos es siempre el carácter veloz. Al igual que las otras tres razas, durante la noche expresó un comportamiento de tipo glotón lento. Estas dos últimas peculiaridades de la raza Piétrain indican que es una raza muy sensible a las variaciones de la velocidad, la cual actúa como factor limitante del consumo. Más adelante se verá cómo esta afirmación conecta con la estrecha relación entre el consumo y la velocidad en la raza Piétrain (pág. 198), y con la interpretación productiva del patrón alimentario de la raza Piétrain (pág. 211).

5.2.3. Consistencia de los parámetros alimentarios

Después de lo visto en el apartado anterior queda claro que los parámetros alimentarios no son constantes en el tiempo, por el contrario, evolucionan de día en día. Cuando se trabaja con medias en lugar de curvas los cálculos se facilitan mucho pero también se pierde información. Una media no explica nada del tipo de pendiente y de tendencia que expresa la curva de un determinado parámetros. Si los parámetros apenas variaran, las medias serían descriptores exactos. Puesto que varían, podría ocurrir que, según el intervalo de días del periodo estudiado, las relaciones entre las medias de los animales variaran considerablemente (ver **Figura 5.1**).

La mayoría de los parámetros alimentarios resultaron ser consistentes y este hecho garantiza que es apropiada la comparación de los animales a partir de sus medias globales (de los 50 días del periodo). Algunos autores prefieren trabajar con curvas en lugar de medias debido a que puede ocurrir que dos animales de medias similares presenten curvas muy diferentes desde el punto de vista productivo (por ejemplo, Andersen y Pedersen, 1996). Este nivel de detalle se hace necesario cuando se quiere hacer selección genética –seleccionar a partir de curvas y no de medias– pero no cuando sólo se pretende conocer el comportamiento alimentario; como es el caso.

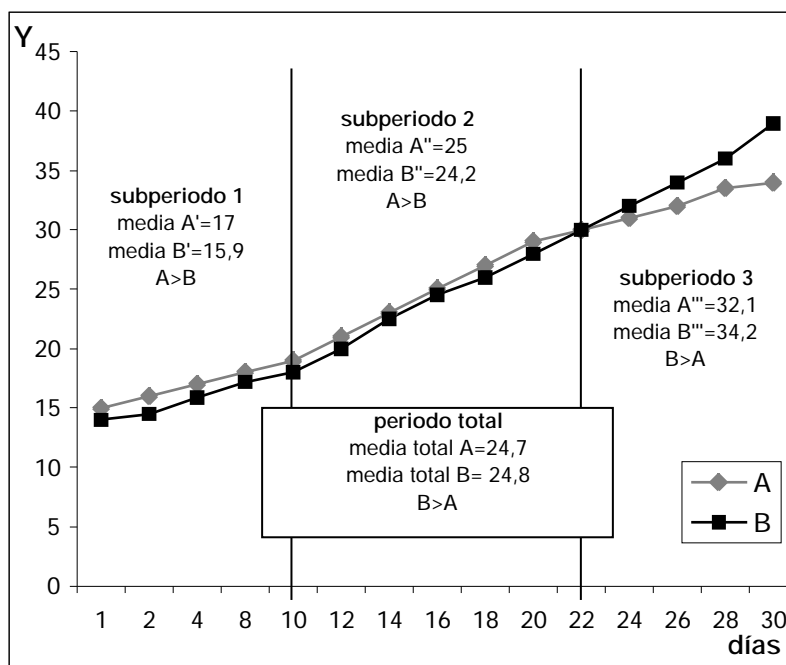


Figura 5.1. Caso teórico de un parámetro no consistente (Y): el rango de medias de los dos animales (A, B) varía según el subperiodo que se escoja.

La raza Piétrain fue la única que mostró algunos parámetros inconsistentes. No obstante, el consumo y la velocidad –que como más tarde se verá son los parámetros alimentarios más importantes– resultaron ser totalmente consistentes. La falta de consistencia de algunos parámetros quizá sea debida a que sólo fueron estudiados los 8 animales Piétrain del lote de primavera. En un trabajo anterior (Fernández *et al.*, 1995) esta misma raza, con más animales analizados, mostró plena consistencia en todos los parámetros alimentarios.

El intervalo más representativo del rango de las medias finales se situó entre el día 21 y el 31. La consistencia subió progresivamente hasta el día 31 y luego decayó hasta el día 50. En el caso de querer realizar un estudio comparativo de los animales en el mínimo número de días posibles lo aconsejable sería mantenerlos aproximadamente 30 días. En este sentido, Nielsen *et al.* (1995b) estudiaron sólo los primeros 29 días a partir de los 33,8 Kg y sus parámetros son comparables con la literatura.

5.2.4. Ocupación del comedero

Con el tamaño de grupo empleado (12-14 animales) no se observó saturación del comedero y, al mismo tiempo, la actividad alimentaria no cesó en ninguna hora del día. Este resultado concuerda con el de Nielsen *et al.* (1995b) en el que después de comparar grupos de 5, 10, 15 y 20 animales con un solo comedero por grupo sólo observaron saturación a partir de 15 animales que, además, sólo se produjo durante una hora del día. La ocupación global del comedero –sobre el total de las 24 horas del día– fue del 49 % del tiempo.

Cabría pensar que los momentos de mayor ocupación son los de mayor competencia. Según nuestros resultados pensamos que no se puede asociar la ocupación con la competencia, como tampoco se puede pensar que sólo habrá competencia cuando se alcance la saturación (100 % de ocupación) del comedero. Por el contrario, la frecuencia de visitas sí que parece estar asociada con la competencia. Se dieron dos picos de ocupación: el de la mañana, caracterizado por el incremento de la frecuencia; y el de la tarde (mayor que el de la mañana), en el que confluyeron el máximo de velocidad, de tiempo, de tamaño y de duración y el inicio de la disminución de la frecuencia. Por tanto, la ocupación del comedero no depende tanto de la frecuencia de las visitas como del aprovechamiento de cada visita. Por ejemplo, la raza Duroc, fue la que realizó menos visitas al comedero y, en cambio, fue la que dedicó más tiempo diario a la ingestión y presentó mayor nivel de ocupación.

Los momentos de mayor competencia deben ser los de mayor frecuencia de visitas (por la mañana) independientemente de cual sea el nivel de ocupación. Es más, parece que durante el pico de ocupación de la tarde los animales tienen mucha tranquilidad y apenas se estorban en sus visitas al comedero, siendo estas de gran tamaño y duración y con una óptima velocidad. Es posible que el estado de penumbra comentado anteriormente (pág. 192) actúe como efecto tranquilizador y disminuya la competencia. Por el contrario, durante la mañana los cerdos están más excitados debido al efecto estimulador de la luz (pág. 190). De acuerdo con esto, Botermans *et al.* (1997) observaron que la competencia disminuía el tiempo diario, que es equivalente a decir que la ocupación disminuye en los momentos de mayor competencia y aumenta en las horas tranquilas del día.

Así pues, para juzgar correctamente el significado social del grado de ocupación debemos fijarnos en los parámetros alimentarios frecuencia y tiempo: la ocupación

conseguida con el aumento de frecuencia de visitas indica competencia mientras que la que se consigue con el aumento del tiempo y la disminución de frecuencia indica baja competencia. Evidentemente, cuando no existe apenas ocupación tampoco se da competencia.

Tradicionalmente se ha asociado la competencia con el incremento de la frecuencia y de la velocidad. Por ejemplo, Hyun *et al.* (1997) supusieron que el incremento de la velocidad que acompañaba los momentos de mayor frecuencia de visitas podía ser un mecanismo para mantener el nivel de consumo en situaciones de grupo cuando la competencia por el comedero es elevada; por otro lado, De Haer y Merks (1992) observaron que la velocidad de los animales alojados en grupo era mayor que la de los alojados individualmente, posiblemente debido a la competencia. En este trabajo la velocidad no parece ser síntoma de competencia pues aumenta en el momento en el que los animales realizan visitas más largas y de mayor consumo; además, tal como se verá más adelante (pág. 217), no hubo diferencia entre los animales dominantes y los subordinados respecto a la velocidad. Esta diferencia con Hyun puede deberse al diferente régimen de iluminación: ellos utilizaron luz continua las 24 horas del día y en este trabajo se ha realizado con ciclos de luz natural. Nuestra interpretación es que en el pico de ocupación de la tarde los animales están más tranquilos –efecto de la penumbra–, aprovechan más cada una de las visitas al comedero y comen más rápido porque no tienen que estar pendientes de defender su sitio en el comedero. El resultado es que la ocupación y el consumo alcanzan el máximo diario. Por decirlo de otra manera, durante el pico de ocupación de la tarde la velocidad alcanza un nivel óptimo, no porque los animales estén excitados sino porque las comidas se realizan con pocas interrupciones de origen social.

5.2.5. Relaciones internas entre los parámetros alimentarios

La **Figura 5.2** muestra que la conexión entre los diferentes parámetros alimentarios se puede resumir en cuatro relaciones, comunes a todas las razas estudiadas:

1ª relación: los dos parámetros mejor relacionados con el apetito (consumo diario) fueron el tamaño (r entre 0,65 y 0,28) y la velocidad (r entre 0,59 y 0,32). Como se verá en la 2ª y 3ª relación muchos autores recogen de manera significativa la relación del consumo con el tamaño y la velocidad, pero existe cierta variación a la hora de determinar cuáles son los parámetros que mejor se relacionan con el apetito. De Haer *et al.* (1993) observaron que el tiempo diario ($r = 0,55$) y la frecuencia de visitas ($r = 0,38$) eran los parámetros mejor relacionados con el consumo; la velocidad ($r = 0,21$) y el tamaño de las comidas ($r = 0,18$) también obtuvieron correlación significativa con el consumo diario. Labroue *et al.* (1994) observaron que el tamaño de las comidas ($r = 0,42$), la velocidad ($r = 0,37$) y el tiempo diario ($r = 0,26$) eran los tres parámetros con mejor relación con el consumo. En Young y Lawrence (1994) fueron el tiempo total²⁴ ($r = 0,51$), el tamaño de las visitas ($r = 0,40$), la duración de las visitas ($r = 0,26$) y la velocidad ($r = 0,21$) los mejor relacionados con el apetito. El tamaño de las visitas ($r = 0,70$), la duración de las visitas ($r = 0,42$) y la velocidad ($r = 0,31$) fueron los parámetros mejor correlacionados con el apetito en Hyun *et al.* (1997). En contradicción con De Haer y De Vries (1993a), tanto Labroue *et al.* (1994) como Hyun *et al.* (1997) observaron relación negativa entre la frecuencia y el consumo diario ($r = -0,16$ y $-0,28$, respectivamente).

Es probable que el aumento en el consumo diario esté asociado con comidas de gran tamaño y con alta velocidad de ingestión más que con un incremento en la frecuencia de visitas. Los animales glotones y veloces presentan ciertas ventajas productivas. Esta afirmación coincide con lo referido por Hyun *et al.* (1997).

En la raza Piétrain, la relación entre la velocidad y el consumo fue especialmente elevada ($r = 0,59$). Esta relación constituye otra evidencia de que el consumo de la raza Piétrain es muy sensible a los cambios de la velocidad. Esta particularidad ya fue tratada

²⁴ Tiempo total: promedio del tiempo dedicado a la ingestión en el periodo analizado de 38 días (Cfr. Young y Lawrence, 1994). Es análogo al tiempo total que se ha calculado en este trabajo para el periodo de 50 días.

en la discusión de la evolución circadiana de los parámetros alimentarios (pág. 192) y se tratará de nuevo en el apartado del efecto raza sobre el patrón alimentario (pág. 211).

2ª relación: el consumo y la velocidad se relacionaron positivamente (r entre 0,59 y 0,32) y el tiempo y la velocidad presentaron relación negativa (r entre $-0,79$ y $-0,67$). Los animales más veloces suelen ser los de mejor consumo y los que dedican menos tiempo a la ingestión. Encontramos resultados parecidos en De Haer *et al.* (1993), Labroue *et al.* (1994), Young y Lawrence (1994) y Hyun *et al.* (1997). Esta relación no es evidente *a priori*. La velocidad de ingestión fue definida como el cociente entre el consumo diario y el tiempo diario ($VID = CAD/TID$); pero de esta fórmula no se deduce que la velocidad siempre aumenta por una disminución del tiempo y un aumento del consumo. La velocidad, como cualquier parámetro que se define como un cociente simple de dos variables, puede aumentar siempre que se cumpla una de estas 5 condiciones: 1) que aumente el numerador (CAD); 2) que disminuya el denominador (TID); 3) que aumente tanto el numerador como el denominador pero que lo haga en mayor medida el numerador; 4) que disminuyan los dos pero en mayor medida el denominador, y 5) que aumente el numerador (CAD) y que disminuya el denominador (TID), que es lo que realmente ocurre.

3ª relación: existió relación positiva entre la duración y el tiempo diario (r entre 0,50 y 0,28), y entre el tamaño y el consumo diario (r entre 0,65 y 0,28). Por tanto, se puede afirmar que lo que sucede en las visitas (duración, tamaño) se refleja, en cierto grado, en todo el día (tiempo y consumo diarios). Estos valores están dentro del rango recogido por la literatura (De Haer y Merks, 1992; Labroue *et al.*, 1994; Young y Lawrence, 1994; Hyun *et al.*, 1997).

4ª relación: la frecuencia siempre presentó relación inversa con el tamaño (r entre $-0,84$ y $-0,77$)²⁵ y la duración (r entre $-0,86$ y $-0,72$), y estos dos parámetros se relacionaron entre sí de forma estrecha y positiva (r entre 0,90 y 0,87). Esta triple relación de frecuencia-tamaño-duración no sólo se observó en el estudio de las correlaciones sino que también se apreció en la comparación de las curvas circadianas de estos tres parámetros y en los diferentes patrones alimentarios que distinguen las razas²⁶. Es como una ley propia del comportamiento alimentario: cuando en un animal, o en una raza o durante un determinado periodo predomina la frecuencia, las visitas son

²⁵ Entre paréntesis se pone el rango de la correlación para las cuatro razas.

²⁶ Ver el estudio del efecto raza sobre los parámetros alimentarios (pág. 208).

cortas y de escaso tamaño; y viceversa. Haer y Merks (1992), Labroue *et al.* (1994), Young y Lawrence (1994) y Hyun *et al.* (1997) obtuvieron resultados similares.

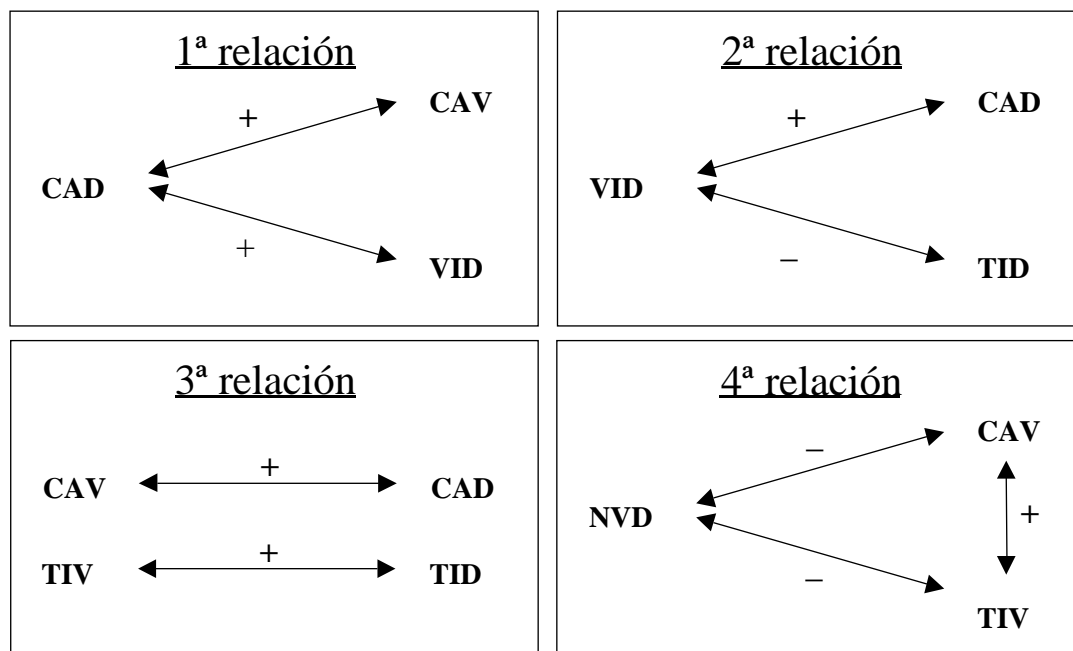


Figura 5.2. Esquema de las 4 relaciones internas de los parámetros alimentarios, comunes a las 4 razas estudiadas.

5.2.6. Consideraciones sobre los parámetros alimentarios

1ª reflexión: el consumo voluntario es el parámetro **principal** del comportamiento alimentario. El cerdo busca, en todo momento, asegurar un nivel óptimo de consumo y adapta los demás parámetros alimentarios para conseguirlo. Por este motivo se puede decir que la conducta alimentaria es **flexible**. La flexibilidad de la conducta alimentaria se traduce en la **variabilidad** que existe para los parámetros según las condiciones ambientales en las que se encuentran los animales. La literatura recoge muchas evidencias de estos tres rasgos definitorios de la conducta alimentaria: preeminencia del apetito, flexibilidad y variabilidad.

La flexibilidad de la conducta alimentaria se apoya en dos parámetros con los que el animal puede jugar con facilidad: la frecuencia y la velocidad. La variación de los demás parámetros alimentarios dependerá de las fluctuaciones de estos dos. Algunas evidencias de la flexibilidad de la conducta alimentaria que recoge la literatura son: Nielsen *et al.* (1993) y Nielsen *et al.* (1995b) observaron que los cerdos alojados en grupos de 20 modificaban su conducta alimentaria –respecto a los grupos de 5, 10 y 15– disminuyendo la frecuencia y la velocidad, y elevando el tamaño y la duración. Con esta variación mantenían el mismo nivel de consumo diario que los otros tres grupos. Estos resultados les llevaron a la conclusión de que cuando el grupo alcanza un cierto nivel, es necesario un cambio adicional en la conducta alimentaria para conseguir el nivel deseado de ingestión. De Haer y De Vries (1993b) advirtieron que los cerdos alojados en grupo aumentaban la velocidad y disminuían la frecuencia, el tamaño y la duración, respecto a los alojados individualmente; no obstante, el consumo diario era el mismo. Morrow y Walker (1994) y Nielsen *et al.* (1995a) comprobaron que la mayor protección del comedero se traducía en una disminución de la frecuencia y de la velocidad y en un aumento del tamaño y la duración; sin embargo, el consumo diario se mantenía constante. Ramaekers (1996) observó que el manejo con alimentación restrictiva provocaba el incremento de la frecuencia y la modificación de los ritmos circadianos de los parámetros alimentarios. Hyun *et al.* (1998) comprobaron que los cambios en densidad provocaban cambios en los parámetros frecuencia, tamaño y duración pero que el consumo diario se mantenía inalterado. Por último, Nielsen (1999) discutió cómo diferentes patrones alimentarios conseguían similares consumos; esta observación es similar a una nueva evidencia de la flexibilidad encontrada en este trabajo y que se tratará más adelante: la obtención del mismo nivel de consumo, en las razas Duroc, Landrace y Large White, conseguido con diferentes patrones alimentarios (pág. 211).

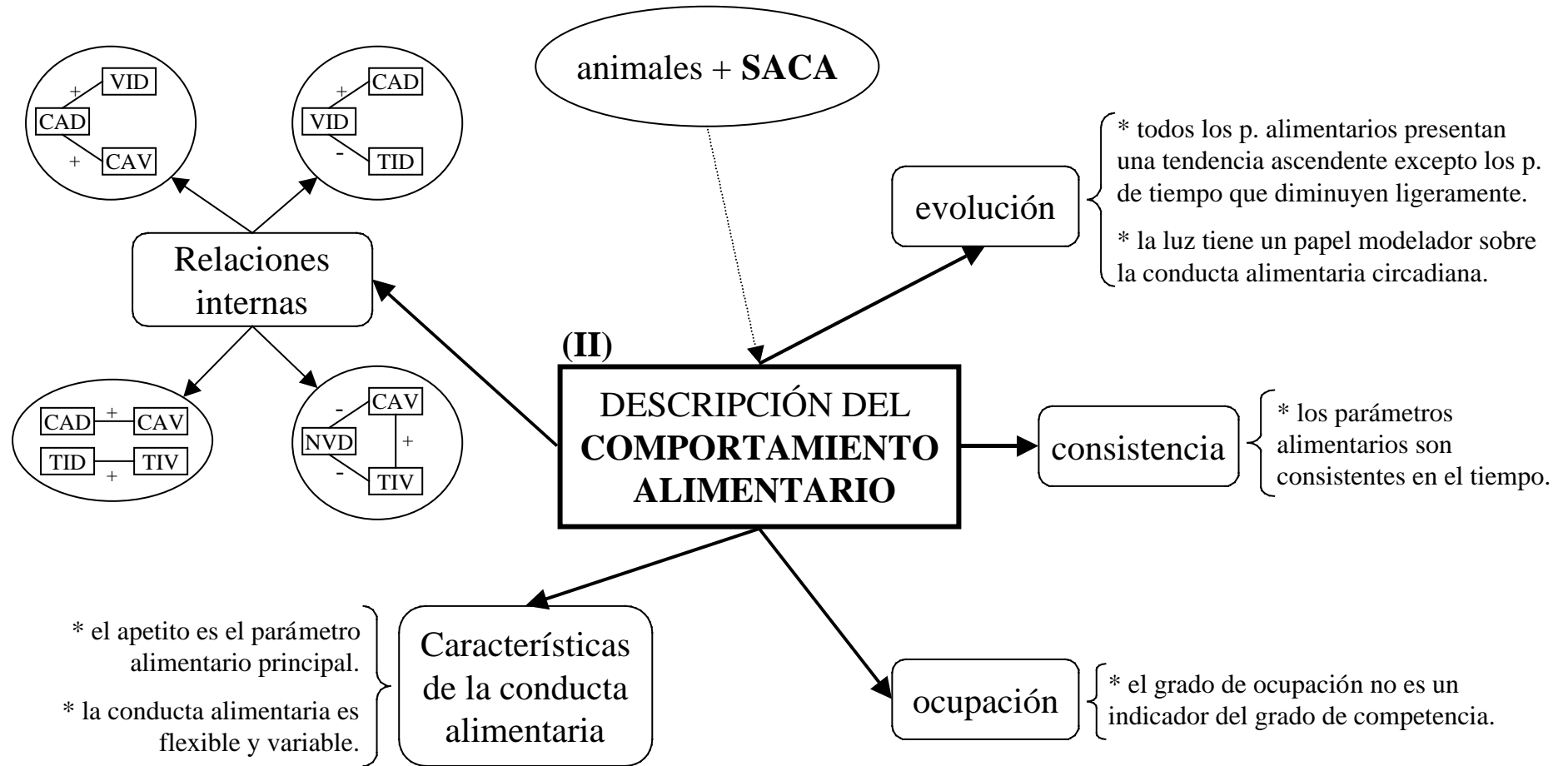
Estos datos que recoge la literatura muestran que los parámetros alimentarios se adaptan a las diversas condiciones ambientales y esto explica que exista tanta variabilidad entre los resultados. La competencia, los factores ambientales, los factores nutricionales y el manejo son, entre otros, los causantes de que la conducta alimentaria tenga que adaptarse.

De la misma manera que se dice que la conducta alimentaria está al servicio del apetito también se puede decir que éste está al servicio del crecimiento (ver, por ejemplo, Steffens *et al.*, 1990).

2ª reflexión: los resultados obtenidos con los parámetros totales (CAT, TIT, NVT) son similares a los obtenidos con los parámetros basados en medias diarias (CAD, TID, NVD). Esto es debido a que las correlaciones entre los parámetros diarios y totales son cercanas a la unidad y es reflejo de la consistencia que guardan los parámetros alimentarios a lo largo del tiempo.

3ª reflexión: los resultados extraídos de los parámetros basados en comidas (CAC, TIC, NCD) y de los parámetros derivados de las visitas (CAV, TIV, NVD) son casi coincidentes: las correlaciones, la evolución en el periodo de 50 días y la evolución circadiana son prácticamente análogas. Si bien es cierto que el criterio de comida se ha podido obtener de forma nítida y que existen motivos biológicos y técnicos que aconsejan su empleo, también lo es que en este trabajo la utilización del criterio de comida no ha supuesto nuevas aportaciones. Este hecho cuestiona la necesidad de trabajar con el criterio de comida; por lo menos, cuando se trata de un valor pequeño (30 s) y sólo se quiere emplear para calcular parámetros alimentarios. Desde el punto de vista del estudio de los mecanismos de regulación del comportamiento alimentario el uso del criterio de comida será siempre necesario.

A consecuencia de lo expuesto en la segunda y tercera reflexión se ha decidido no referirse en el capítulo de la Discusión a los resultados derivados de los parámetros alimentarios basados en comidas y en medias totales (CAC, TIC, NCD, CAT, TIT, NCT), dando por supuesto que son los mismos que los obtenidos de los parámetros análogos (CAD, TID, CAV, TIV, NVD). De esta manera, se simplifican mucho las explicaciones y el texto se hace menos engorroso.



Esquema 5.2. Resumen de lo más destacado del apartado “descripción de la conducta alimentaria”.

5.3. Influencia de algunos efectos sobre el comportamiento alimentario

Estudio de las modificaciones que se producen en los parámetros alimentarios, causadas por la influencia del factor raza, del factor estación (o lote), del factor halotano y del factor jerarquía social (competencia). En el **Esquema 5.3** (pág. 219) se recoge lo más destacado de este apartado.

5.3.1 Efectos raza y estación

5.3.1.1. Sobre el criterio de comida

El criterio de comida no fue homogéneo en todas las razas. La raza Duroc obtuvo un valor medio (25,03 s) inferior a los de las razas Landrace y Large White (30,58 s y 32,05 s, respectivamente). Esta diferencia entre razas constituye un dato más a favor de la necesidad de aplicar a cada animal su propio criterio de comida. Por el contrario, entre los dos lotes no se encontraron diferencias, hecho que indica que la técnica empleada para calcular el criterio de comida es rigurosa y precisa.

5.3.1.2. Sobre los parámetros de consumo nulo

La raza Piétrain fue la más influenciada por los parámetros de consumo nulo: tuvo más días con presencia de consumos nulos, más frecuencia diaria de consumos nulos y mayor tiempo diario dedicado a las visitas de consumo nulo. Las otras tres razas no se diferenciaron entre sí de manera significativa en ninguno de los parámetros de consumo nulo. Como la raza Piétrain es la más nerviosa de las cuatro estudiadas se puede deducir que los parámetros de consumo nulo son indicadores del estado de alerta y de nerviosismo en el que se encuentran los animales.

El efecto estación no se pudo estudiar pues todos los parámetros de consumo nulo fueron calculados únicamente en el lote de primavera.

5.3.1.3. Sobre los parámetros alimentarios y productivos

a) Efecto raza:

El estudio del efecto raza ha facilitado la descripción de los *patrones alimentarios* y sus relaciones con la productividad. Antes de entrar en materia conviene aclarar una serie de puntos.

Las relaciones internas de los parámetros alimentarios que se describieron en el apartado 5.2.5 (pág. 198) –concretamente la primera y la cuarta relación– permiten predecir los parámetros alimentarios a partir de dos de ellos: la velocidad y la frecuencia. Efectivamente, el aumento de la velocidad siempre va acompañado de la disminución del tiempo, y viceversa; y el incremento de la frecuencia se relaciona con la disminución del tamaño y la duración de las visitas, y viceversa. Tal como se dijo al tratar el tema de la flexibilidad de la conducta alimentaria (pág. 201) los parámetros velocidad y frecuencia son fácilmente controlables por los animales y, en cierta medida, se convierten en *moduladores* de la conducta alimentaria. Precisamente, la variación de alguno de estos dos parámetros moduladores es el factor común de la adaptación de los animales a la competencia (por ejemplo, Monrow y Walker, 1994; Nielsen *et al.*, 1995a; Brouns y Edwards, 1993; Vargas *et al.*, 1987). Los niveles de consumo diario no se pueden deducir tan *a priori* pues dependen de la combinación de los demás parámetros alimentarios. La **Figura 5.3** muestra que el carácter modulador de la velocidad y de la frecuencia no sólo se da en los individuos sino que también se cumple para las razas.

raza	relación entre los parámetros alimentarios			
Duroc:	VELOCIDAD	↓	-----	↑ TIEMPO
	FRECUENCIA	↓ ↓	-----	↑ ↑ TAMAÑO Y DURACIÓN
Landrace:	VELOCIDAD	↑ ↑	-----	↓ ↓ TIEMPO
	FRECUENCIA	↓	-----	↑ TAMAÑO Y DURACIÓN
Large White:	VELOCIDAD	↑ ↑	-----	↓ ↓ TIEMPO
	FRECUENCIA	↑ ↑	-----	↓ ↓ TAMAÑO Y DURACIÓN
Piétrain:	VELOCIDAD	↓ ↓	-----	↑ TIEMPO
	FRECUENCIA	↑ ↑	-----	↓ ↓ TAMAÑO Y DURACIÓN

Figura 5.3. Efecto modulador de la velocidad y de la frecuencia a nivel de razas.

Las diferentes combinaciones de los parámetros moduladores velocidad y frecuencia son las que configuran los distintos *patrones alimentarios* de las razas. Según se trate de la velocidad se puede hablar de animales *rápidos* o *lentos*, y según se trate de la frecuencia se hablará de animales *mordisqueadores* (van muchas veces a comer pero aprovechan poco cada comida) o *glotones* (van pocas veces al comedero pero están mucho rato y consumen mucho)²⁷. Así, tenemos que la raza Duroc es glotona-lenta, la raza Landrace es glotona-rápida, la raza Large White es mordisqueadora-rápida y la raza Piétrain es mordisqueadora-lenta.

El estudio del efecto raza sobre los parámetros alimentarios confirma la distinción de estos patrones ya que los pares de razas Large White-Piétrain y Duroc-Landrace formaron dos grupos distintos respecto a la frecuencia y al tamaño de las visitas (en el caso de la duración se intuyó la distinción entre estos dos grupos de razas pero la raza Duroc formó grupo aparte de las otras tres). Además, los pares de razas Landrace-Large White y Duroc-Piétrain se distinguieron en la velocidad y en el tiempo diario. Tanto De Haer y De Vries (1993a) como Labroue *et al.* (1994) coincidieron con

²⁷ La literatura inglesa llama “nibblers” a los mordisqueadores y “meal eaters” a los glotones. Ver, por ejemplo, De Haer y Merks, 1992 y Labroue *et al.*, 1994.

este trabajo en observar que la frecuencia de la raza Large White era mayor que la de Landrace. Además, De Haer y De Vries (1993a) también apreciaron que la raza Large White presentaba mayor velocidad y menor tamaño de las visitas que la raza Landrace. Recientemente, Labroue *et al.* (1997) han observado que todos los parámetros alimentarios de la raza Piétrain son menores que los de la raza Large White.

Estas reflexiones llevan a concluir que las diferentes razas de cerdos se pueden describir y distinguir a partir de su comportamiento alimentario, además de la morfología, de la genética, de la productividad, de las características reproductivas, etc. Dicho de otra manera, gracias a los datos aportados por el SACA se puede hablar de *patrones alimentarios* propios de cada raza, aspecto que antes era muy difícil de saber. Esta conclusión coincide con los resultados de Labroue *et al.* (1997 y 1999) que afirman que la conducta alimentaria es heredable y está influenciada por la genética de cada raza.

Tras haber definido los *patrones alimentarios* de cada raza, un segundo paso consiste en observar su relación con el consumo y la productividad (ver **Figura 5.4**). Las razas Duroc, Landrace y Large White no se diferenciaron ni en el consumo, ni en el crecimiento, ni en el grado de engrasamiento. En cuanto al consumo, De Haer y De Vries (1993a) y Labroue *et al.* (1994) tampoco obtuvieron diferencias entre las razas Landrace y Large White. En cambio, De Haer y De Vries (1993a) apreciaron que la raza Large White tenía menor grasa dorsal. La raza Piétrain, como ya ha sido ampliamente recogido por la literatura, es un mundo aparte: consumió y creció menos, y presentó menor grado de engrasamiento. En cuanto a la eficiencia, las razas Large White y Piétrain fueron mejores transformadoras que las otras dos. De Haer y De Vries (1993a) también hallaron que la eficiencia alimentaria de la raza Large White era mejor que la de la raza Landrace.

raza	parámetros	patrón alimentario	consumo y productividad
Duroc:	FRECUENCIA ↓ ↓	glotón lento	buen consumo y crecimiento
	VELOCIDAD ↓		
Landrace:	FRECUENCIA ↓	glotón rápido	
	VELOCIDAD ↑ ↑		
Large White:	FRECUENCIA ↑ ↑	mordisqueador rápido	buena eficiencia
	VELOCIDAD ↑ ↑		
Piétrain:	FRECUENCIA ↑ ↑	mordisqueador lento	
	VELOCIDAD ↓ ↓		

Figura 5.4. Relación entre el patrón alimentario de cada raza y la productividad y el consumo.

Con todo lo dicho –y considerando las cosas desde el punto de vista meramente alimentario– se puede decir que los caracteres *glotón* y *rápido* son los más eficaces para asegurar un buen consumo y crecimiento en condiciones de alojamiento en grupo. Como la conducta alimentaria es flexible, se adapta en aquellos animales o razas que no son glotonas o rápidas. De esta manera, tenemos que la raza Duroc compensa su baja velocidad invirtiendo en mucho tiempo diario de consumo; y la raza Large White contrarresta su carácter mordisqueador con una gran velocidad de consumo. Gracias a la flexibilidad de los parámetros se consigue la compensación de las deficiencias productivas de algunos parámetros alimentarios y, así, las razas Duroc, Landrace y Large White obtienen valores similares de consumo y crecimiento. Es diferente el caso de la raza Piétrain que, si bien compensa su lentitud con un empleo mayor de tiempo de consumo, no consigue contrarrestar el carácter mordisqueador debido a su baja velocidad. Por este motivo, entre otros, su consumo y crecimiento se ven limitados. Esta manifestación de la flexibilidad de la conducta alimentaria es similar a la observada por Nielsen (1999).

El patrón alimentario de la raza Piétrain provoca que la velocidad actúe como *factor limitante* del consumo y del crecimiento. A consecuencia de esto, la raza Piétrain se muestra muy sensible a los cambios de velocidad. Algunos evidencias se encuentran

en aspectos ya comentados como la estrecha relación entre el ciclo circadiano del consumo y de la velocidad (pág. 192) y la alta correlación positiva entre el consumo y la velocidad ($r = 0,59$). En este sentido, en el próximo apartado se estudiará otra evidencia al comprobar que los animales Piétrain sensibles al estrés, que la literatura relaciona con un peor consumo y crecimiento, son los que presentan peor velocidad. Dicho en otras palabras, los cerdos Piétrain más veloces son los que están más capacitados para superar el inconveniente de ser mordisqueadores y, por tanto, son los que mejor consumo y crecimiento obtienen.

La ventaja en consumo y crecimiento que reporta el ser glotón y rápido también se cumple para los individuos, dentro de cada raza. Como se verá más adelante (pág. 224), los animales con mayor tamaño de visitas (glotones) y con mayor velocidad (rápidos) fueron los de mejor consumo y crecimiento; y en las razas glotonas (Duroc y Landrace) la frecuencia (carácter mordisqueador) presentó relación inversa con el crecimiento, mientras que la duración (carácter glotón) tuvo relación positiva con el crecimiento.

En cuanto a la eficiencia parece ser que el carácter mordisqueador es ventajoso: las razas Piétrain y Large White obtuvieron mejores índices de conversión. De Haer y De Vries (1993a) también observaron que la raza Large White tenía mejor eficiencia que la raza Landrace. En los animales de este trabajo no se ha hallado relación entre la eficiencia y la frecuencia de las visitas (ver **Tablas 4.27-4.30**) pero la literatura sí que recoge, a menudo, la relación de la frecuencia con el aumento de la digestibilidad y del porcentaje de magro, y con la disminución de la grasa dorsal y de la eficiencia (De Haer y De Vries, 1993b; Ramaekers, 1996).

A modo de conclusión se puede decir que el carácter glotón favorece el consumo y el crecimiento, y por el contrario, perjudica la eficiencia debido al efecto negativo sobre la digestibilidad de los nutrientes. Esta tensión entre frecuencia y tamaño, desde el punto de vista productivo, es similar a la que obtuvo De Haer (1992) en su tesis doctoral. Por una parte observó que el tamaño de las comidas favorecía el crecimiento y disminuía el porcentaje de magro y, por otra, que la frecuencia incrementaba el nivel de actividad perjudicando la eficiencia, al tiempo que favorecía el porcentaje de magro debido a una mejor digestibilidad y una mejor disponibilidad de aminoácidos a lo largo del día. Concluyó diciendo que el efecto positivo que tiene la frecuencia sobre la digestibilidad se ve anulado por el efecto negativo que tiene sobre la eficiencia.

b) Efecto estación:

Los animales del lote de primavera, a pesar de que entraron con una edad y un peso inicial mayor, presentaron menor velocidad de consumo, menor tamaño de las visitas y peor consumo que los animales del lote de otoño. Además, los cerdos del lote de primavera también obtuvieron peor crecimiento y un grado de engrasamiento menor. Estas diferencias entre lotes pueden ser debidas a que los animales del lote dos estuvieron expuestos a más enfermedades e irregularidades. En el trabajo de Labroue *et al.* (1999) también apareció efecto lote sobre la mayoría de los parámetros alimentarios pero no sobre el consumo.

La discusión del efecto estación sobre los parámetros alimentarios y productivos aporta información sobre la relación entre la conducta alimentaria y la productividad, que más adelante se tratará (ver parámetros alimentarios *nexo* en la pág. 224).

El efecto del peso inicial sobre la mayoría de los parámetros alimentarios y productivos nos da una idea de la influencia del peso vivo sobre los parámetros y de la importancia de realizar la experimentación a partir de animales con pesos iniciales parecidos.

5.3.2. Efecto halotano sobre la conducta alimentaria y la productividad

5.3.2.1. Incidencia del gen halotano por razas

Los cerdos de la raza Duroc estuvieron libres del gen halotano recesivo. Los animales de las razas Landrace y Large White tuvieron prácticamente erradicado el homocigoto recesivo (Hal^h/Hal^h) –sólo se halló un cerdo Large White Hal^h/Hal^h – y la repartición de animales Hal^N/Hal^N y Hal^N/Hal^h fue parecido en las dos razas (aproximadamente 75 y 25 %, respectivamente). La mayoría de los animales Piétrain fueron homocigóticos recesivos. Estos resultados son similares a los recogidos por Wood (1989).

5.3.2.2. Influencia sobre los parámetros alimentarios y los productivos

Los animales sensibles al estrés (Hal^h/Hal^h) presentaron mayor tiempo diario de ingestión y menor velocidad que los animales Hal^N/Hal^N o Hal^N/Hal^h . Probablemente, los cerdos Hal^h/Hal^h –que son los más nerviosos– interrumpen con mayor frecuencia sus comidas, perjudicando la velocidad, y manifiestan mayor nivel de actividad, empleando más tiempo diario en comer. Weeb *et al.* (1982), Sellier (1987) y Diestre (1995), entre otros, comprobaron que el genotipo Hal^h/Hal^h alteraba la productividad (disminuía el crecimiento) pero nada se sabía sobre el efecto del genotipo Hal^h/Hal^h sobre el comportamiento alimentario. Por tanto, con los datos que aquí se recogen, se constata que el genotipo halotano positivo también influye sobre el comportamiento alimentario, además de alterar la productividad.

Weeb *et al.* (1982) y Sellier (1987) observaron que en algunas razas y bajo ciertas condiciones la calidad del músculo de los animales Hal^N/Hal^h era intermedia entre los animales Hal^N/Hal^N y Hal^h/Hal^h . En este trabajo no se observó ninguna diferencia, ni en los parámetros alimentarios ni en la productividad, entre los animales Hal^N/Hal^N y los Hal^N/Hal^h .

La influencia del gen halotano sobre los parámetros de consumo nulo no fue posible estudiarla debido a que estos parámetros únicamente fueron valorados en el lote de primavera, el cual contenía sólo 7 animales de la raza Piétrain y todos ellos resultaron ser sensibles al estrés (Hal^h/Hal^h).

5.3.3. Influencia de la jerarquía social sobre la conducta alimentaria y la productividad, en la raza Large White

5.3.3.1. Aspectos metodológicos

Meese y Ewbank (1973), en su estudio del establecimiento de la jerarquía del cerdo, observaron que se producían conductas de monta que no parecían tener una naturaleza sexual. En este trabajo no se encontraron diferencias entre el orden jerárquico de los animales obtenido de un índice con montas y el obtenido de un índice sin montas. Aunque la literatura considera que la monta es un signo de dominancia no parece ser decisiva para la obtención de la jerarquía de los animales.

5.3.3.2. Efecto de la jerarquía sobre los consumos nulos y el ritmo circadiano

En el apartado 1.4.5 (pág. 54) se planteó la posibilidad de aprovechar la información que da el SACA para medir el efecto de la jerarquía de forma indirecta, es decir, sin necesidad de la observación visual directa de las relaciones antagónicas entre los pares de individuos. Se apuntaron cuatro maneras: a) considerar que los consumos nulos son interrupciones de las visitas causadas por la competencia; b) valorar la posibilidad de que los animales sumisos desplazaran el ciclo circadiano de ocupación del comedero (o de tiempo) hacia las horas nocturnas; c) observar diferencias en el tipo de correlación prandial según el rango de dominancia de los animales; d) apreciar modificaciones de los parámetros alimentarios debidas a la dominancia. El punto c), en este trabajo, presenta el inconveniente de que la mayoría de los animales han presentado los dos tipos de correlación prandial y no es posible establecer una clara distinción entre animales pre- y post-prandiales. Las modificaciones de los parámetros alimentarios debidas a la competencia (punto d)) se verán en el próximo apartado. A continuación, se tratarán las dos primeras maneras de valorar de forma indirecta el efecto de la jerarquía social: la aparición de registros de consumo nulo y el desplazamiento del ciclo circadiano.

a) Aparición de consumos nulos: las visitas de consumo nulo no han resultado ser indicadores de la competencia social. Los parámetros de consumo nulo de los cerdos dominantes no fueron diferentes, desde un punto de vista estadístico, de los parámetros hallados en los cerdos sumisos, a excepción del parámetro *número de días con consumos nulos* que fue mayor en los dominantes, pero que no parece ser indicador de dominancia o sumisión. Young y Lawrence (1994) realizaron un estudio aparte de las visitas de consumo nulo (no tróficos) y observaron que los animales más veloces presentaban menor número, tamaño y duración total de registros no tróficos; y que estos ocurrían con menor frecuencia, con menor tamaño de visita y con menor duración total que los registros tróficos. Estos resultados les llevaron a pensar que los registros no tróficos eran consecuencia de los desplazamientos del comedero provocados por competencia social. Como ya se discutió en el apartado 5.1.3 (pág. 182), los consumos nulos parecen ser indicadores del estado de alerta en el que se encuentran los animales más que productos de las interacciones sociales en el comedero.

b) Ritmos circadianos de ocupación (o de tiempo): tampoco se observó un efecto claro de la jerarquía sobre el ritmo circadiano del tiempo. Walker (1991) vio que algunos de los animales alojados en grupos de 30 desplazaban su ciclo circadiano de comidas hacia la noche. Por el contrario, en este trabajo no se apreciaron estos desplazamientos de los ritmos circadianos. Esta diferencia con Walker (1991) puede ser debida a que el tamaño de grupo de este trabajo fue menor (12-14 animales) o quizá responde a cierta incapacidad de los animales para modificar su ritmo circadiano.

Según lo que muestra la **Figura 4.27** sí que se observa que los animales dominantes presentaron una curva circadiana de tiempo algo superior a la de los animales sumisos.

Por todo esto, se puede concluir que es difícil apreciar el efecto del rango social a partir de las perturbaciones de la conducta alimentaria registradas en el SACA, concretamente, a partir de los registros de consumo nulo y del ciclo circadiano.

5.3.3.3. Efecto de la jerarquía sobre los parámetros alimentarios y los productivos

Los cerdos dominantes presentaron mayor consumo y frecuencia, y menor tamaño y duración. La velocidad fue muy parecida entre los dos grupos. Respecto a los parámetros productivos, los animales dominantes tuvieron mejor crecimiento y presentaron mayor peso al inicio del periodo. A diferencia de lo descrito en este trabajo, Nielsen *et al.* (1995b) no hallaron correlaciones entre el índice de rango social y los parámetros de conformación y consumo. Vargas *et al.* (1987), Brons y Edwards (1993) y Nielsen *et al.* (1995b) sí que encontraron efecto de la dominancia sobre el crecimiento pero sólo cuando la alimentación era restringida.

En la Introducción se planteó la posibilidad de que, en los animales alimentados con el SACA, el comportamiento social (jerarquía) actuara como agente restrictor del consumo voluntario. Los resultados de este trabajo muestran que sí: en la raza Large White, la jerarquía afecta al consumo voluntario y al crecimiento, pese a no darse saturación del comedero y ser un sistema de alimentación *ad libitum*. Este dato vuelve a plantear el peligro de la interacción del genotipo _ ambiente, concretamente del genotipo con la jerarquía social.

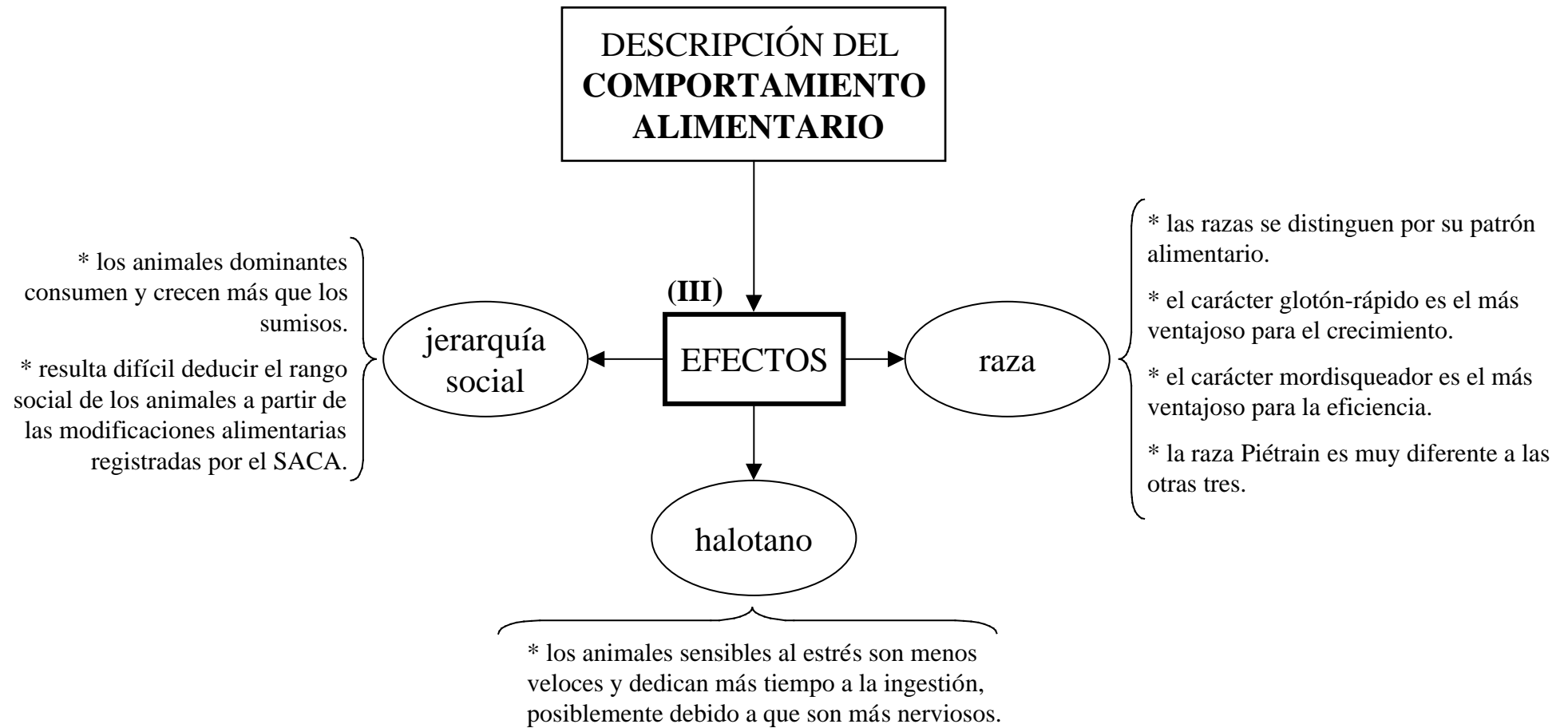
La falta de saturación del comedero no parece contradecir el efecto de la dominancia sobre el consumo y el crecimiento puesto que, como ya se discutió (pág. 196), el grado de ocupación no parece ser un indicador directo de la competencia. Sería erróneo considerar que la competencia sólo aparece cuando el comedero alcanza la saturación. La competencia se producirá siempre que dos animales quieran comer al mismo tiempo, independientemente de que antes o después el comedero haya estado o quede totalmente libre.

El efecto significativo de la dominancia sobre el consumo y el crecimiento en animales alimentados *ad libitum* hace suponer que durante el día se producen situaciones similares a las que se dan en un sistema de alimentación restringida. Pensamos que en los momentos de mayor actividad (especialmente durante el pico de consumo de la mañana) los cerdos sumisos son estorbados en sus intentos de acceder al comedero y se ven forzados a reducir el número de visitas, ocupando, como consecuencia, menos tiempo al día el comedero (aunque no de forma significativa pero sí apreciable en la **Figura 4.27**) y consumiendo menos alimento. Estas visitas frustradas

por la competencia no son compensadas en otros momentos del día –no modifican su ritmo circadiano de ocupación– debido a que el fenómeno de sincronización y facilitación que se produce durante el pico de la mañana ya ha pasado.

Por otra parte, que los animales dominantes de este trabajo sean los que obtengan mayor frecuencia de visitas concuerda con la literatura, que dice que los cerdos dominantes presentan un mayor nivel de actividad (Meese y Ewbank, 1973a; Meese y Ewbank, 1973b; Vargas *et al.* 1987). Tradicionalmente, el nivel de actividad se ha asociado a tres parámetros alimentarios: frecuencia, tiempo y velocidad. En este trabajo los cerdos dominantes se mostraron más activos principalmente por el aumento de la frecuencia, y mantuvieron constante la velocidad, que no dependió de la jerarquía.

Conectando con el apartado anterior, se puede decir que el parámetro alimentario frecuencia de visitas puede ser un indicador indirecto del rango social de los animales pero por sí solo dice poco, pues existen muchas otras causas que modifican este parámetro.



Esquema 5.3. Resumen de lo más destacado del apartado “influencia de algunos efectos sobre el comportamiento alimentario”.

5.4. Relación entre la conducta alimentaria y la productividad

Estudio de las relaciones, comunes a las cuatro razas, entre los parámetros alimentarios y los productivos. Hemos puesto especial interés en buscar aquellos parámetros alimentarios que tienen mayor relación con la productividad. En el **Esquema 5.4** (pág. 227) se recoge lo más destacado de este apartado.

5.4.1. La productividad

El crecimiento diario fue de 779,42 g/día para la raza Duroc, de 778,75 g/día para la raza Landrace, de 813,62 g/día para la raza Large White y de 686,29 g/día para la raza Piétrain. Los valores de las tres primeras razas están dentro del rango recogido por la literatura (De Haer y De Vries, 1993a; Labroue *et al.*, 1994; Nielsen *et al.*, 1995b; Ramaekers, 1996; Hyun *et al.*, 1997).

Los valores del índice de conversión (2,35, 2,32, 2,23 y 2,23 para las razas Duroc, Landrace, Large White y Piétrain, respectivamente) fueron mayores que los obtenidos por Nielsen *et al.* (1995b) y Hyun *et al.* (1997), y menores que los de De Haer y De Vries (1993a) y Labroue *et al.* (1994).

La grasa dorsal fue de 10,69 mm para la raza Duroc, de 10,75 mm para la raza Landrace, de 10,35 mm para la raza Large White y de 8,42 mm para la raza Piétrain. Estos valores son un poco menores a los recogidos por De Haer y de Vries (1993a), Labroue *et al.* (1994) y Ramaekers (1996). Los valores de la grasa renal fueron de 11,78 mm, 12,74 mm, 11,57 mm y 8,59 mm para las razas Duroc, Landrace, Large White y Piétrain, respectivamente.

En cuanto a las relaciones internas entre los parámetros productivos se observó, en las cuatro razas, relación positiva entre el crecimiento y la eficiencia²⁸ (r entre $-0,46$ y $-0,30$), y entre la grasa dorsal y la grasa renal (r entre $0,79$ y $0,65$). Estos datos son similares a los obtenidos por Hyun *et al.* (1997), para la relación del crecimiento con la eficiencia, y a los referidos por De Haer *et al.* (1993), para la relación con la grasa dorsal. En todas las razas menos la Piétrain se dio relación negativa entre la eficiencia y el grado de engrasamiento (r entre $0,66$ y $0,31$). En las razas Duroc y Piétrain el crecimiento se relacionó positivamente con el grado de engrasamiento (r entre $0,34$ y $0,42$). Esta última relación muestra que la selección genética en contra del grado de engrasamiento no sólo perjudica el crecimiento de forma indirecta, por la acción negativa que tiene sobre el consumo (pág. 3), sino que también puede perjudicarlo directamente por la relación que existe entre el crecimiento y la grasa corporal.

²⁸ En lugar de mencionar el parámetro índice de conversión (IC) se emplea el término eficiencia. La eficiencia se comporta de manera contraria al IC. Cuando el IC sube indica que la eficiencia disminuye y viceversa. Por ejemplo, decir que el crecimiento se relaciona positivamente con la eficiencia es equivalente a decir que tiene correlación negativa con el índice de conversión.

5.4.2. Relación entre los parámetros productivos, los alimentarios y los de consumo nulo

La **Figura 5.5** resume los dos grupos de relaciones más importantes entre el comportamiento alimentario y la productividad, que además se cumplieron en las 4 razas:

1ª relación: el consumo estuvo correlacionado positivamente con el crecimiento (r entre 0,93 y 0,80), con el grado de engrasamiento (r entre 0,55 y 0,35) y con el índice de conversión (r entre 0,28 y 0,24). Es decir, los cerdos con mejor apetito son aquellos que crecen más, tienen un mayor grado de engrasamiento y poseen una eficiencia menor. Similares resultados fueron obtenidos por De Haer *et al.* (1993), Labroue *et al.* (1994), Young y Lawrence (1994), Hyun *et al.* (1997) y Labroue *et al.* (1997). Por tanto, se vuelve a comprobar que la selección genética a favor de la eficiencia y en contra del grado de engrasamiento es la principal causa –como ya se dijo en la Introducción– de la disminución del apetito.

2ª relación: los parámetros alimentarios que presentaron mayor relación con el crecimiento fueron, de más a menos, el consumo (r entre 0,93 y 0,80), el tamaño (r entre 0,54 y 0,28) y la velocidad (r entre 0,43 y 0,38). Estas correlaciones también se dieron, en el mismo orden o en distinto, en los trabajos de De Haer *et al.* (1993), Labroue *et al.* (1994), Young y Lawrence (1994) y Hyun *et al.* (1997). Así pues, y de acuerdo con Labroue *et al.* (1997), se cumple que los parámetros alimentarios que tienen mayor correlación con el consumo diario son los que, junto con éste, están más correlacionados con el crecimiento. Se puede decir que estos tres parámetros hacen de *nexo* entre la conducta alimentaria y la productividad (crecimiento). Estos tres parámetros alimentarios *nexo* son los mismos que evolucionan en el periodo de 50 días con tendencia ascendente y similar. Además, como ya se dijo, las modificaciones significativas de estos tres parámetros coinciden con las variaciones significativas del crecimiento (ver la relación entre los patrones alimentarios y la productividad (pág. 224); y el estudio del efecto lote (pág. 213) y del efecto halotano (pág. 214) sobre los parámetros alimentarios y los productivos). Es probable que los animales glotones y veloces sean los que presentan mejor apetito y tengan ciertas ventajas productivas. Hyun *et al.* (1997) también sugirió que los animales veloces podían tener ventajas productivas.

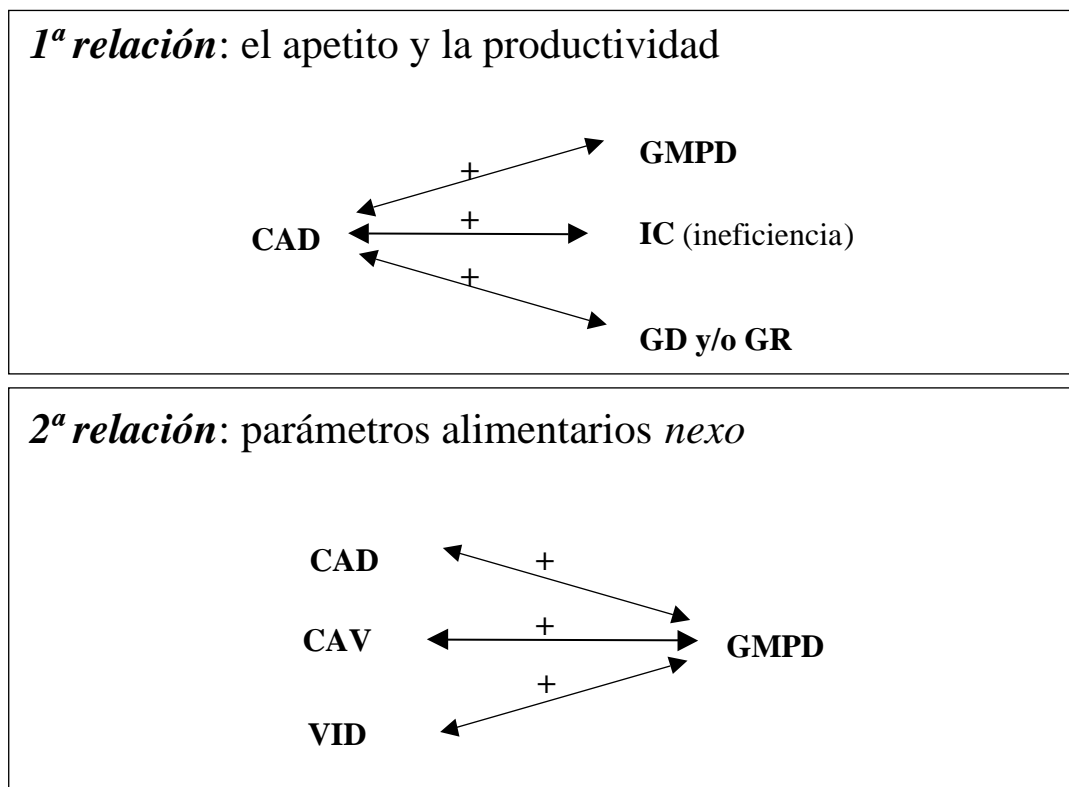


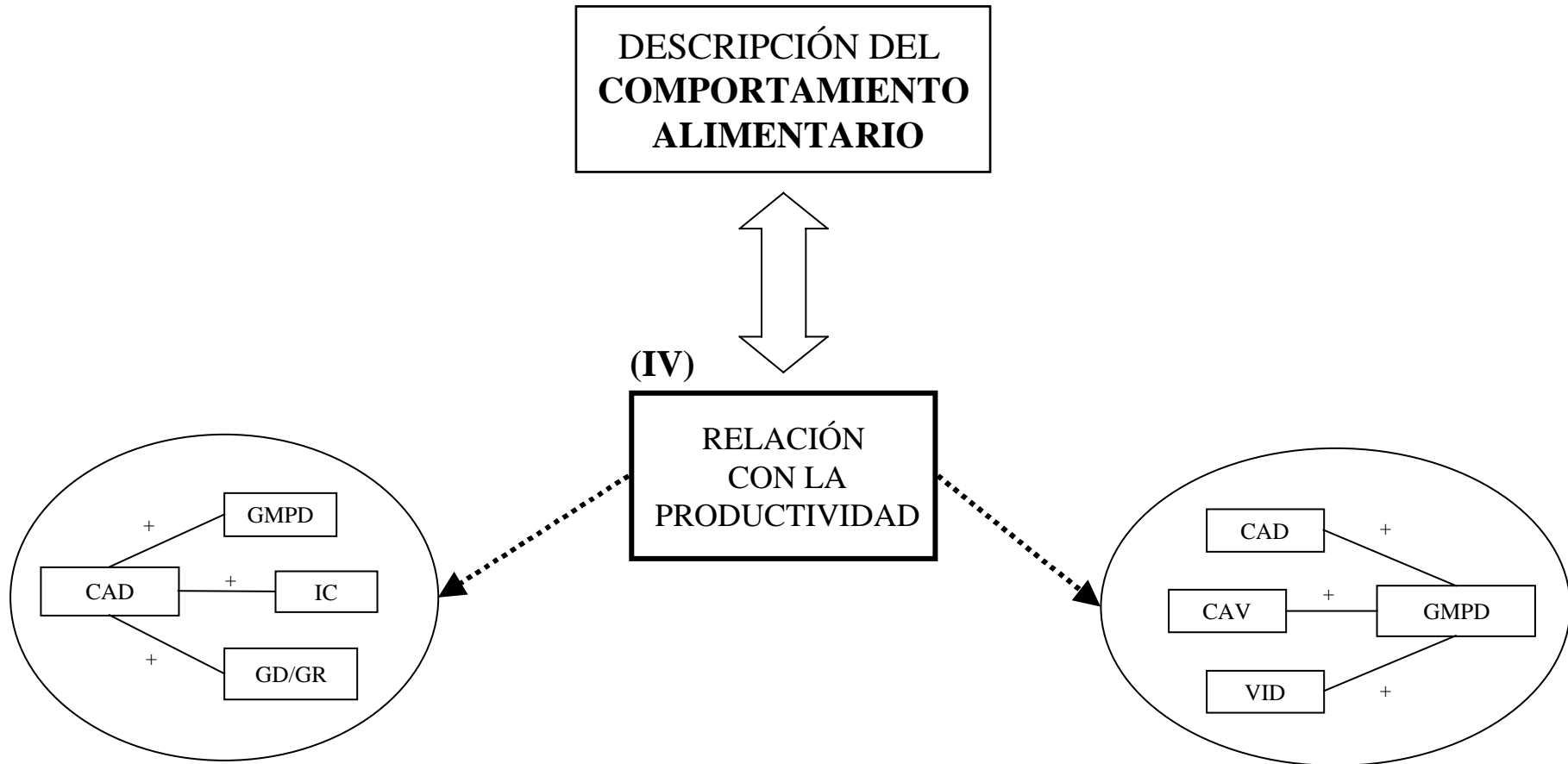
Figura 5.5. Esquema de los dos grupos de relaciones entre la conducta alimentaria y la productividad. Se cumplen en las 4 razas.

Además de las dos relaciones entre la productividad y el comportamiento alimentario que se acaban de describir, en las razas Duroc y Landrace (razas glotonas) la frecuencia se relacionó negativamente con el crecimiento (r entre $-0,32$ y $-0,30$), mientras que la duración tuvo correlación positiva con el crecimiento ($r = 0,34$ en las dos razas). El tiempo diario hizo de nexo con el crecimiento en las razas Duroc y Large White ($r = 0,39$ y $r = 0,26$, respectivamente). En conformidad con estos datos, De Haer *et al.* (1993) obtuvieron correlación negativa entre la frecuencia y el crecimiento, y Labroue *et al.* (1994) y Young y Lawrence (1994) observaron correlación positiva entre el tiempo diario (o total) y el crecimiento.

La relación entre los parámetros de consumo nulo y los alimentarios y productivos no es fácil de interpretar: no existió ninguna correlación común a las cuatro razas y, de nuevo, la raza Piétrain fue la más diferente. Se puede resumir diciendo que en las razas Duroc, Landrace y Large White los parámetros de consumo nulo estuvieron relacionados, según los casos, con la disminución de los parámetros alimentarios mejor relacionados con el crecimiento: el consumo diario, el tamaño y la velocidad

(especialmente en la raza Large White); y con el aumento de la grasa y con la disminución de la eficiencia y del crecimiento (especialmente en la raza Landrace). De acuerdo con esto, Young y Lawrence (1994) observaron que los animales más veloces presentaban menor número, tamaño y duración total de registros no tróficos (nulos), y que éstos perjudicaban, aunque no de manera significativa, el crecimiento.

La raza Piétrain presentó buena convivencia entre algunos parámetros de consumo nulo (TVN, TTVN y NDN) y el consumo y el crecimiento ($r = 0,73$ para la correlación CAD-TVN, $r = 0,67$ para GMPD-TTVN y $r = 0,67$ para GMPD-NDN).



Esquema 5.4. Resumen de lo más destacado del apartado “relación entre la conducta alimentaria y la productividad”.

5.5. Mecanismos de regulación del comportamiento alimentario

Estudio de los diferentes tipos de control comportamental que los cerdos ejercen sobre su comportamiento alimentario a través del análisis de las correlaciones prandiales. El **Esquema 5.5** (pág. 233) muestra lo más destacado de este apartado.

5.5.1. Las correlaciones prandiales

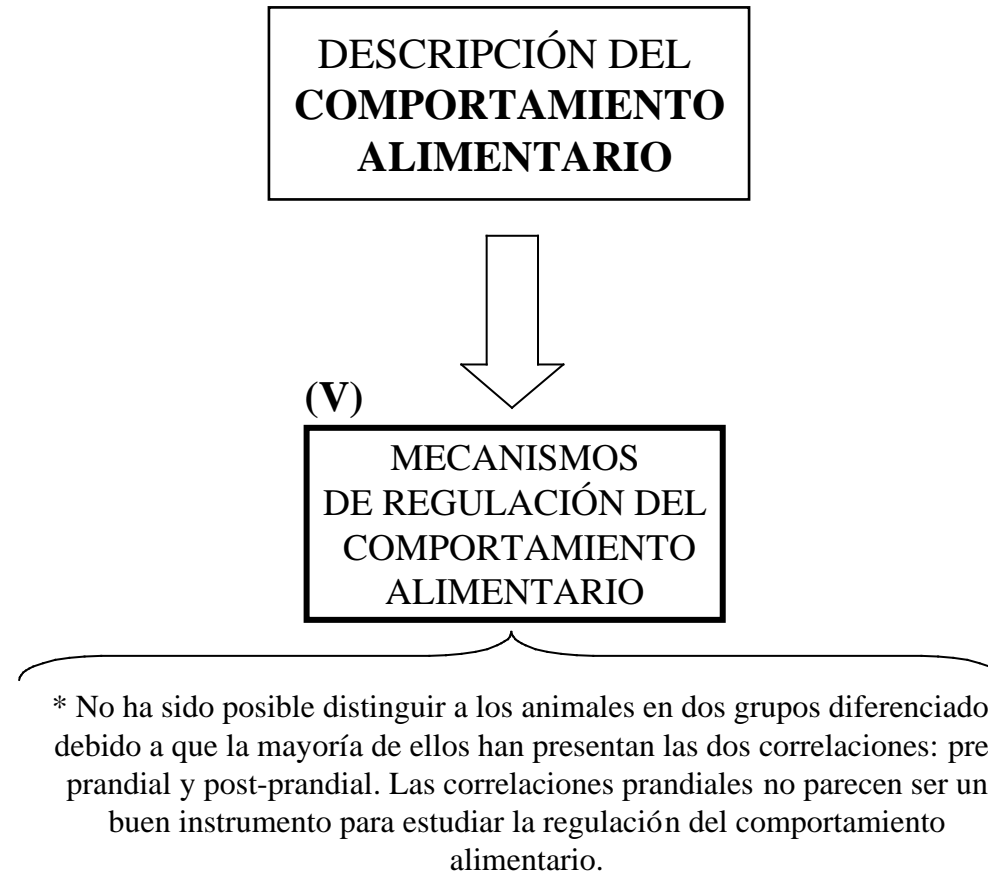
Durante el día, el 93 % de los animales presentaron correlaciones post-prandiales, el 83 % correlaciones pre-prandiales, el 73 % ambas correlaciones, y sólo un cerdo no presentó ninguna correlación prandial. Por la noche, el 57 % de los cerdos fueron post-prandial, el 51 % pre-prandial, el 26 % tuvieron los dos tipos de correlaciones, y 17 animales no presentaron ninguna correlación. No es posible hacer una distinción clara entre los animales pre- y post-prandiales pues son muy pocos los que sólo presentan un tipo de correlación. Más bien, los cerdos de este trabajo se caracterizaron por ser mayoritariamente pre- y post-prandiales al mismo tiempo. Young y Lawrence (1994) sólo observaron que el 26 % de los animales eran post-prandiales, el 10 % pre-prandiales y el 4 % pre y post-prandiales; el 60 % restante no presentaron ningún tipo de correlación prandial. A diferencia de este trabajo, realizaron sus estudios sobre visitas no agrupadas en comidas y no distinguieron entre el día y la noche. Para otras especies, la literatura es muy variada en sus resultados: las ratas adultas presentan correlaciones post-prandiales (Balagura y Coscina, 1968; Le Magnem y Devos, 1980) y las ratas lactantes, en cambio, son pre-prandiales (DeCastro y Balagura, 1976). En el hombre (DeCastro, 1988), en vacas (Metz, 1975) y en ovejas (Baile, 1975) predominan las correlaciones pre-prandiales. Otros estudios que muestran la variabilidad de las correlaciones prandiales entre especies los encontramos en Chase *et al.*, 1976; Kaufman y Collier, 1983 y Savory, 1989.

Entre el día y la noche existieron diferencias en cuanto al valor absoluto de las correlaciones (fueron menores por la noche) y en cuanto al número de animales con correlaciones significativas (fueron menos abundantes por la noche), pero coincidieron en que las correlaciones post-prandiales fueron un poco más numerosas que las pre-prandiales. Por lo general, cuando aumentamos mucho el número de datos empleados en una correlación el valor absoluto de éstas disminuye. Por el contrario, en el caso que nos ocupa ahora, los valores absolutos de las correlaciones prandiales diurnas fueron superiores a los valores nocturnos, y esto a pesar de que el número de comidas fue muy superior durante el día que durante la noche. Esto indica que las relaciones entre los tiempos entre comidas y las comidas son mucho más estrechas durante las horas de luz que durante las de oscuridad.

Young y Lawrence (1994) observaron que los animales que presentaban únicamente correlación pre-prandial tenían mayor tamaño de las visitas, mayor duración de las visitas y menor frecuencia de visitas. No apreciaron efectos de las correlaciones

prandiales sobre el consumo diario y sobre el peso vivo. La explicación que dieron de estos resultados fue la de competencia social: los animales pre-prandiales son víctimas de la competencia y por ello realizan menos visitas, pero éstas son de mayor tamaño y duración. Esta conclusión la fundamentaron en el estudio de Savory (1981) que dice que los animales pre-prandiales regulan el consumo por mecanismo de saciedad mientras que los post-prandiales lo hacen por mecanismos de hambre. Sin embargo, en este trabajo la mayoría de los animales han presentado las dos correlaciones al mismo tiempo. Pensamos que el estudio de las correlaciones en el cerdo no permite distinguir nítidamente a los animales en dos grupos (pre-prandiales y post-prandiales) y que por tanto, no sirve para interpretar el tipo de control que el animal ejerce sobre su comportamiento alimentario.

Algunos de los aspectos que se podrían estudiar en un futuro son: a) afinar en las causas que provocan los registros erróneos con el fin de elaborar mejores programas de filtro y para poder rediseñar las instalaciones SACA y conseguir minimizar estos errores. b) determinar con mayor exactitud la causa que provoca el elevado número de registros de consumo nulo y estudiar la relación de éstos con el gen del halotano. c) estudiar con particularidad el parámetro velocidad de ingestión pues se han encontrado muchas evidencias de que juega un papel muy importante en cuestiones relacionadas con la productividad y con la competencia social. d) profundizar en los mecanismos sociales que provocan la disminución del apetito en los animales sumisos, en sistemas de alimentación ad libitum con animales alojados en grupo.



* No ha sido posible distinguir a los animales en dos grupos diferenciados debido a que la mayoría de ellos han presentan las dos correlaciones: pre-prandial y post-prandial. Las correlaciones prandiales no parecen ser un buen instrumento para estudiar la regulación del comportamiento alimentario.

Esquema 5.5. Resumen de lo más destacado del apartado “mecanismos de regulación del comportamiento alimentario”.

6. CONCLUSIONES

1. Criterios de depuración: como su nombre indica, estos criterios sólo permiten la depuración o eliminación de los registros erróneos. No fue posible asignar los registros erróneos y, por tanto, su aparición siempre comporta una pérdida de información. Conviene tomar medidas para evitar los registros erróneos, como por ejemplo realizar un mantenimiento periódico del SACA que asegure su correcto funcionamiento. Cada investigador trabaja con unas condiciones ambientales concretas que provocan unos errores específicos en cada granja; así pues, no conviene emplear unos criterios de depuración generales y, en cambio, sí que es aconsejable un estudio preliminar que permita confeccionar, en cada granja, un *software* específico que detecte y elimine los errores en el mismo momento que se producen.

2. Criterio de comida: Se encontraron motivos biológicos y técnicos que aconsejaron el empleo del criterio de comida para agrupar las visitas dentro de comidas. El criterio de comida medio obtenido para los cerdos de este trabajo fue de 30 s. La literatura muestra que existe gran variabilidad para este parámetro: entre especies, entre razas, entre trabajos, entre individuos, etc. En este trabajo hemos encontrado efecto raza significativo sobre el criterio de comida. Debido a esta variabilidad resulta conveniente aplicar a cada animal su criterio de comida; además, existieron diferencias significativas entre la utilización de un criterio de comida global para todos los animales y la aplicación del criterio de comida individual.

3. Consumos nulos: Las vistas de consumo nulo fueron frecuentes y de corta duración. No deben considerarse expresión de la conducta trófica o alimentaria; su inclusión en los parámetros alimentarios provocó modificaciones significativas de éstos. Parece que estos registros de consumo nulo son indicadores del estado de alerta o nerviosismo en el que se encuentran los animales. Quizá por esta razón, la raza Piétrain –que es la más nerviosa de las cuatro razas estudiadas– fue la que tuvo más incidencia de parámetros de consumo nulo.

4. Evolución: Los parámetros alimentarios evolucionaron a lo largo del periodo de engorde de diferente manera: el consumo, la velocidad y el tamaño aumentaron. La frecuencia también aumentó pero con una pendiente muy suave. El tiempo y la duración disminuyeron ligeramente. Cuando sólo se pretende conocer la tendencia general de los parámetros el método más sencillo es el estudio de la evolución de los parámetros en el tiempo.

5. Evolución circadiana: La evolución circadiana del consumo y del tiempo manifestaron unos picos característicos que variaron de horario y en número según la estación (otoño o primavera). Se encontraron varias evidencias de que la luz actúa como modeladora de la conducta alimentaria circadiana del cerdo.

6. Consistencia: El grado de consistencia de los parámetros alimentarios fue elevado, es decir, el rango de los animales para los parámetros tendió a mantenerse en el tiempo. Por tanto, resulta adecuado comparar a los animales a partir de parámetros obtenidos de la media global de todo el periodo analizado.

7. Ocupación del comedero: Con un tamaño de grupo de 12-14 animales no se dio saturación del comedero ni cese completo de actividad alimentaria en ninguna hora del día. La ocupación del comedero no fue un indicador del grado de competencia. La competencia dependió más de la frecuencia (nivel de actividad) que de la ocupación. Se puede dar competencia con niveles bajos de ocupación y viceversa.

8. Relaciones entre los parámetros alimentarios: Las relaciones internas entre los parámetros alimentarios, comunes a las cuatro razas estudiadas, se pueden sintetizar en cuatro: a) los parámetros alimentarios mejor relacionados con el consumo (apetito) fueron el tamaño y la velocidad. b) Los animales más veloces presentaron buen consumo y poco tiempo diario de ingestión. c) La conducta que los animales expresaron en las visitas (tamaño y duración) se reflejó, en cierta medida, en la conducta que expresaron durante el día completo (consumo y tiempo diarios). d) La frecuencia siempre presentó relación inversa con el tamaño y la duración, y estos dos parámetros se relacionaron entre sí de forma estrecha y positiva

9. Características de la conducta alimentaria: La conducta alimentaria del cerdo se caracterizó por tener el consumo voluntario como *parámetro principal*, por ser *flexible* para proteger el nivel de consumo óptimo en las diferentes condiciones ambientales y, a consecuencia de esto último, por ser *variable*.

10. Efecto raza: El efecto raza sobre los parámetros alimentarios permitió distinguir a las razas por su patrón alimentario: la raza Duroc fue glotona-lenta, la raza Landrace glotona-rápida, la raza Large White mordisqueadora-rápida y la raza Piétrain mordisqueadora-lenta. Se hallaron evidencias de que el carácter glotón-veloz es el óptimo para asegurar un buen consumo y crecimiento y que, en cambio, el carácter mordisqueador favorece la eficiencia de transformación.

11. Efecto raza: La raza Piétrain fue muy diferente de las otras tres estudiadas, no sólo desde el punto de vista productivo –que ya era conocido– sino también por su comportamiento alimentario. Se distinguió de las demás razas en los parámetros de consumo nulo, en los parámetros alimentarios, en la evolución y consistencia de los parámetros alimentarios y en las correlaciones entre parámetros.

12. Efecto halotano: El genotipo halotano positivo (Hal^n/Hal^n) afectó a la conducta alimentaria: los cerdos homocigóticos recesivos presentaron menor velocidad y mayor tiempo de ingestión diario, probablemente debido a que son animales más nerviosos.

13. Efecto de la jerarquía social: En la raza Large White, los cerdos dominantes presentaron mejor consumo y crecimiento que los sumisos. Así pues, se comprobó que la jerarquía puede modificar el apetito y la productividad en sistemas de alimentación *ad libitum*. El peso inicial actuó como factor determinante de la dominancia de los animales.

14. Efecto de la jerarquía social: En este trabajo no se han encontrado evidencias que permitan deducir el rango social de los animales de manera indirecta: a partir de las modificaciones alimentarias registradas por el SACA. Los parámetros de consumo nulo no se distinguieron entre los animales sumisos y los dominantes y el ritmo circadiano de ocupación del comedero no experimentó desplazamiento hacia las horas nocturnas en los animales sumisos. A partir de las correlaciones prandiales no fue posible extraer ningún resultado pues no se pudo distinguir nítidamente entre animales pre-prandiales y post-prandiales. Sí que se observó que los cerdos dominantes fueron más activos que los sumisos (presentaron mayor frecuencia de visitas) pero este solo dato no es suficiente para deducir a priori el rango social de un animal.

15. Relación entre la conducta alimentaria y la productividad: Se halló relación entre la conducta alimentaria del cerdo y su productividad –concretamente el crecimiento– a través de los parámetros consumo, tamaño y velocidad, que hacen de *nexo* positivo entre una y otra. Se encontraron varias evidencias que muestran que las modificaciones en estos tres parámetros suelen reflejarse también en modificaciones del crecimiento. Los animales glotones y veloces presentaron mejor apetito y obtuvieron mejor crecimiento.

16. Correlaciones prandiales: La mayoría de los animales fueron pre- y post-prandiales al mismo tiempo; es decir, el tamaño de sus comidas se relacionó tanto con el tiempo

previo como con el posterior. No pudo distinguirse nítidamente a los animales en dos grupos (pre- y post-) y suponemos que en el cerdo las correlaciones prandiales no son un buen instrumento para estudiar los mecanismos de control del comportamiento alimentario.

7. REFERENCIAS

-
- Andersern, S. and Pedersen, B.** 1996. Growth and food intake curves for group-housed gilts and castrated male pigs. *Anim. Sci.* **63**: 457-464.
- Andresen, E.** 1987. Selection against PSS by means of blood typing. A: Evaluation and control of meat quality in pigs (editors: P. V. Tarrant, G. Eikelenboom and G. Monim), pp. 317-328. Martinus Nijhoff Publ., Dordrecht.
- Appleby, M. C.** 1983. The probability of linearity in hierarchies. *Animal Behaviour* **31**: 600-608.
- Aritio, L. B.** 1984. Mamíferos de interés cinegético. Guía de campo de los mamíferos españoles. Ed. Omega, pág. 65-123.
- Armitage, G., Hervey, G. R., Rolls, B. J., Rowe, E. A. and Tobin, G.** 1983. The effects of supplementation of the diet with highly palatable foods upon energy balance in the rat. *Journal of Physiology* **342**: 229-251.
- Auffray, P.** 1969. Effect of ventromedial hypothalamic lesions of food intake in pig. *Annales de Biologie Animale, Biochimie et Biophysique* **9**: 513-526.
- Baile, C. A.** 1975. Control of feed intake in ruminants. In: Mc Donald, I. W. and Warner, A. C. I. (eds), Digestion and metabolism in the ruminant. University of New England, Armidale, N. S. W., pp 332-350.
- Balagura, S. and Coscina, D. V.** 1968. Periodicity of food intake in the rat as measured by an operant response. *Physiology and Behavior* **3**: 641-643.
- Baldwin, B. A., Ingrey, C. C., Parrott, R. F. and Toner, J. N.** 1983. A method for de quantitative recording of intensive behaviour in sheep, using closed circuit television. *Journal of Physiology* **343**: 5 p.
- Banks, E. M., Wood-Gush, D. G. M., Hughes, B. O. and Mankovich, N. J.** 1979. Social rank and priority of access to resources in domestic fowl. *Behav. Proc.*, **4**: 197-209.
- Beilharz, R. G. and Cox, D. E.** 1967. Social dominance in swine. *Animal Behaviour* **15**: 117-122.

Bennett, B. D., Solar, G. P., Yuan, J. Q., Mathias, J., Thomas, G. R. and Matthews, W. 1996. A role for leptin and its cognate receptor in haematopoiesis. *Current Biology* **6**, 1170-1180.

Berthoud, H. R., Kressel, M. and Neuhuber, W. L. 1992. An anterograde tracing study of the vagal innervation of rat liver, portal vein and biliary system. *Anatomy and Embryology* **186**: 431-442.

Blum, W. F., Englaro, P., Ahtonasio, A. M., Kiess, W. and Ruscher, W. 1998. Human and clinical perspectives on leptin. *Proceedings of the Nutrition Society* **57**, 477-485.

Body, R. and Silk, J. B. 1983. A method for assigning cardinal dominance ranks. *Anim. Behav.* **31**: 54-58.

Bond, T. E., Heitman, H. Jr. and Kelly, C. F. 1965. Effects of increased air velocities on heat and moisture loss and growth of swine. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineers* **8**: 167-174.

Booth, D. A. 1978. Prediction of feeding behaviour from energy flows in the rat. In: Booth, D. A. (ed.) *Hunger models. Computable Theory of Feeding Control*, Academic Press, London, pp. 227-278.

Booth, D. A. and Mather, P. 1978. Prototype model of human feeding, growth and obesity. In: Booth, D. A. (ed.) *Hunger models. Computable Theory of Feeding Control*, Academic Press, London, pp. 279-322.

Bornstein, R. S., Uhlmann, K., Haldan, A., Ehrhart-Bornstein, M. and Scherbaum, W. A. 1997. Evidence for a novel peripheral action of leptin as a metabolic signal to the adrenal gland. *Diabetes* **46**, 1235-1238.

Botermans, J. A. M., Svendsen, J., Westrom, B. and Bottcher, R. W. 1997. Competition at feeding of growing-finishing pigs. *Livestock environment* **5**, vol. 2. Proceedings of the fifth international symposium, Bloomington, Minnesota, USA. pp. 591-598.

- Britton, D. R., Koob, G. F., Rivier, J. and Vale, W.** 1982. Intraventricular corticotropin-releasing factor enhances behavioral effects of novelty. *Life Science* **31**: 363-7.
- Brobeck, J. R.** 1948. Food intake as a mechanism of temporary regulation. *Yale Journal of Biology and Medicine* **20**:545-552.
- Brouns, F. and Edwards, S. A.** 1994. Social Rank and feeding behaviour of group-housed sows fed competitively or ad libitum. *Applied Animal Behaviour Science* **39**: 225-235.
- Cameron, N. D.** 1998. Changing technologies and selection criteria. Progress in pig science. Ed. By Wiseman, J., Varley, M. A. and Chadwick, J. P. Nottingham Univ. Press, pp. 39-56.
- Cawthorne, M. A., Morton, M. N., Pallet, A. L., Liu, Y. L. and Emilsson, V.** 1998. Peripheral metabolic actions of leptin. *Proceedings of the Nutrition Society* **57**, 449-453.
- Chase, L. E., Wangsness, P. J. and Baumgardt, B. R.** 1976. Feeding behavior of steers fed a complete mixed ration. *Journal of Dairy Science* **59**: 1923-1928.
- Chase, I. P.** 1980. Social process and hierarchy formation in small groups: a comparative perspective. *Am. Sociol. Rev.*, **45**: 905-924.
- Coleman, D. L.** 1973. Effects of parabiosis of obese with diabetes and normal mice. *Diabetologia* **9**, 294-298.
- Concellón, A.** 1991. Defectos de las carnes de verracos enteros: olor sexual. Tratado de porcicultura. La canal y la carne porcina. Ed. AEDOS.
- Considine, R. V., Sinha, M. K., Heiman, M. L., Kriauciunas, A., Stephens, T. W., Nyce, M. R., Ohannesian, J. P., Marco, C. C., McKee, L. J., Bauer, T. L. and Caro, J. F.** 1996. Serum immunoreactive-leptin concentrations in normal-weight and obese humans. *New England Journal of Medicine* **334**, 292-295.
- Coombs, C. H., Dawes, R. M. and Tversky, A.** 1970. *Mathematical Psychology: An Elementary Introduction*. Englewood Cliffs, N. J.: Prentice Hall.

Crump, R. E., Thompson, R. and Mercer, J. T. 1990. The genetic relationship between sexes for pig performances traits as recorded in a commercial Landrace nucleus herd. 4th World Congress on Genetic Applied to Livestck Production, Edinburgh, Great Britain, **XV**: 454-457.

Csermely, D. and Wood-Gush, D. G. M. 1990. Agnostic Behaviour in grouped sows. II. How social rank affects feeding and drinking behaviour. *Boll. Zool.* **57**:55-58.

Dallman, M. F., Strack, A. M., Akana, S. F., Bradbury, M. J., Hanson, E.S., Scribner, K. A. and Smith, M. 1993. Feast and famine: critical role of glucocorticoids with insulin in daily energy flow. *Front Neuroendocrinol* **14**: 303-347.

Davis, J. R. and Keeseey, R. E. 1971. Norepinephrine-induced eating: its hypothalamic locua and an alternate interpretation of action. *Journal of Comparative and Physiological Psicology* **77**: 394-402.

DeCastro, J. M. 1988. The meal patterns of rats shifts from postprandial regulation to preprandial regulation when only five meals per day are scheduled. *Physiology and Behavior* **43**: 739-746.

DeCastro, J. M. and Balagura, S. 1976. A preprandial intake in weanling rats ingesting a high fat diet. *Physiology and Behavior* **17**: 401-405.

De Haer, L. C. M. and Merks, J. W. M. 1992. Patterns of daily feed intake in growing pigs. *Animal Production* **54**: 95-104.

De Haer, L. C. M., Merks, J. W. M., Koopers, H. G., Buiting, G. A. J. and Hattum, J.A. van. 1992. A note on the IVOG-station: a feeding station to record the individual food intake of group-housed growing pigs. *Animal Production* **54**: 160-162.

De Haer, L. C. M. 1992. Relevance of eating pattern for selection of growing pigs. Tesis doctoral. Universidad de Wageningen. Wageningen.

De Haer, L. C. M. and De Vries, A. G. 1993a. Effects of genotype and sex of feed intake pattern of group housed growing pigs. *Livestock Production Science* **36**: 223.

De Haer, L. C. M. and De Vries, A. G. 1993b. Feed intake patterns and feed digestibility in growing pigs housed individually or groups. *Livestock Production Science* **33**: 277-292.

De Haer, L. C. M., Luiting, P. and Aarts, H. L. M. 1993. Relations among individual (residual) feed intake, growth performance and feed intake pattern of growing pigs in group housing. *Livestock Production Science* **36**: 233-253.

De Jong, H. W. 1985. *Dynamische markttheorie*. Stendferd Kroese BV, Leiden, The Netherlands.

De Matteis, R., Dashtipour, K., Ognibene, A. and Cinti, S. 1998. Localization of leptin splice variants in mouse peripheral tissues by immunohistochemistry. *Proceedings of the Nutrition Society* **57**, 441-448.

Diestre, A. 1995. En Zootecnia. Tomo VI. Porcinocultura intensiva y extensiva. (coordinado y dirigido por C. Buixadé). Ed. Mundi-Prensa pp. 199-214.

Dinius, D. A. and Baile, C. A. 1977. Beef cattle response to a feed intake stimulant given alone and in combination with a propionate enhancer and an anabolic agent. *Journal of Animal Science* **45**: 147-153.

Eikelenboom, G. and Minkema, D. 1974. Prediction of pale, soft, exudative muscle with a non-lethal test for the halotanes-induced porcine malignant hyperthermia syndrom. *Tijdschr. Diegeneesk.* **99**: 421-426.

Eissen, J. J., De Haan, A. G. and Kanis, E. 1999. Effect of missing data on the estimate of average daily feed intake of growing pigs. *J. Anim. Sci.* **77**: 1372-1378.

Eissen, J. J. 2000. Breeding for feed intake capacity in pigs. Doctoral thesis, Animal Breeding and Genetics Group, Wageningen University, P. O. Box 338, 6700 AH Wageningen, The Netherlands.

Ewbank, R. and Meese, G. B. 1974. Individual recognition and the dominance hierarchy in the domesticated pig. The role of sight. *Animal Behaviour* **22**: 473-480.

Feddes, J. J., Young, B. A. and De Shazer, J. A. 1989. Influence of temperature and light on feeding behavior of pigs. *Appl. Anim. Behav. Sci.* **23**: 215.

Fernández, J. y Manteca, X. 1995. Relación entre la conducta alimentaria y el consumo individual de alimento en dos razas porcinas. Trabajo de tesina. Universidad Autónoma de Barcelona. Facultad de Veterinaria. No publicado.

Fernández, J., Puigvert, X., Soler, J. y Manteca, X. 1995. Relación entre la conducta alimentaria y el consumo individual de alimento en dos razas porcinas. Póster.XVI Jornadas Técnicas y Symposiums de ANAPORC (EXPOAVIGA 95), Barcelona, España, pp. 458-459.

Fisher, P., Mellet, F. D. and Hoffman, L. C. 2000. Halothane genotype pork quality. 1. Carcass and meat quality characteristics of three halothane genotypes. *Meat Sci.* **54**: 97-105.

Forbes, J. M., Jackson, D. A., Johnson, C. L., Stockill, P. and Hoyle, B. S. 1987. A method for the automatic monitoring of food intake and feeding behaviour of individual cows kept in a group. *Research and development in agriculture* **3**: 175-180.

Forbes, J. M. 1980. A model of short-term control of feeding in the ruminant: effects of changing animal of feed characteristics. *Appetite* **1**, 21-41.

Forbes, J. M. 1995a. Central Nervous Control. Voluntary Food Intake and Diet Selection in Farm Animals. pp. 103-129. CAB International.

Forbes, J. M. 1995b. Introduction. Voluntary Food Intake and Diet Selection in Farm Animals. pp. 1-10. CAB International.

Forbes, J. M. 1995c. Integrative Theories of Food Intake Control. Voluntary Food Intake and Diet Selection in Farm Animals. pp. 130-151. CAB International.

Forbes, J. M. 1995d. Reproduction and Lactation. Voluntary Food Intake and Diet Selection in Farm Animals. pp. 186-203. CAB International.

Forbes, J. M. 1995e. Feedback Signals. Voluntary Food Intake and Diet Selection in Farm Animals. pp. 38-57. CAB International.

- Fowler, V. R., McWilliam, R. and Aitken, R.** 1987. Voluntary feed intake of boars, castrates and gilts given diets of different nutrient density. *Animal Production* **32**: 357 (Abstr.).
- Friend, D. W.** 1973. Self-selections of feeds and water by unbred gilts. *Journal of Animal Science* **37**, 1137-1141.
- Friedman, J. M.** 1997. Role of leptin and its receptors in the control of body weight. In *Leptin – the Voice of Adipose Tissue*, pp. 3-22 (Blum, W. F., Kiess, W. and Rascher, W., editors). Leipzig, Germany: Barth Verlag, J. A.
- Fuji, J., Ostu, K., Zorzato, F., De Leon, S., Khanna, V. K., Weiler, J. E., O'Brien, P. J. and McLennan, D. H.** 1991. Identification of a mutation in porcine ryanodine receptor associated with malignant hyperthermia. *Science* **253**: 448-451.
- Glowa, J. R. and Gold, P. W.** 1991. Corticotropin releasing hormone produces profound anorexigenic effects in the rhesus monkey. *Neuropeptides* **18**: 55-61.
- Gregory, P. C. and Rayner, D. V.** 1987. The influence of gastrointestinal infusion of fats on regulation of food intake in pigs. *Journal of Physiology* **385**: 471-481.
- Hasia, L. C. and Wood-Gush, D. G. M.** 1983. A note on social facilitation and competition in the feeding behaviour of pigs. *Animal Production* **37**: 149-157.
- Heffron, J. J. A.** 1987. Calcium releasing systems in mitochondria and sarcoplasmic reticulum with respect to the aetiology of malignant hyperthermia: a review. In *Evaluation and Control of Meat Quality in Pigs* (ed. P. V. Tarrant, G. Eikelenboom and G. Monin); pp. 17-26. Martinus Nijhoff, Dordrecht.
- Hervey, G. R.** 1959. The effects of lesions in the hypothalamus in parabiotic rats. *Journal of Physiology* **145**: 336-352.
- Hoggard, N., Hunter, L., Trayhurn, P., Williams, L. M. and Mercer, J. G.** 1998. Leptin and reproduction. *Proceedings of the Nutrition Society* **57**, 421-427.
- Haupt, T. R., Baldwin, B. A. and Haupt, K. A.** 1983. Effects of duodenal osmotic loads on spontaneous meals in pigs. *Physiology and Behavior* **30**: 787-796.

-
- Houpt, T. R.** 1985. Control of the gut level. *Proceeding of the Nutrition Society* **44**: 323-330.
- Hugas, L.** 1999. Utilització de sistemes automàtics de control de la ingesta voluntària de pinso en el context d'un programa de millora genètica porcina. Treball de final de carrera. Universitat de Girona.
- Hyun, Y., Ellis, M., McKeith, F. K. and Wilson, E. R.** 1997. Feed intake pattern og goup-housed growing-finishing pigs monitored using a computerized feed intake recordings system. *J. Anim. Sci.* **75**: 1443-1451.
- Hyun, Y., Ellis, M. and Johnson, R. W.** 1998. Effects of feeder type, space allowance, and mixing on the growth performance and feed intake pattern of growing pigs. *J. Anim. Sci.* **76**: 2771-2778.
- I.T.P.** (Institut Technique du Porc) 1989. Rapport Interne.
- I.T.P.** (Institut Technique du Porc) 1997. Mémento de l'éleveur de porc, 5ème édition. Paris.
- Jones, R. and Forbes, J. M.** 1984. A note of effects of glyphosate and quinine on palability of hay for sheep. *Animal Production* **38**: 301-303.
- Jonsson, P.** 1985. Gene action and maternal effects on social ranking and its relationship with productions traits in pigs. *Zeitschrift für Tierzüchtung und Züchtungsbiologie* **102**: 208-220.
- Kanis, E.** 1988. Food intake capacity in relation to breeding and feeding of growings pigs. Thesis, University of Wageningen.
- Kanis, E.** 1990. Effect of food intake capacity on production traits in growing pigs with restricted feeding. *Animal Production* **50**: 333-341.
- Kaufman, L. and Collier, G.** 1983. Meal-taking by domestic chickens (*Gallus gallus*). *Animla Behavior* **31**: 397-404.
- Kendall, M. G.** 1962. *Rank Correlation Methods*. London: Charles Griffin.

Kennedy, G. C. 1953. The role of the depot fat in the hypothalamic control of food intake in the rat. *Proceedings of the Royal Society (B)* **140**: 578-592.

Ketelaars, J. J. M. H. and Tolkamp, B. J. 1992a. Towards a new theory of feed intake regulation in ruminants. 1. Causes of differences in voluntary feed intake, critique of current views. *Livestock Production Science* **30**: 269-296.

Ketelaars, J. J. M. H. and Tolkamp, B. J. 1992b. Towards a new theory of feed intake regulation in ruminants. 3. Optimum feed intake, in search of physiological background. *Livestock Production Science* **31**: 235-258.

Ketellaars, E. H., 1979. De vererving van onder praktijkomstandigheden geregistreerde kenmerken bij varkens. Verslag Landbk. Onderz., 883. Pudoc, Wageningen.

Khalaf, F. and Robinson, D. W. 1972. Aphagia and adipsia in pigs with induced hypothalamic lesions. *Research in Veterinary Science* **13**: 1-4.

Knap, P. W., and H.A.M. van der Steen. 1994. Testing of breeding pigs in group housing. In: 45th Annual meeting EAAP, P2.1 (abst), Edinburgh, United Kingdom. pp. 307.

Krahn, D. D., Gosnell, B. A., Grace, M. and Levien, A. S. 1986. CRF antagonist partially reverses CRF- and stress-induced effects of feeding. *Brain Res Bull* **17**: 285-9.

Labroue, F., Guéblez, R., Sellier, P. and Meunier-Salaün, M. C. 1994. Feeding behaviour of group-housed Large White and Landrace pigs in Fench central test stations. *Livestock Production Science* **40**: 303-312.

Labroue, F., Guéblez, R. and Sellier, P. 1997. Genetic parameters of feeding behaviour and performance traits in group-housed Large White and French Landrace growing pigs. *Genetics Selection Evolution*. vol. **29**, no. 5, pp. 451-469.

Labroue, F., Guéblez, R., Meunier-Salaün, M. C. and Sellier, P. 1999. Feed intake behaviour of group-housed Pietrain and Large White growing pigs. *Annales de Zootechnie* **48**: 4, pp. 247-261.

-
- Landau, H. G.** 1951. On dominance relation and the structure of animal societies. I: effect of inherent characteristics. *Bull. Math. Biophys.*, **13**: 1-19.
- Le Dividich, J. and Noblet, J.** 1981. Colostrum intake and thermoregulation in the neonatal pig in relation to environmental temperature. *Biology of the Neonate* **40**: 167-174.
- Le Dividich, J., Noblet, J., Herpin, P., Van Milgen, J. and Quiniou, N.** 1998. Thermoregulation. Progress in pig science. Ed. By Wiseman, J., Varley, M. A. and Chadwick, J. P. Nottingham Univ. Press, pp. 229-263.
- Lee, Y. P., Craig, J. V. and Dayton, A. D.** 1982. The social rank index as a measure of social status and its association with egg production in White Leghorn pullets. *Applied Animal Ethology*. **8**: 377-390.
- Le Magnem, J. and Devos, M.** 1980. Parameters of the meal pattern in rats: their assessment and physiological significance. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews* **4** (suppl. 1), 1-11.
- Le Magnem, J.** 1985. Hunger. Cambridge University Press. pp 3-4.
- Le Magnem, J.** 1992. Normal Feeding. Neurobiology of feeding and nutrition. Academic Press, Inc. pp. 4-57.
- Leibowitz, S. F.** 1978. Paraventricular nucleus: a primary site mediating adrenergic stimulation of feeding and drinking. *Pharmacology, Biochemistry and Behaviour* **8**: 259-262.
- Mayer, J.** 1955. Regulation of energy intake and body weight: The glucostatic theory and the lipostatic hypothesis. *Annals of the New York Academy of Sciences* **63**: 15-43.
- Meese, G. B. and Ewbank, R.** 1973a. The establishment and nature of the dominance hierarchy in the domesticated pig. *Animal Behaviour* **21**: 326-334.
- Meese, G. B. and Ewbank, R.** 1973b. Exploratory behaviour and leadership in the domesticated pig. *British Veterinary Journal* **129**: 251.

-
- Merks, J. W. M.** 1989. Genotype x environment interactions in pig breeding programmes. VI. Genetic relations between performances in central test, on-farm test and commercial fattening. *Livestock Production Science* **22**: 325-339.
- Metz, J. H.** 1975. Time patterns of feeding and rumination in domestic cattle. Mededelingen Landbouwhogeschool, Wageningen **75**: 1-66.
- Microsoft Corporation:** programa Excel vs. 6.0.
- Montgomery, G. W., Flux, D. S. and Carr, J. R.** 1978. Feeding patterns in pigs. The effect of amino acid deficiency. *Physiol. Behav.* **20**: 693.
- Morales, C. T.** 1991. Medio ambiente climático. Porcinocultura aplicada, pp. 12-16. Consejería de agricultura, ganadería y pesca de Murcia.
- Morley, J. E. and Levine, A. S.** 1982. Corticotrophin releasing factor, grooming and ingestive behavior. *Life Science* **31**: 1459-1464.
- Morrison, S. R., Hintz, H. K. and Givens, R. L.** 1968. A note of the effect of exercise on behaviour and performance of confined swine. *Animal Production* **10**, 341-344.
- Morrison, S. R., Heitman, H. and Bond, T. E.** 1969. Effect of humidity on swine at temperatures above optimum. *International Journal of Biometeorology* **13**: 135-139.
- Morrow, A. T. S. and Walker, N.** 1994. A note of changes to feeding behaviour of growing pigs by fitting stalls to single-space feeders. *Animal Production* **59**: 151-153.
- Morrow-Tesch, J. L., McGlone, J. J. and Salak-Johnson, J. L.** 1994. Heat and social stress effects on pig immune measures. *J. Anim. Sci.* **72**: 2599-2609.
- Mrode, R. A. and Kennedy, B. W.** 1993. Genetic variation in measures of food efficiency in pigs and their genetic relationships with growth rate and backfat. *Animal Production* **56**: 223-232.
- Mullan, B. P. and Williams, I. H.** 1989. The effect of body reserves at farrowing on the reproductive performance of first-litter sows. *Animal Production* **48**, 449-458.

Nielsen, B. L. and Lawrence, A. B. 1993. The effect of group size on the behaviour and performance of growing pigs using computerised single-space feeders. *Pig News and Information* Vol. **14** No. 3 127N-129N

Nielsen, B. L. 1995. Feeding behaviour of growing pigs: Effects of the social and physical environment. Ph. D. Dissertation. Univ. of Edinburgh, United Kingdom.

Nielsen, B. L., Lawrence, A. B. and Whittemore, C. T. 1995a. Effects of single-space feeder design on feeding behaviour and performance of growing pigs. *Animals Science* **61**: 575-579.

Nielsen, B. L. 1999. On the interpretation of feeding behaviour measures and the use of feeding rate as an indicator of social constraint. *Applied Animal Behaviour Science* **63**: 1, pp. 79-91.

Nielsen, B. L., Lawrence, A. B. and Whittemore, C. T. 1995b. Effect of group size on feeding behaviour, social behaviour, and performance of growing pigs using single-space feeders. *Livestock Production Science* **44**: 73-85.

Novin, D. 1976. Visceral mechanisms in the control of food intake. In: Novin, D., Wyrwicka, W. and Bray, G. (eds). *Hunger, Basic Mechanisms and Clinical Implications*. Raven Press, New York, pp. 357-367.

Oliver, M. A., Gispert, M. and Diestre, A. 1993. The effect of breed and halothane sensitivity on pig meat quality. *Meat Sci.* **35**: 105-118.

Olliver, L. 1998. Genetic improvement of the pigs. In: Rothschild, M. F. and Ruvinsky, A. (Eds). *The Genetics of the Pig*. CAB International, Wallingford. pp. 511-540.

Petrie, C. L. and Gonyou, H. W. 1988. Effects of auditory, visual and chemical stimuli on the ingestive behavior of newly weaned piglets. *J. Anim. Sci.* **66**: 661-668.

Pond, W. G. y Maner, J. H. 1975. Fisiología ambiental. Producción de cerdos en climas templados y tropicales. Pp. 492-513. Ed. Acribia.

Poter, R. K. and Andrews, J. F. 1998. Effects of leptin on mitochondrial proton leak and uncoupling proteins: implications for mammalian energy metabolism. *Proceedings of the Nutrition Society* **57**, 455-460.

-
- Ramaekers, P. J. L.** 1996. Control of individual daily growth in group-housed pigs using feeding station. Tesis doctoral. Universidad de Wageningen.
- Riley, J. E.** 1989. Recent trends in pig production: the importance of intake. In: J. M. Forbes, M. A. Varley and T. L. J. Lawrence (Editors), *The Voluntary Food Intake of Pigs*. BSAP Occasional Publication No. 13, pp. 1-5.
- Russek, M.** 1963. Participation of hepatic glucoceptors in the control of food intake. *Nature* **197**: 79-80.
- Savory, C. J.** 1979. Feeding behaviour. In: Boorman, K. N. and Freeman, B. M. (eds). *Food Intake Regulation in Poultry*. Longman, Edinburgh, pp. 277-323.
- Savory, C. J.** 1981. Correlations between meals and intermeal intervals in Japanese Quail and their significance in the control of feeding. *Behavioural Processes* **6**: 23-36.
- Savory, C. J.** 1989. Responses of fowls to an operant feeding procedure and its potential use for reducing randomness in meal occurrence. *Physiology and Behavior* **45**: 373-379.
- Scharrer, E. and Langhans, W.** 1990. Mechanisms for the effect of body fat on food intake. In: *The Control of Body Fat Content*. (Edited by J. M. Forbes and G. R. Harvey) London, UK, Smith-Gordon.
- Sellier, P.** 1987. Crossbreeding and meat quality in pigs. In *Evaluation and Control of Meat Quality in Pigs* (ed. P. V. Tarrant, G. Eikelenboom and G. Monin), pp. 17-26. Martinus Nijhoff, Dordrecht.
- Sellier, P. and Monin, G.** 1994. Genetics of pig meat quality: a review. *J. Muscl. Foods* **5**: 187-219.
- Slater, P. J. B.** 1974. The temporal pattern of feeding in the Zebra Finch. *Animal Behaviour* **22**: 506-515.
- Slater, P. J. B. and Lester, N. P.** 1982. Minimising errors in splitting behaviour into bouts. *Behaviour*, **79**, 153-161.

Smith, W. C., Ellis, M., Chadwick, J. P. and Laird, R. 1991. The influence of index selection for improved growth and carcass characteristics on appetite in a population of Large White pigs. *Anim. Prod.* **52**: 193-199.

SPSS para Windows. Versión 7.5.2 S.

Weninger, S. C., Muglia, L. J., Jacobson, L. and Majzoub, J. A. 1999. CRH-deficient mice have a normal anorectic response to chronic stress. *Regulatory Peptides*, **84**: 69-74.

Steffens, A. B., Strubbe, J. H., Balkan, B. and Scheurink, A. J. W. 1990. Neuroendocrine Mechanisms Involved in Regulation of Body Weight, Food Intake and Metabolism. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, **Vol. 14**, pp. 305-313.

Stephens, D. B. 1980. The effects of alimentary infusions of glucose, amino acids, or neutral fat on meal size in hungry pigs. *Journal of Physiology* **229**: 453-463.

Stephens, D. B. and Baldwin, B. A. 1974. The lack of effect of intrajugular or intraportal injections of glucose or amino-acids on food intake of pigs. *Physiology and Behavior* **12**: 923-929.

Stombaugh, D. P., Teague, H. S. and Roller, W. L. 1969. Effects of atmospheric ammonia on the Pig. *Journal of Animal Science* **28**: 844-849.

Stricklin, W. R. 1988. Influence of photoperiod on eating patterns of beef cattle. In: Phillips, C. J. C. and Forbes, J. M. (eds). *Photoperiodic Manipulation of Dairy Cattle*. University of Wales Dairy Research Unit Technical Report No. **4**: 8-15.

Suzuki, S., Fujita, H. and Shinde, Y. 1969. Change in the rate of eating during a meal and the effect of the interval between meals of the rate at which cows eat roughages. *Animal Production* **11**: 29-41.

Trayhurn, P., Duncan, J. S., Hoggard, N. and Rayner, D. V. 1998. Regulation of leptin production: a dominant role for the sympathetic nervous system. *Proceedings of the Nutrition Society* **57**, 413-419.

Tybirk, P. 1989. A model of food intake regulation in the growing pig. In: J. M. Forbes, M. A. Varley and T. L. J. Lawrence (Editors), *The Voluntary Food Intake of Pigs*. BSAP Occasional Publication No. 13, p. 105

Vargas Vargas, J. Craig, J. V. and Hines, R. H. 1987. Effects of feeding systems on social and feeding behavior and performance of finishing pigs. *J. Anim. Sci.* **65**: 463:474.

Verstegen, M. W. A., Brascamp, E. W. and Hel, W. van der 1978. Growing and fattening of pigs in relation to temperature of housing and feeding level. *Canadian Journal of Animal Science* **58**: 1-13.

Walker, N. 1991. The effects on performance and behaviour of number of growing pigs per mono-place feeder. *Anim. Feed Sci. Technol.* **35**: 3-13.

Wangsness, P. J., Chase, L. E., Peterson, A. D., Hartstock, T. G., Kellmel, D. J. and Baumgardt, B. R. 1976. System for monitoring feeding behavior of sheep. *Journal of Animal Science* **42**: 1544-1549.

Wangsness, P. J. and Soroka, G. H. 1978. Effect of energy concentration of milk on voluntary intake of lean and obese piglets. *Journal of Nutrition* **108**: 595-600.

Webb, A. J. 1981. Citado por Diestre, 1991. *Anaporc*, nº **106**: 50-63

Webb, A. J., Carden A. E., Smith, C. and Imlah, P. 1982. Porcine stress syndrome in pig breeding. *Proceedings of the 2nd World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*, vol 5, pp. 588-608. Editorial Garsi, Madrid.

Webb, A. J. 1989. Genetics of food intake in the pig. In: J. M. Forbes, M. A. Varley and T. L. J. Lawrence (Editors), *The Voluntary Food Intake of Pigs*. BSAP Occasional Publication No. 13, pp. 41-50.

Wiepkema, P. R. 1968. Behaviour changes in CBA mice as a result of one goldthioglucose injection. *Behaviour* **32**: 179-210.

Whittemore, C. 1993a. Appetite and voluntary feed intake. *The Science and Practice of Pig Production*. pp 370-392. Longman Group.

Whittemore, C. 1993b. Growth and body composition changes in pigs. *The Science and Practice of Pig Production*. pp 48-83. Longman Group.

Whittemore, C. 1993c. Pig meat and carcass quality. *The Science and Practice of Pig Production*. pp 4-47. Longman Group.

Whittemore, C. 1993d. The Environmental Requirements of Pigs. *The Science and Practice of Pig Production*. pp 504-549. Longman Group.

Wyllie, D., Morton, J. R. and Owen, J. B. 1979. Genetic aspects of voluntary food intake in the pig and their association with gain and food conversion efficiency. *Animal Production* **28**: 381-390.

Wood, J. D. 1989. Meat quality, carcass composition and intake. In: J. M. Forbes, M. A. Varley and T. L. J. Lawrence (Editors), *The Voluntary Food Intake of Pigs*. BSAP Occasional Publication No. 13, pp. 79-85.

Woods, S. C., Decke, E. and Vaselli, J. R. 1974. Metabolic hormones and regulation of body weight. *Physicol. Rev.* **81**: 26-43.

Woods, S. C., Figlewicz, D. P., Schwartz, M. W. and Portes Jr, D. 1990. A reassessment of the regulation of adiposity and appetite by the brain insulin system. *International Journal of Obesity* **14** (suppl. 3), 69-76.

Young, R. J. and Lawrence, A. B. 1994. Feeding behaviour of pigs in groups monitored by computerized feeding system. *Animal Production* **58**: 145-152.

Zhang, Y., Proenca, R., Maffei, M., Barone, M. and Friedman, J. M. 1994. Positional cloning of the mouse obese gene and its human homologue. *Nature* **372**, 425-432.
