

4. RESULTADOS

4.1. Aspectos metodológicos

4.1.1. Criterios de depuración

En el lote 2, la incidencia de cada tipo de error¹³ fue:

- a) Visitas fantasma: 1,21 % de los registros.
- b) Consumos y tiempos exagerados (consumos $> 1,5$ Kg ó $< -0,03$ Kg y tiempos > 35 min.): estos errores presentaron muy baja incidencia (menor del 0,001 %).
- c) Consumos nulos: resultaron ser el 13 % de todos los registros.
- d) Consumos negativos pequeños ($-0,04 < \text{consumo} < 0,00$ Kg): el porcentaje de estos consumos fue del 2,3 %.
- e) Tiempos nulos: la incidencia de estos tiempos fue del 1,54 %.

Los criterios de depuración consistieron en eliminar todos estos errores. No fue posible la corrección y asignación de cada tipo de error. Sólo en el caso de las visitas fantasmas provocadas por avería del identificador electrónicos se procuró la corrección, que se hizo por medio de la interpolación, en cada cerdo, entre los consumos del día anterior y del posterior.

¹³ En el apartado 3.2.2 (pág. 72) calificamos los registros de llenado como errores. En aquel momento nos interesó hacerlo así pues se trataba de explicar toda la información que debía ser eliminada de los datos generados por el SACA. No obstante, en este apartado y en la discusión no haremos referencia a estos registros pues propiamente no son errores.

4.1.2. El criterio de comida

Las **Tablas 4.1** y **4.2** muestran los criterios de comida promedios de cada raza y en cada estación (o lote). En todos los animales menos dos, pudo calcularse el criterio de comida. El promedio global del criterio de comida de todos los cerdos analizados fue de 30,01 s. El efecto raza y corral se tratarán más adelante.

Como más adelante veremos –cuando comentemos el efecto raza y estación– observamos que la **Tabla 4.1** muestra que la raza Duroc fue la que obtuvo un criterio de comida menor y fue estadísticamente diferente del obtenido por las razas Landrace y Large White. La **Tabla 4.2** nos indica que no se dio efecto estación sobre el criterio de comida.

TABLA 4.1. Medias mínimo cuadráticas y errores típicos (e. t.) del criterio de comida para el efecto raza.

	Raza							
	Duroc		Landrace		Large White		Piétrain	
	Media	e. t.	Media	e. t.	Media	e. t.	Media	e. t.
Criterio de comida ¹	25,03 ^a	1,03	30,58 ^b	1,03	32,05 ^b	1,03	27,31 ^{ab}	1,05

^{a,b}Indican diferencias significativas ($P < 0,05$) entre los valores con diferente letra.

¹Transformado a escala logarítmica.

TABLA 4.2. Medias mínimo cuadráticas y errores típicos (e. t.) del criterio de comida para el efecto lote.

	lote 1		lote 2	
	Media	e. t.	Media	e. t.
Criterio de comida ¹	28,82	1,26	29,58	1,30

No hubo diferencias significativas.

¹Transformado a escala logarítmica.

4.1.2.1. Diferencias entre los 4 métodos de cálculo del criterio de comida

El estudio comparativo de las diferentes técnicas de cálculo del criterio de comida (**Tabla 4.3**), realizado en el corral número 3 del primer lote, mostró que sólo eran estadísticamente iguales los dos métodos basados en la curva de supervivencia: el método 3 (ajuste de la curva a dos rectas) y el método 4 (ajuste de la curva a una cóncava y a una recta)¹⁴.

TABLA 4.3. Medias y desviaciones típicas del criterio de comida obtenido con 4 métodos diferentes

	histograma		visual		R+R ¹		C+R ²	
	Media	D.T.	Media	D.T.	Media	D.T.	Media	D.T.
Criterio de comida	43,33 ^a	13,20	34,58 ^b	6,89	30,72 ^c	6,08	29,12 ^c	5,34

^{a,b,c}Indican diferencias significativas ($P < 0,05$) entre los valores con diferente letra (prueba *T_{est-t}* para datos apareados).

¹R+R: técnica de la curva de supervivencia con ajuste a dos rectas.

²C+R: técnica de la curva de supervivencia con ajuste a una cóncava y a una recta.

4.1.2.2. Diferencias entre la aplicación de un criterio de comida global o individualizado

Los parámetros alimentarios obtenidos de aplicar un criterio de comida global (promedio de todos los animales) difirieron estadísticamente de los obtenidos a partir de un criterio de comida individualizado (**Tabla 4.4**). Con el criterio de comida global aumentaron el número de comidas diarias (NCD) y disminuyeron el tiempo de ingestión por comida (TIC) y el consumo de alimento por comida (CAC) debido a que, por término medio, fueron agrupadas menos visitas dentro de comidas.

¹⁴ Ver el apartado 3.2.3.2 de Material y Métodos para las diferentes técnicas de cálculo del criterio de comida.

Tabla 4.4. Medias y desviaciones típicas de los parámetros alimentarios basados en comidas, calculados utilizando un criterio de comida global y un criterio de comida individualizado para cada animal¹.

Parámetros	Criterio de comida global		Criterio de comida individualizado	
	Media	D. T.	Media	D. T.
CAC	209,31 ^a	95,66	216,70 ^b	102,16
NCD	12,06 ^a	4,53	11,70 ^b	4,36
NCT	599,54 ^a	226,29	581,63 ^b	218,20
TIC	6,40 ^a	2,91	6,63 ^b	3,12

^{a,b} indican, para cada fila, diferencias significativas ($P < 0,05$) entre los valores con diferente letra (prueba *Test-t* para datos apareados).

¹ver la Tabla 3.2 para las abreviaturas.

4.1.3. Parámetros de consumo nulo

4.1.3.1. Importancia absoluta y relativa de los parámetros de consumo nulo

La importancia absoluta que tuvieron los parámetros de consumo nulo en las diferentes razas y para el lote 2 puede verse en la **Tabla 4.5**: en términos generales, cada uno de los cerdos presentó consumos nulos en 37 de los 50 días del periodo analizado, visitó el comedero, sin consumir nada, un poco menos de 3 veces diarias y 116 en el total del periodo; y dedicó media hora de tiempo a los consumos nulos en los 50 días: medio minuto en cada visita de consumo nulo y poco menos de un minuto en cada día. Las diferencias entre razas se comentarán más adelante.

Tabla 4.5. Medias mínimo cuadráticas y errores típicos (e. t.) de los parámetros de consumo nulo para el efecto raza¹.

Parámetros	Raza							
	Duroc		Landrace		Large White		Piétrain	
	Media	e. t.	Media	e. t.	Media	e. t.	Media	e. t.
NDN	36,84 ^a	1,55	33,29 ^a	1,52	36,43 ^a	1,25	39,78 ^b	3,02
NVND	2,75 ^a	0,20	2,32 ^a	0,20	2,74 ^a	0,16	3,46 ^b	0,39
NVNT	108,27 ^a	11,49	82,13 ^a	11,31	108,90 ^a	9,29	148,81 ^b	22,37
TDVN	0,773 ^a	0,096	0,652 ^a	0,094	0,782 ^a	0,077	1,153 ^b	0,187
TTVN	30,47 ^a	4,82	22,30 ^a	4,74	31,67 ^a	3,90	49,92 ^b	9,38
TVN	0,283	0,019	0,271	0,019	0,269	0,016	0,351	0,035

^{a,b}Indican, para cada fila, diferencias significativas ($P < 0,05$) entre los valores con diferente letra.

¹Ver la Tabla 3.3 para las abreviaturas.

En cambio, el tanto por ciento en tiempo y frecuencia (para el periodo de 50 días) que supusieron las visitas de consumo nulo sobre las visitas tróficas fue, para las cuatro razas, el siguiente: Duroc: 0,88 % de tiempo y 14,80 % de frecuencia; Landrace: 0,80 % de tiempo y 11,05 % de frecuencia; Large White: 1,07 % de tiempo y 11,50 % de frecuencia; Piétrain: 2,00 % de tiempo y 16,28 % de frecuencia. Cuando se consideraron las 4 razas conjuntamente, el tiempo y la frecuencia de los consumos nulos respecto a los tróficos fueron de 1,19 % y 13,94 %. En el apartado 3.2.2 (pág. 72) de Material y

Métodos, se mencionó que el porcentaje de consumos nulos fue del 13 %. Esta cifra es diferente del 13,94 % descrito aquí, debido a que se refería al porcentaje de los consumos nulos sobre el total de las visitas al comedero (antes de que los ficheros fueran depurados de los registros de tiempo cero y consumos negativos).

En un estudio preliminar de la construcción de los parámetros alimentarios del lote 1 no se eliminaron de los archivos los registros de consumo nulo y el resultado fue que la frecuencia de visitas y el tiempo diario de ingestión incrementaron significativamente, mientras que el tamaño y la duración de las visitas disminuyeron, también con significación estadística. Estas diferencias parecen lógicas puesto que los consumos nulos aportaron un gran número de visitas que provocaron la reducción significativa de los tiempos y consumos medios por visita (**Tabla 4.6**).

Tabla 4.6. Medias y desviaciones típicas de los parámetros alimentarios CAV, NVD, TID y TIV, calculados incluyendo y sin incluir los registros de consumo nulo.

Parámetros	Con registros de consumo nulo		Sin registros de consumo nulo	
	Media	D. T.	Media	D. T.
CAV	136,40 ^a	81,88	152,00 ^b	89,01
NVD	20,05 ^a	9,59	18,00 ^b	8,70
TID	59,56 ^a	12,04	58,97 ^b	11,86
TIV	4,27 ^a	2,52	4,71 ^b	2,74

^{a,b} indican, para cada fila, diferencias significativas ($P < 0,05$) entre los valores con diferente letra (prueba *Test-t* para datos apareados).

¹ver la Tabla 3.2 para las abreviaturas.

4.1.3.2. Evolución de los parámetros de consumo nulo en el tiempo

En la **Figura 4.1** puede apreciarse que los parámetros de consumo nulo no presentaron claras tendencias ascendentes o descendentes a lo largo del periodo de 50 días. Todas las razas, pero especialmente la raza Piétrain, manifestaron fuertes oscilaciones. Fueron especialmente importantes los picos del parámetro “frecuencia de consumos nulos” de la raza Piétrain.

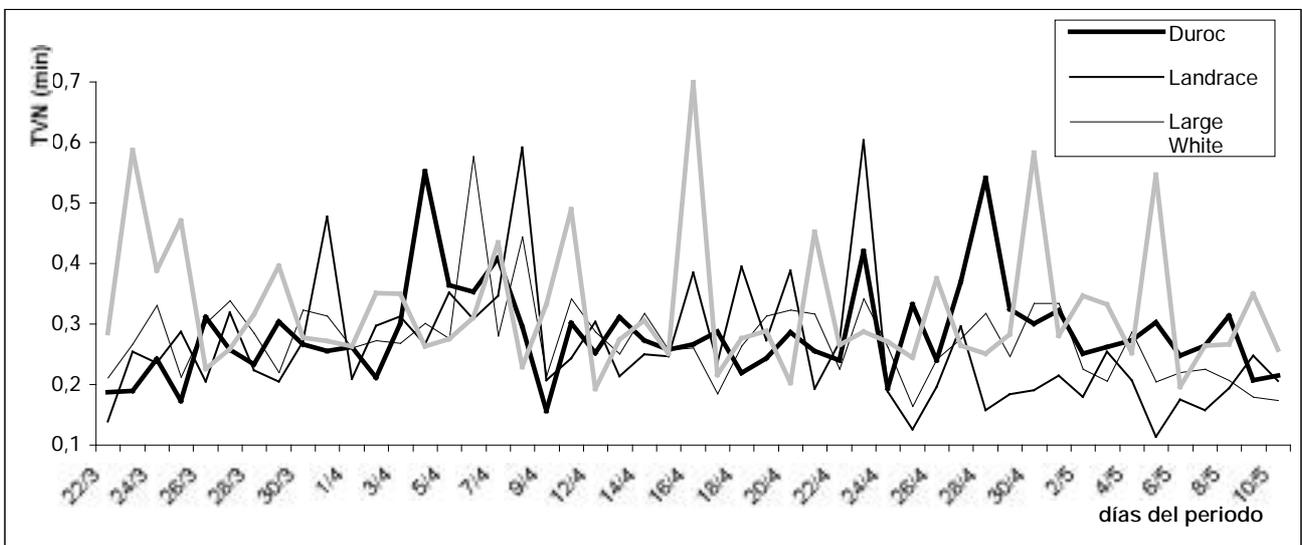
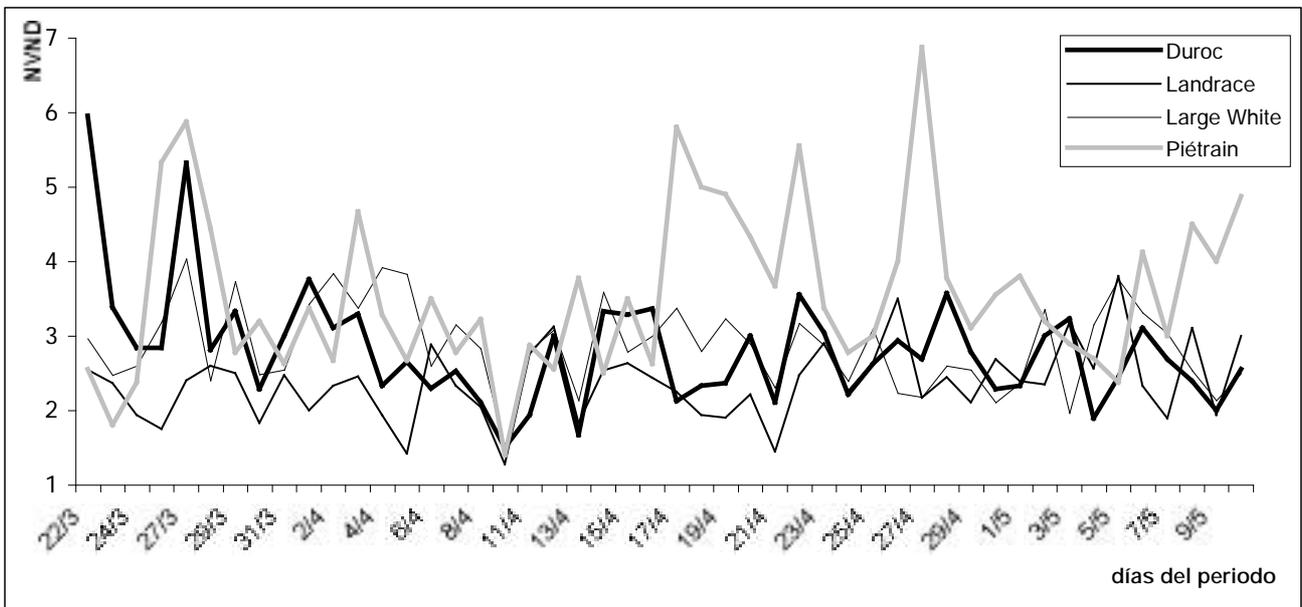
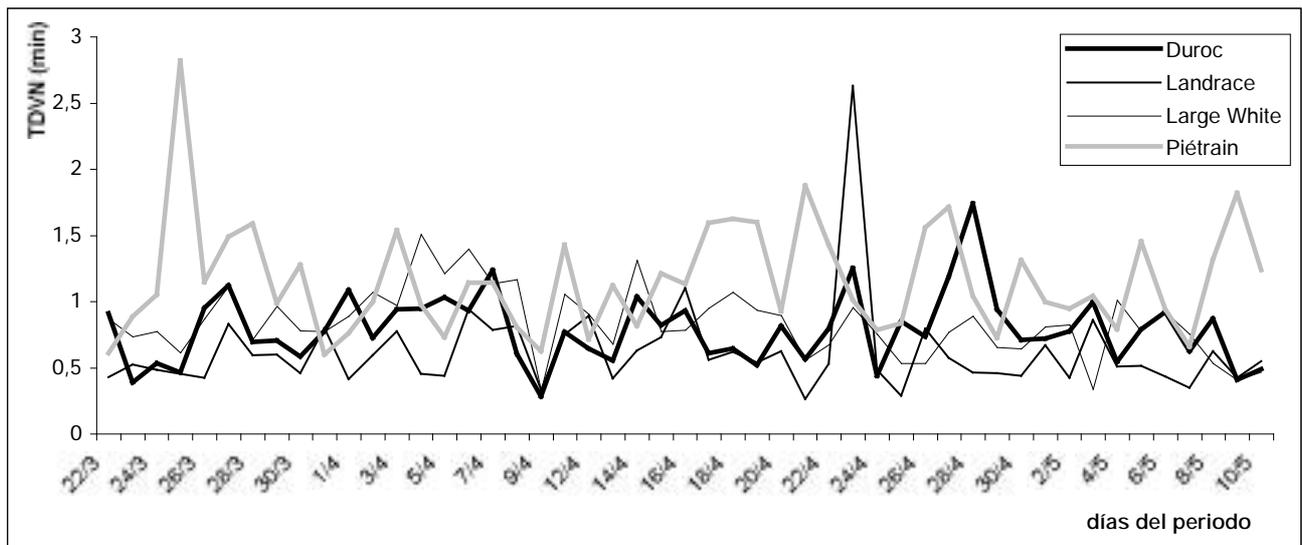


Figura 4.1. Evolución en el tiempo de los parámetros nulos TIDVN, NVND y TIVN (lote 2)

4.1.3.3. Relaciones internas entre los parámetros de consumo nulo

Las **Tablas 4.7** y **4.8** muestran que todos los parámetros de consumo nulo estuvieron correlacionados entre sí de forma positiva y significativa, a excepción de las correlaciones del parámetro duración de las visitas de consumo nulo (TVN) con los parámetros número de días con visitas de consumo nulo (NDN), número de visitas de consumo nulo diarias (NVND) y número de visitas de consumo nulo totales (NVNT).

Tabla 4.7. Correlaciones entre los parámetros de consumo nulo de las razas Duroc, Landrace y Large White, tras corregir para los efectos corral y peso inicial¹.

Parámetros	NDN	NVND	NVNT	TDVN	TTVN	TVN
NDN	-----					
NVND	0,68 ^a	-----				
NVNT	0,79 ^a	0,98 ^a	-----			
TDVN	0,41 ^a	0,71 ^a	0,69 ^a	-----		
TTVN	0,56 ^a	0,78 ^a	0,79 ^a	0,97 ^a	-----	
TVN	0,12	0,17	0,18	0,69 ^a	0,61 ^a	-----

^aIndica significación (P< 0,05).

¹Para las abreviaturas ver la Tabla 3.3.

Tabla 4.8. Correlaciones entre los parámetros de consumo nulo en la raza Piétrain, tras corregir para el efecto peso inicial¹.

Parámetros	NDN	NVND	NVNT	TDVN	TTVN	TVN
NDN	-----					
NVND	0,94 ^a	-----				
NVNT	0,94 ^a	1,00 ^a	-----			
TDVN	0,87 ^a	0,94 ^a	0,93 ^a	-----		
TTVN	0,89 ^a	0,96 ^a	0,95 ^a	1,00 ^a	-----	
TVN	0,57	0,50	0,48	0,72 ^a	0,67 ^a	-----

^aIndica significación (P< 0,05).

¹Para las abreviaturas ver la Tabla 3.3.

4.2. Descripción de la conducta alimentaria

4.2.1. Parámetros alimentarios

A partir de los datos que aportó el SACA y del posterior proceso de depuración al que fueron sometidos se obtuvieron los parámetros alimentarios, por razas y estaciones, que muestran las **Tablas 4.9** y **4.10**. A grandes rasgos, los cerdos estudiados consumieron entre 1,6-2,0 Kg de pienso cada día, dedicaron alrededor de una hora diaria a la ingestión (56-65 min); visitaron el comedero entre 13 y 21 veces, comieron a una velocidad de entre 28-36 g/min, y sus visitas duraron entre 4-7 min, con consumos de 120-200 g.

Las particularidades de cada raza y las diferencias entre ellas (**Tabla 4.9**) serán tratadas en el apartado 4.3.3 (pág. 146). No obstante, ahora podemos adelantar que los parámetros frecuencia de visitas y tamaño de visitas distinguieron a las razas Duroc y Landrace de las razas Large White y Piétrain; y los parámetros velocidad de ingestión y tiempo diario de ingestión distinguieron al par de razas Large White-Landrace del par Duroc-Piétrain. La **Tabla 4.10**, como también más adelante comentaremos, muestra que los valores obtenidos para los parámetros en el segundo lote (lote de primavera) fueron menores que los obtenidos en el primer lote analizado.

Tabla 4.9. Medias mínimo cuadráticas y errores típicos (e. t.) de los parámetros alimentarios para el efecto raza¹.

Parámetros	Raza							
	Duroc		Landrace		Large White		Piétrain	
	Media	e. t.						
CAC	228,7 ^a	11,9	210,0 ^{ab}	10,3	158,1 ^{bc}	9,6	148,0 ^c	16,5
CAD	1919,6 ^a	35,7	1929,3 ^a	30,8	1918,4 ^a	28,8	1652,5 ^b	49,7
CAT	93627 ^a	1761	94655 ^a	1522	93944 ^a	1424	81451 ^b	2455
CAV	197,2 ^a	10,5	174,2 ^a	9,1	123,8 ^b	8,5	118,6 ^b	14,7
NCD	10,88 ^a	0,65	11,33 ^a	0,56	15,18 ^b	0,53	14,35 ^b	0,91
NCT	530,9 ^a	32,0	555,9 ^a	27,7	743,3 ^b	25,9	706,6 ^b	44,7
NVD	13,22 ^a	0,96	14,16 ^a	0,83	20,85 ^b	0,78	18,60 ^b	1,34
NVT	645,7 ^a	47,4	695,1 ^a	41,0	1022,8 ^b	38,4	917,6 ^b	66,1
TIC	7,83 ^a	0,39	6,22 ^b	0,34	4,71 ^b	0,32	5,47 ^b	0,53
TID	65,4 ^a	1,7	57,4 ^b	1,5	56,4 ^b	1,4	64,7 ^a	2,2
TIT	3187 ^a	85	2818 ^b	75	2755 ^b	70	3202 ^a	108
TIV	6,84 ^a	0,34	5,13 ^b	0,30	3,77 ^b	0,28	4,10 ^b	0,43
VID	30,4 ^a	1,0	35,1 ^{ab}	0,8	36,1 ^b	0,8	27,6 ^c	1,4

^{a,b,c} Indican, para cada fila, diferencias significativas ($P < 0,05$) entre los valores con diferente letra.

¹Para las abreviaturas ver la Tabla 3.2.

Tabla 4.10. Medias mínimo cuadráticas y errores típicos (e. t.) de los parámetros alimentarios para el efecto lote¹.

Parámetros	lote 1		lote 2	
	Media	e. t.	Media	e. t.
CAC	206,7 ^a	7,9	161,3 ^b	9,1
CAD	1988,3 ^a	23,8	1738,8 ^b	27,4
CAT	99002,7 ^a	1176,3	83221,3 ^b	1351,5
CAV	162,9 ^a	7,0	141,1 ^b	8,1
NCD	12,7	0,43	13,38	0,50
NCT	634,61	21,40	642,09	24,58
NVD	17,83	0,64	15,78	0,74
NVT	889,0 ^a	31,7	757,2 ^b	36,4
TIC	6,3	0,27	5,8	0,31
TID	60,0	1,1	62,4	1,3
TIT	2991,1	54,8	2989,8	65,2
TIV	4,8	0,22	5,2	0,26
VID	35,9 ^a	0,65	29,7 ^b	0,75

^{a,b}Indican, para cada fila, diferencias significativas ($P < 0,05$) entre los valores con diferente letra.

¹Para las abreviaturas ver la Tabla 3.2.

4.2.2. Evolución de los parámetros alimentarios

4.2.2.1. Evolución en el tiempo

Las **Figuras 4.2-4.10** presentan la evolución de los parámetros alimentarios durante los 50 días del periodo analizado. Pueden observarse las siguientes tendencias para cada parámetro:

El consumo diario: aumentó constantemente en las 4 razas, tanto en otoño como en primavera.

La velocidad de ingestión: en todas las razas y en los dos lotes, aumentó de forma uniforme.

El tiempo de ingestión diario: disminuyó ligeramente en los dos lotes, exceptuando las razas Landrace y Large White del lote de primavera en las que el tiempo diario aumentó para acabar disminuyendo en los últimos días.

El número de visitas diarias: presentó siempre tendencia ascendente con fuertes oscilaciones de un día para otro.

El consumo por visita: en los dos lotes mostró una tendencia ascendente. No obstante, en la raza Piétrain del lote 2 el consumo por visita no manifestó un aumento hasta los últimos días.

El tiempo por visita: tanto en el lote 1 como en el 2 manifestó una ligera tendencia a la disminución.

Las evoluciones en el tiempo de los parámetros consumo de alimento por comida (CAC), tiempo de ingestión por comida (TIC) y número de comidas diarias (NCD), presentaron tendencias análogas a las de estos mismos parámetros construidos a partir de visitas.

Todos los parámetros presentaron oscilaciones en sierra o zigzag con el transcurso de los días. En algunos parámetros, como por ejemplo el tiempo por visita, la

frecuencia de visitas, el consumo de alimento por visita o el consumo diario, estas oscilaciones se apreciaron con ritmo casi diario (de un día para otro): cuando en un día un parámetro subía, al siguiente descendía, y así sucesivamente; mientras, el parámetro expresaba una determinada tendencia. La **Figura 4.11** muestra las oscilaciones en sierra del parámetro frecuencia de visitas (NVD), promedio de todos los animales del corral n° 6 del lote de primavera (raza Landrace), y las oscilaciones del consumo diario (CAD) en un individuo de ese corral.

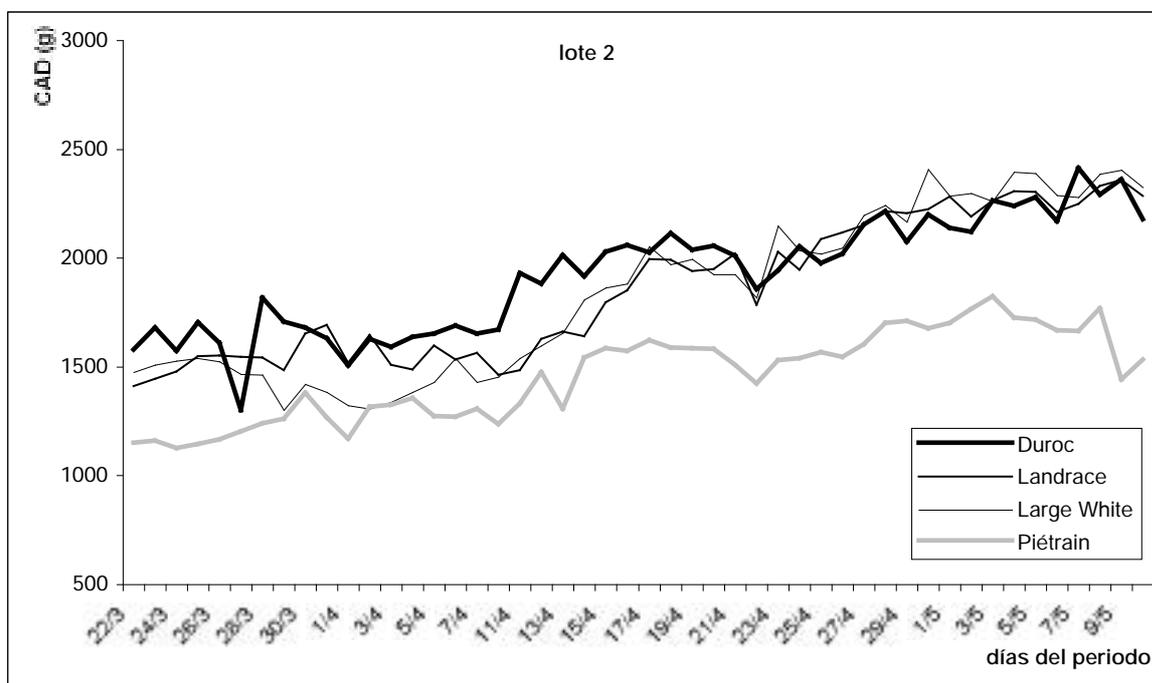
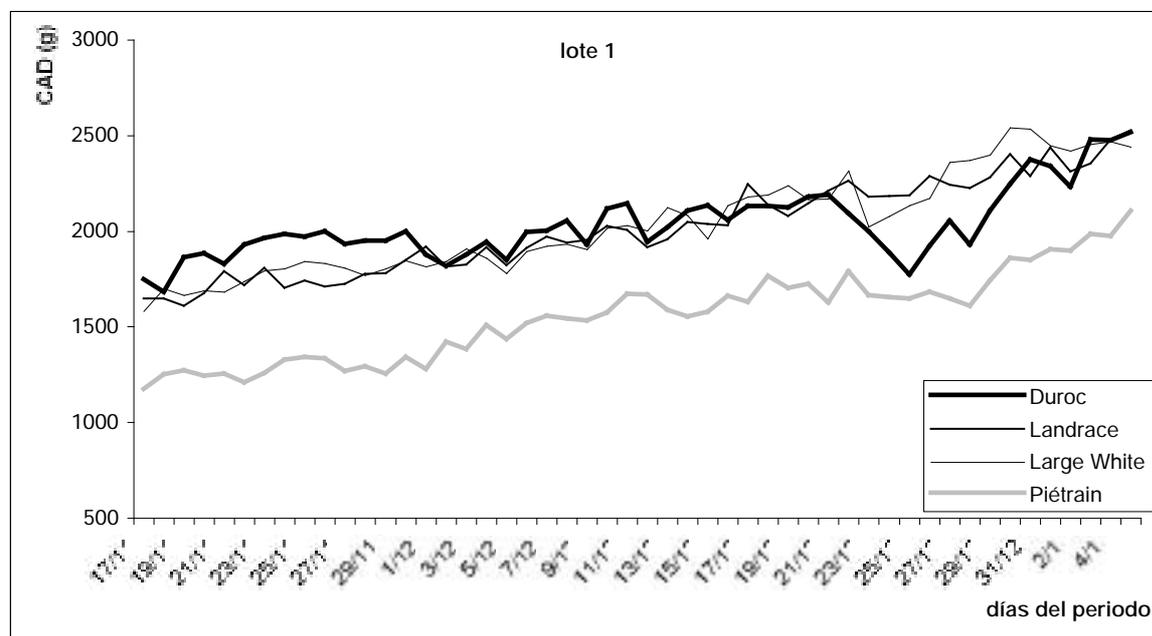


Figura 4.2. Evolución del CAD (consumo de alimento diario) en el tiempo.

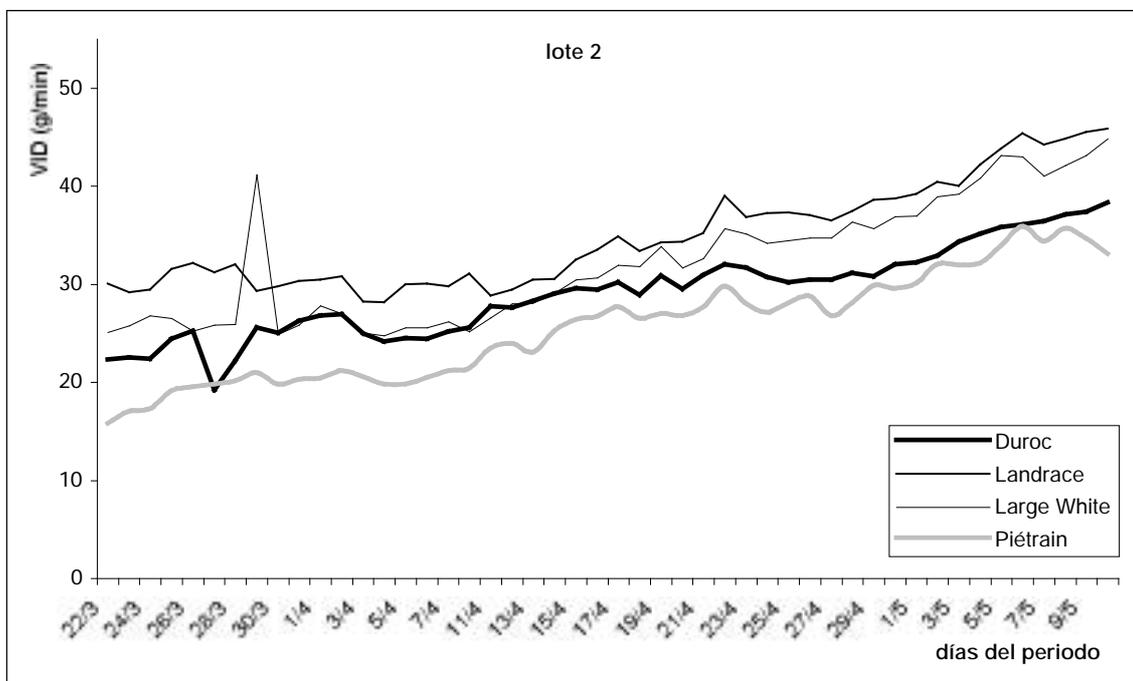
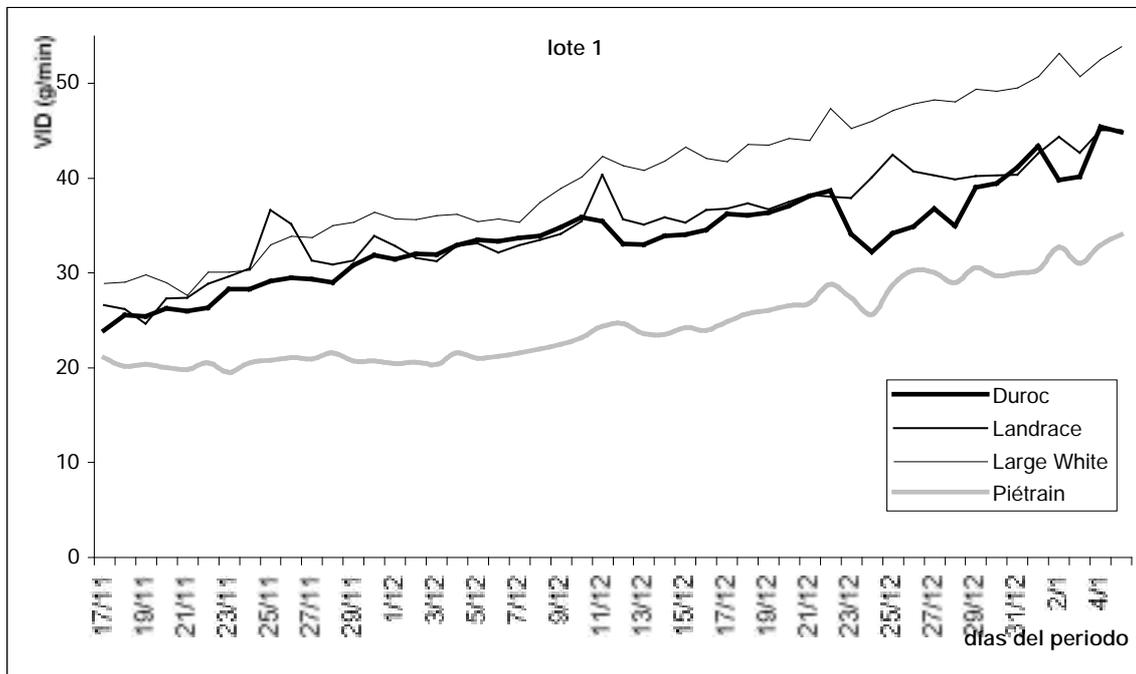


Figura 4.3. Evolución de la VID (velocidad de ingestión diaria) en el tiempo.

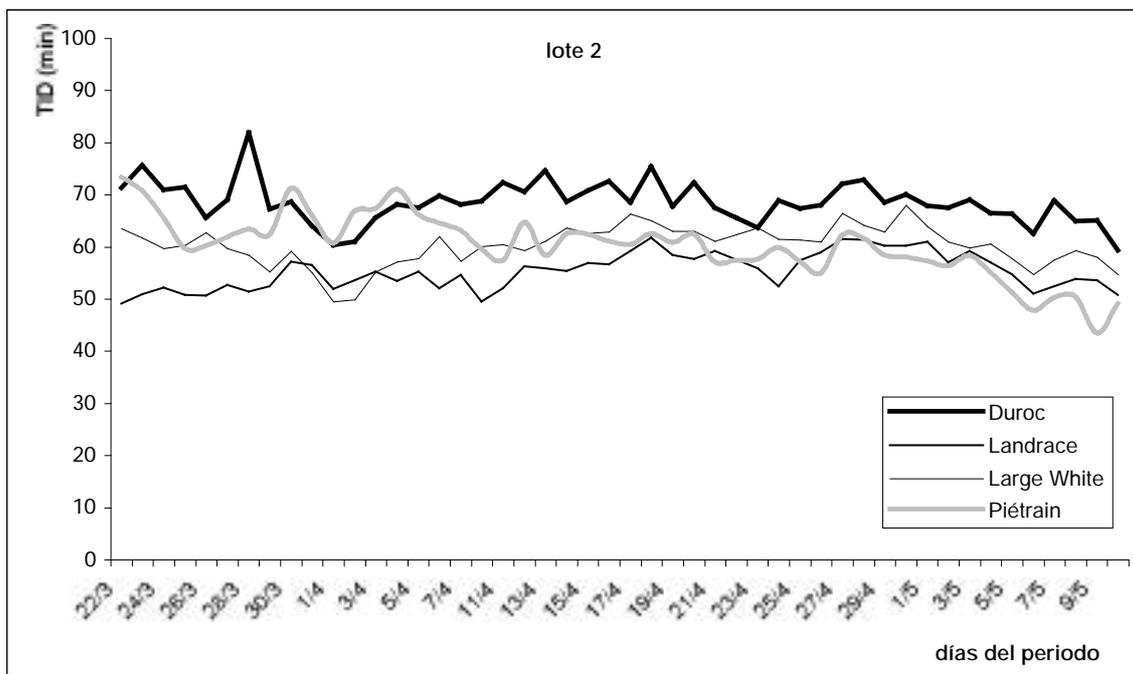
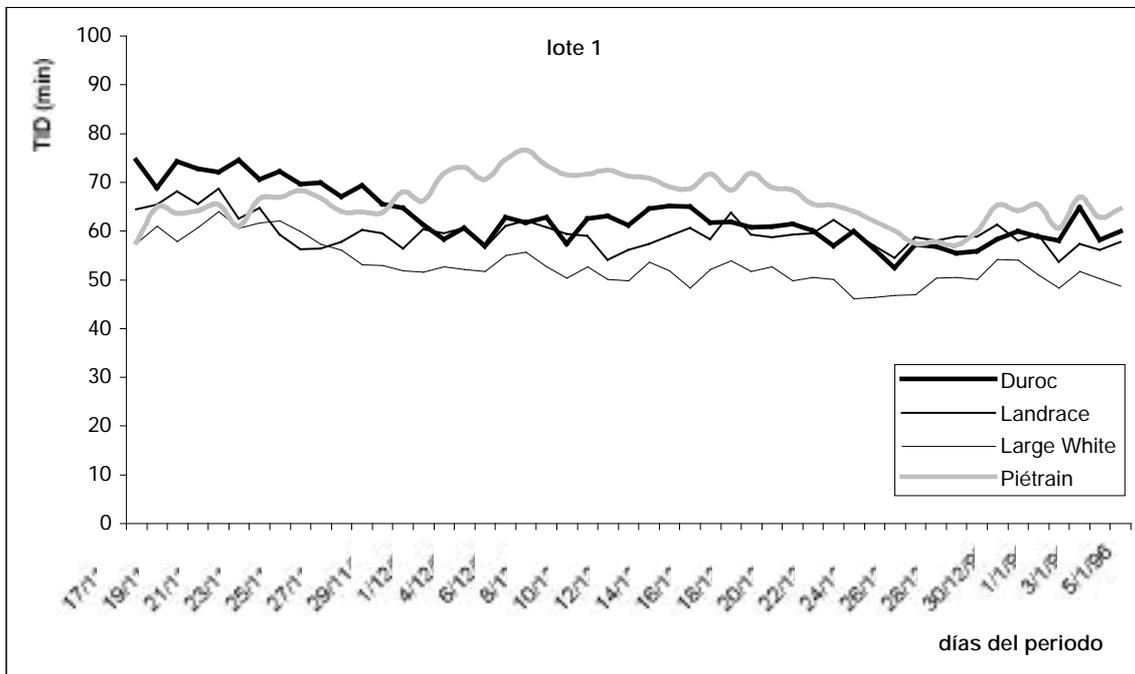


Figura 4.4. Evolución de la TID (tiempo de ingestión diario) en el tiempo.

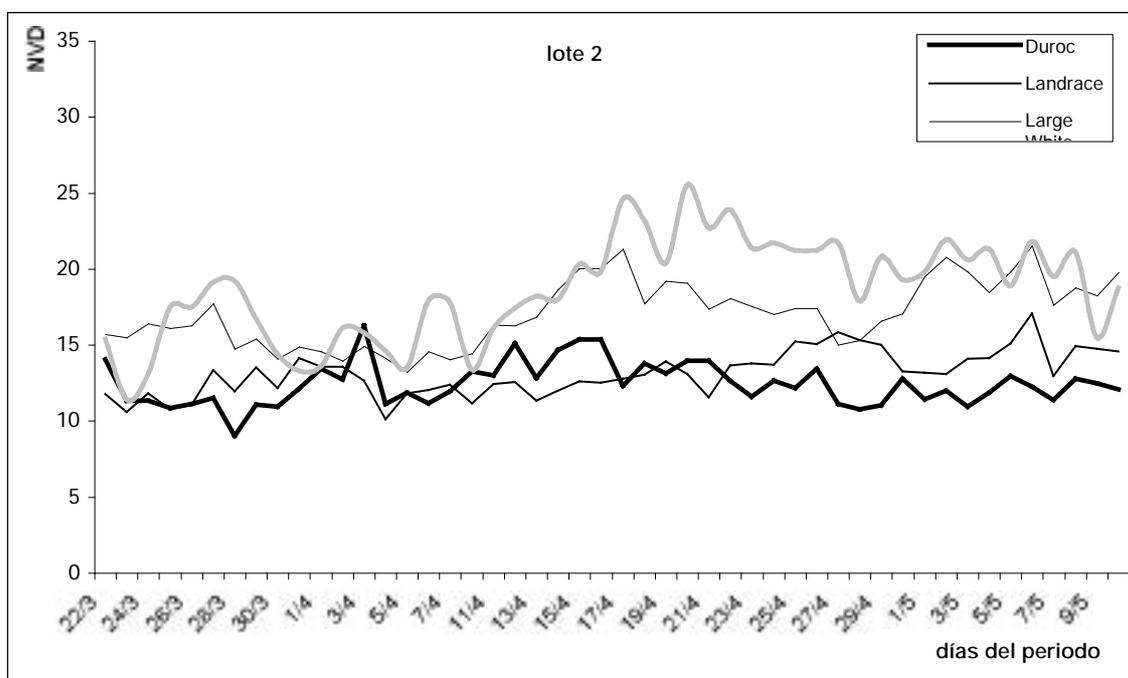
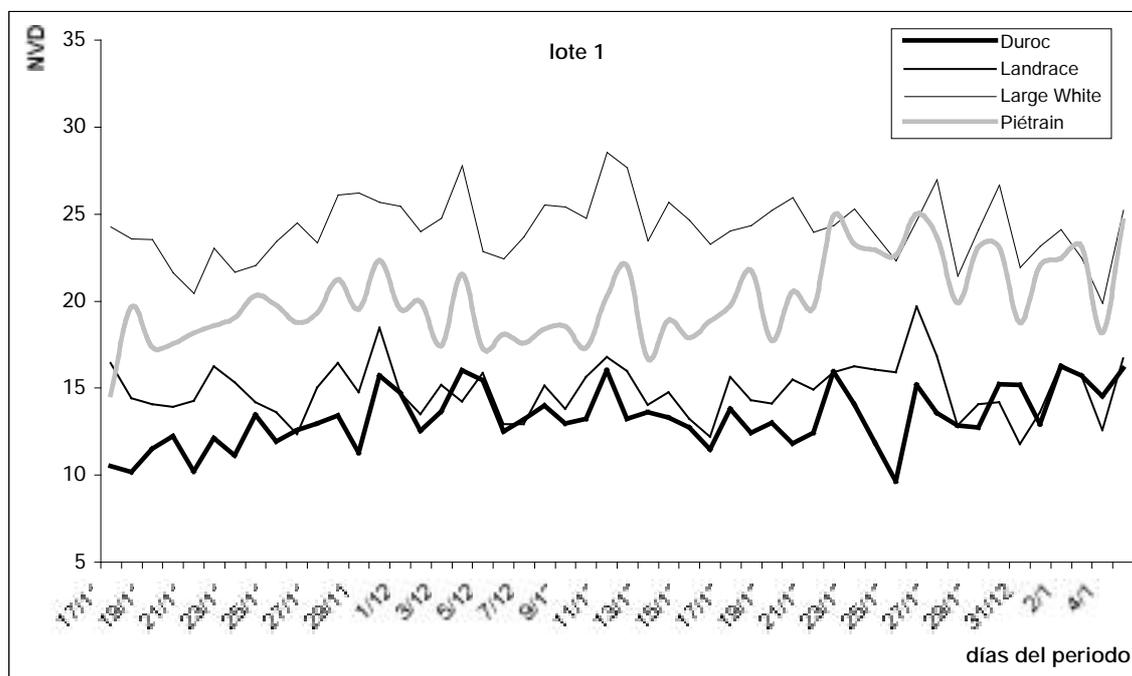


Figura 4.5. Evolución del NVD (número de visitas diarias) en el tiempo.

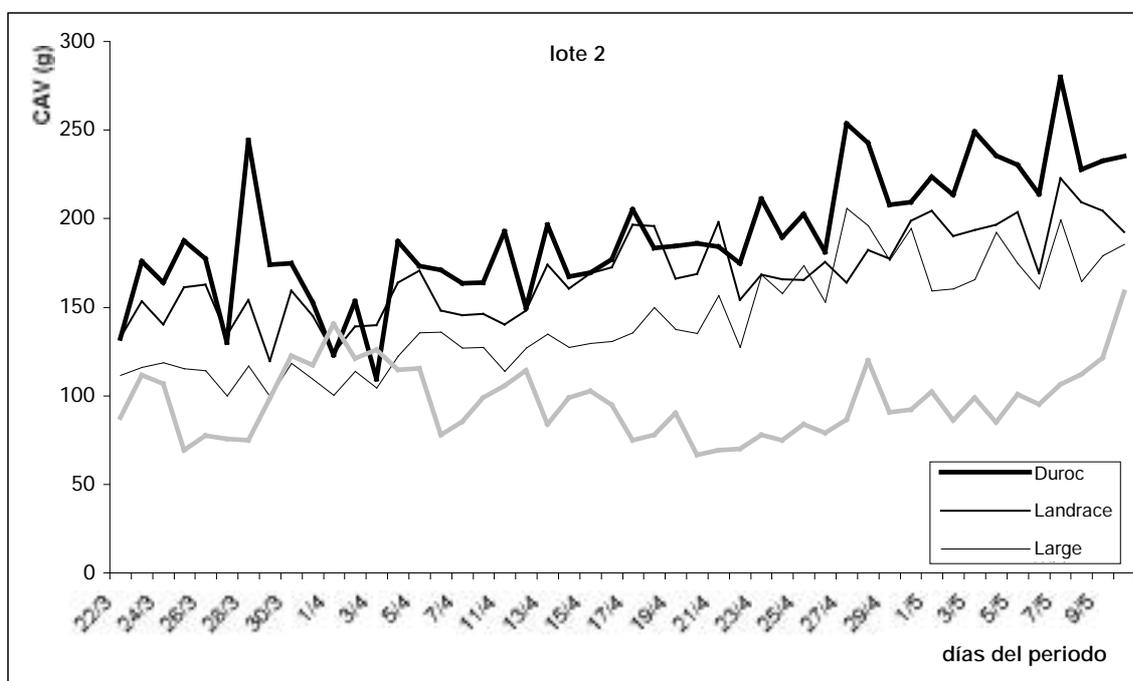
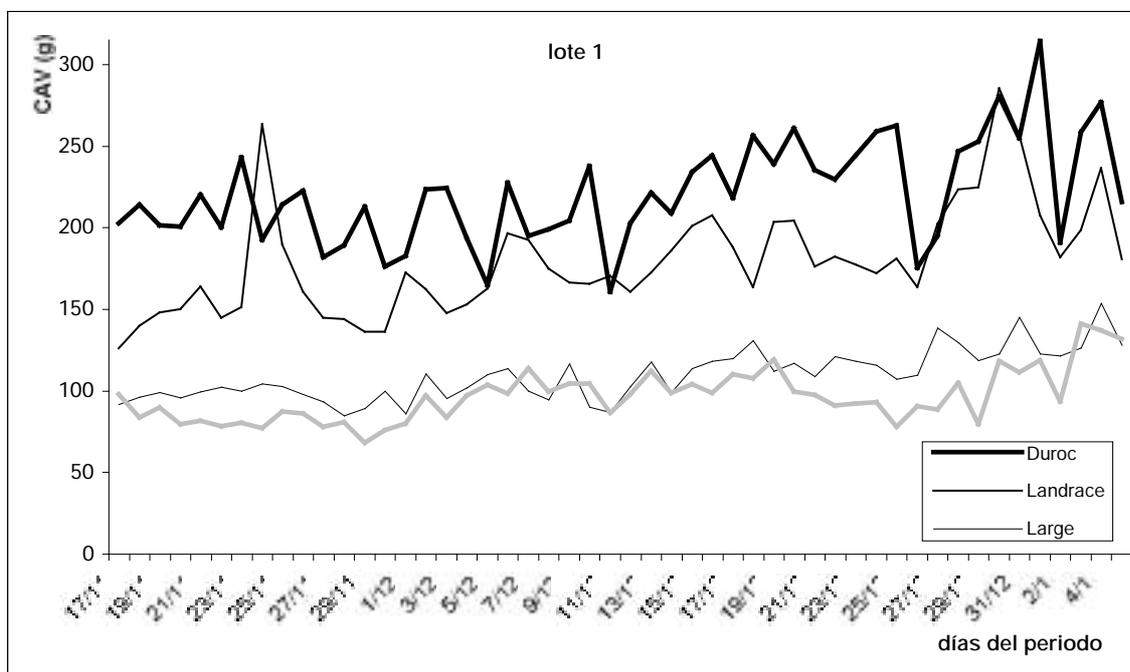


Figura 4.6. Evolución del CAV (consumo de alimento por visita) en el tiempo.

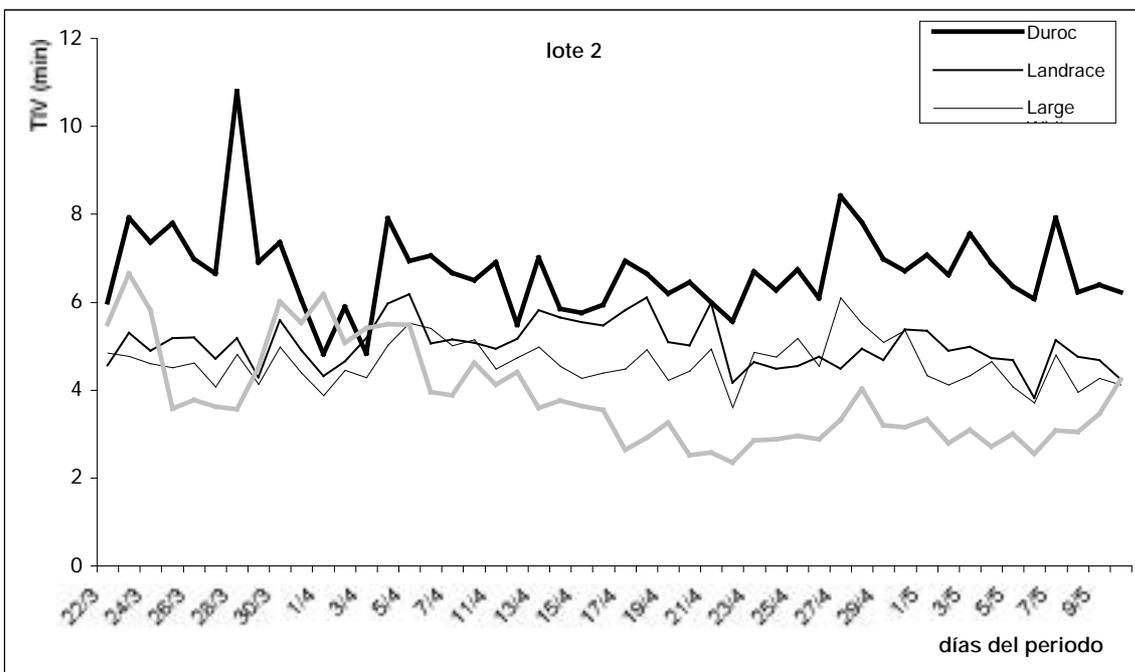
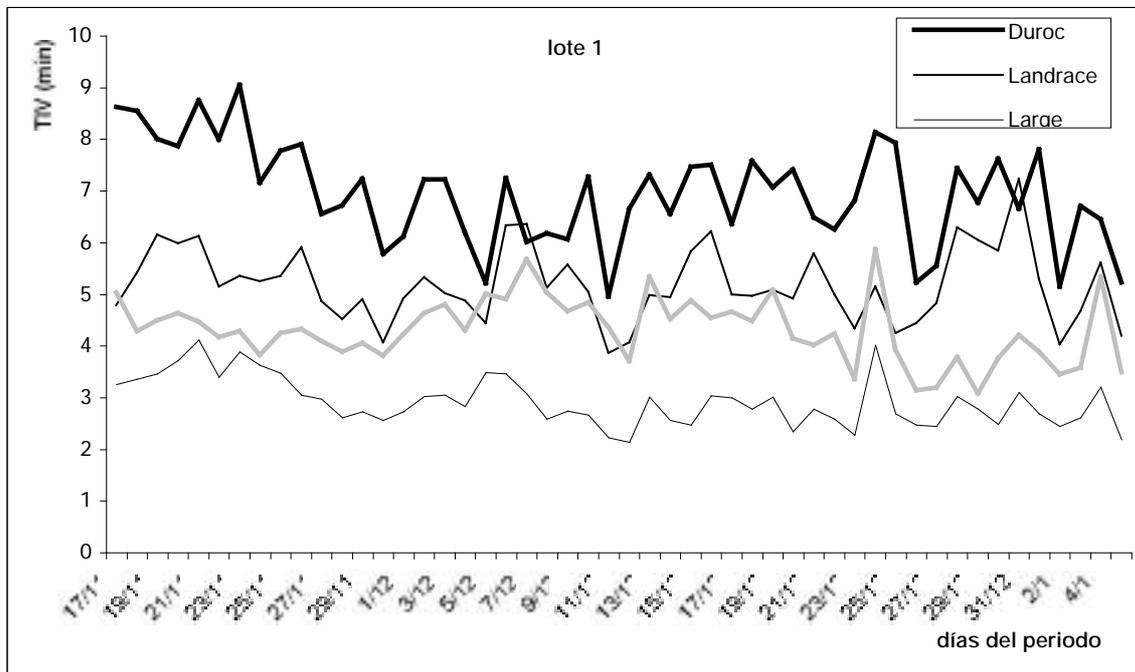


Figura 4.7. Evolución del TIV (tiempo de ingestión por visita) en el tiempo.

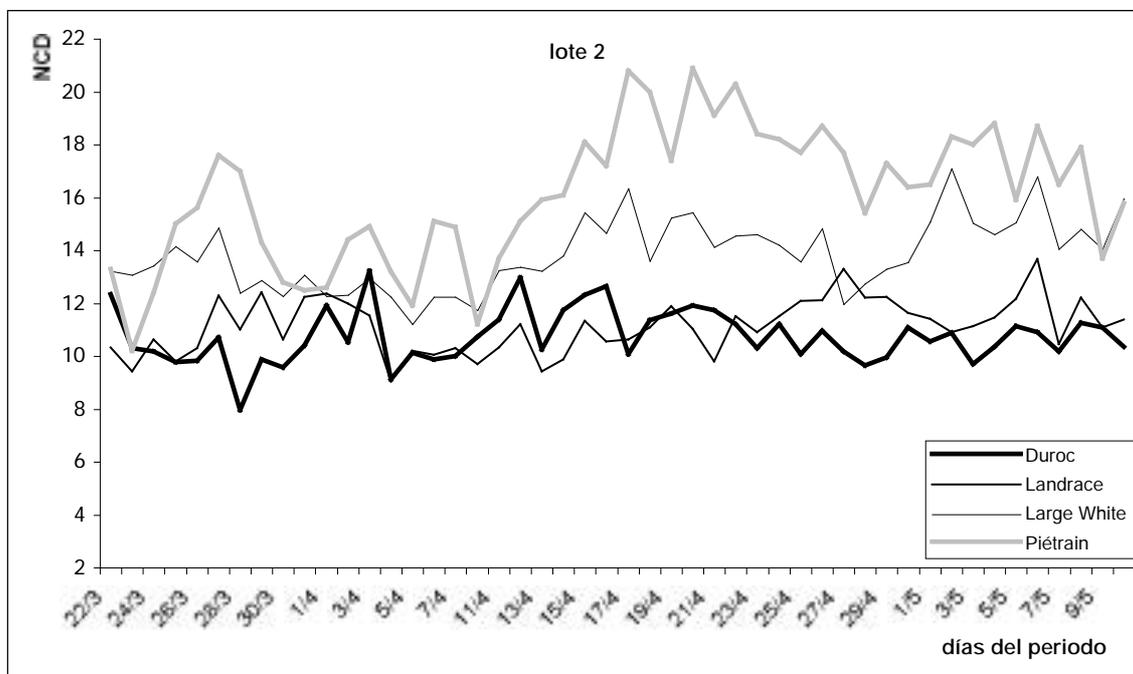
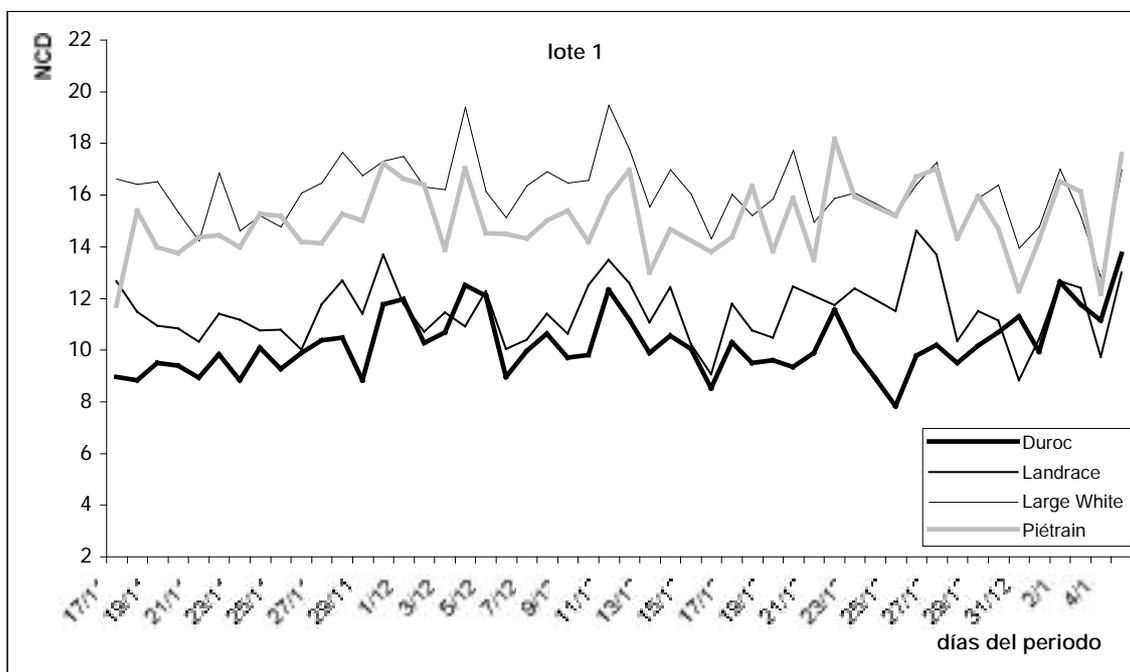


Figura 4.8. Evolución del NCD (número de comidas diarias) en el tiempo.

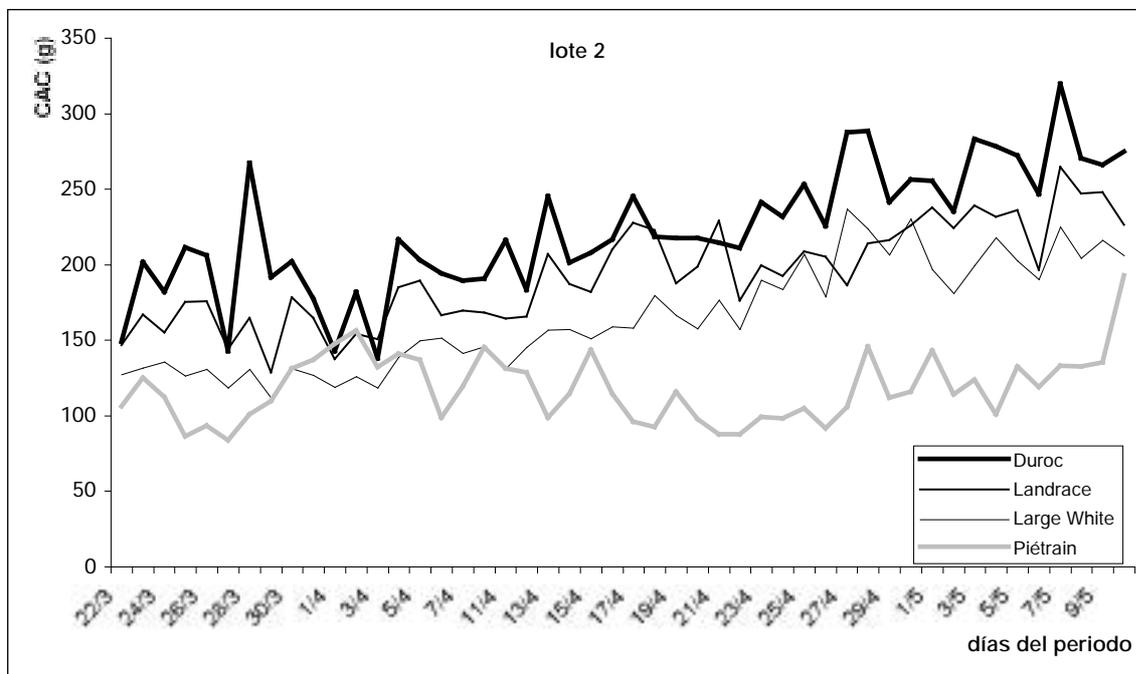
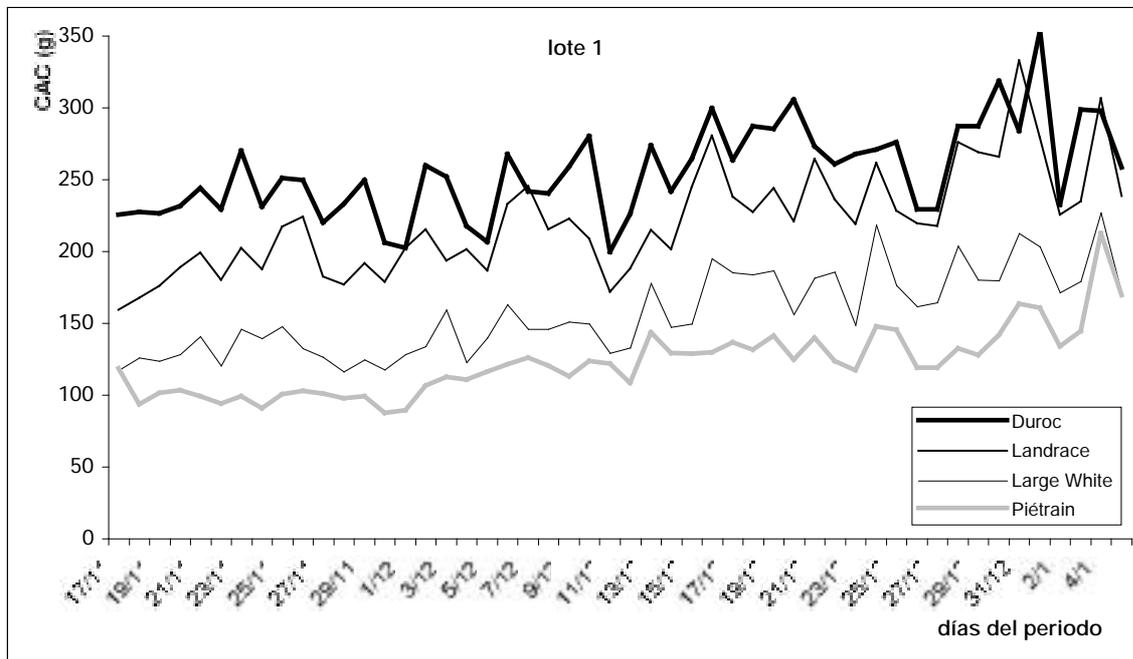


Figura 4.9. Evolución del CAC (consumo de alimento por comida) en el tiempo.

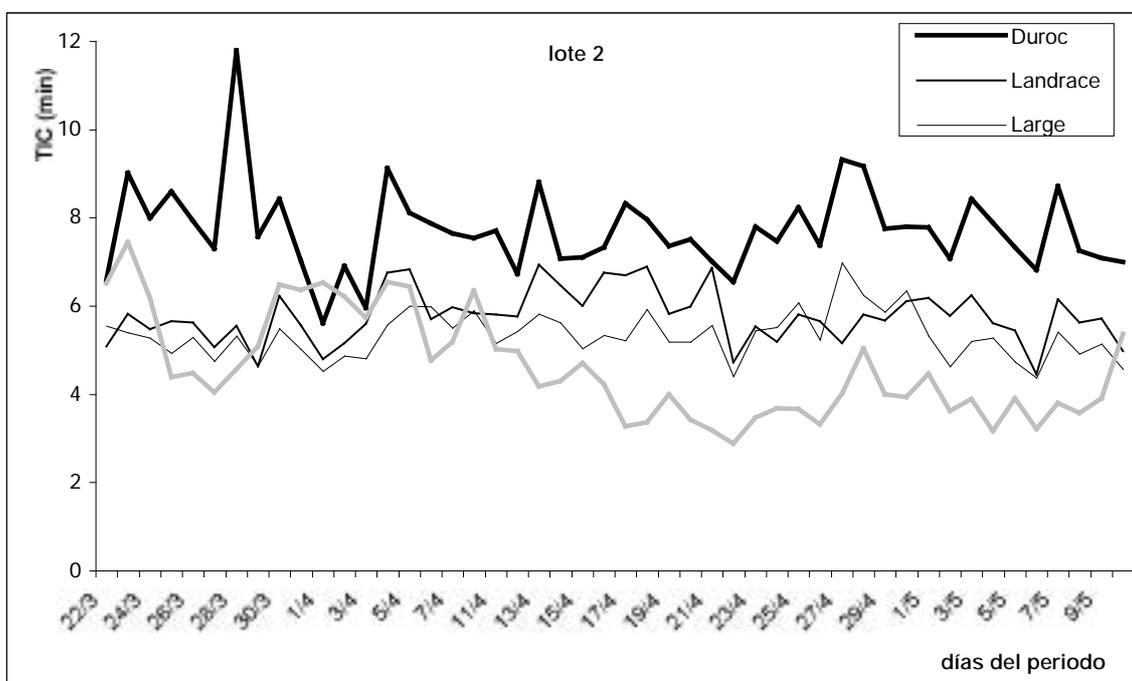
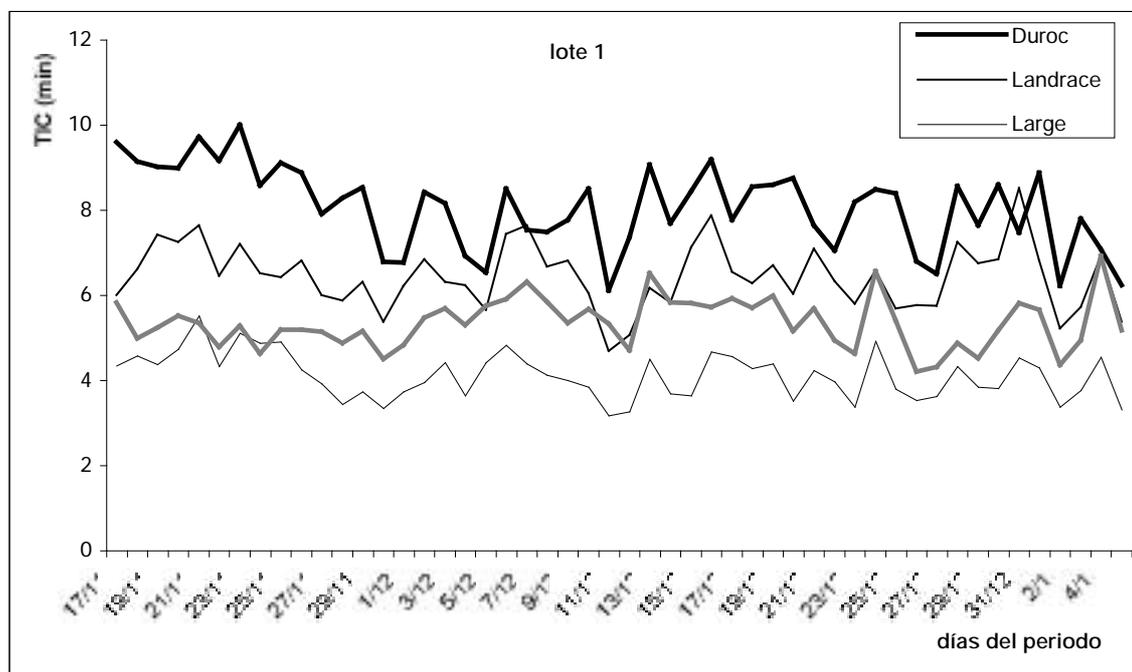


Figura 4.10. Evolución del TIC (tiempo de ingestión por comida) en el tiempo.

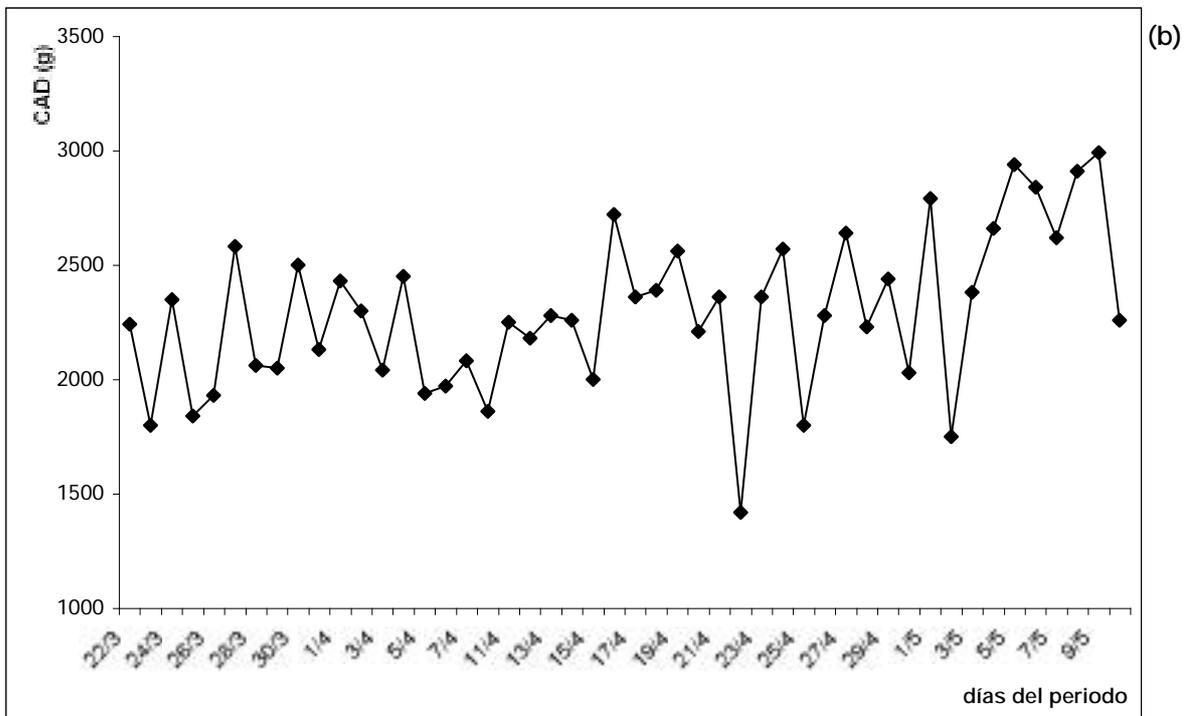
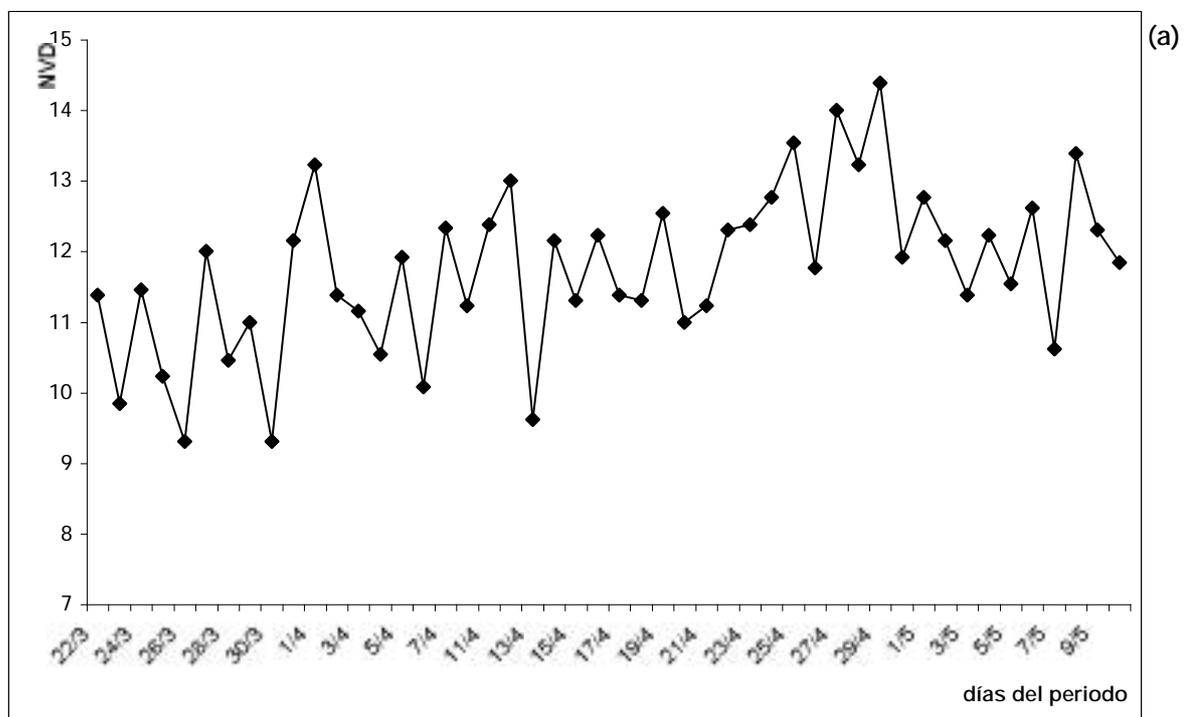


Figura 4.11. (a) Oscilaciones en sierra del número de visitas diarias (NVD) del corral 6 del lote 2 (raza Landrace), y (b) del consumo de alimento diario (CAD) de un individuo de este corral 6.

4.2.2.2. Evolución con la edad

Las **Figuras 4.12 y 4.13** manifiestan que las tendencias de los parámetros alimentarios (TID, VID, CAV, TIV y NVD) con la edad del individuo¹⁵ fueron similares a las que se han descrito en el apartado anterior (tendencias en el tiempo).

¹⁵ Hay que recordar que la evolución con la edad sólo se estudió en los animales del lote 2.

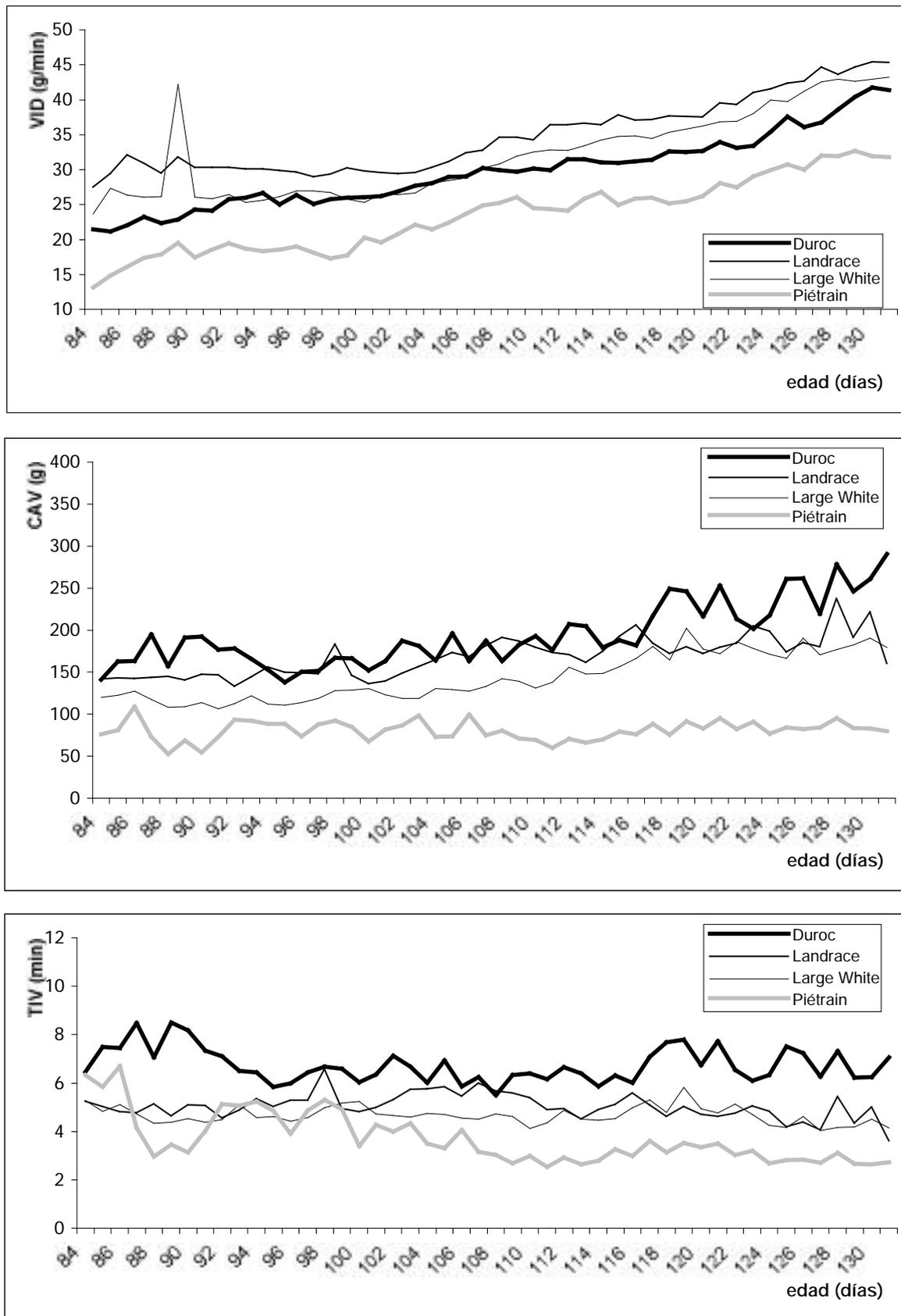


Figura 4.13. Evolución de los parámetros alimentarios VID, CAV y TIV con la edad del animal (lote 2).

4.2.2.3. Evolución con el peso vivo

a) Método 1: Las evoluciones de los parámetros alimentarios (TID, VID, NVD, TIV, CAV) con el peso vivo están recogidas en las **Figuras 4.14-4.17**. El consumo diario, la velocidad de ingestión y el tamaño de las visitas aumentaron en todas las razas. La frecuencia de las visitas presentó tendencia ascendente en todas las razas excepto en la raza Duroc, que disminuyó. Por el contrario, la duración de las visitas disminuyó en todas las razas menos en Duroc. El tiempo diario de ingestión manifestó una tendencia a la disminución excepto en la raza Landrace, que aumentó.

b) Método 2: Las **Figuras 4.18-4.21** muestran que los resultados de este segundo método de descripción de las tendencias de los parámetros con el peso vivo fueron menos nítidos que los del método 1, por tratarse de nubes de puntos en lugar de líneas¹⁶. Las tendencias fueron parecidas a las observadas con el método anterior. Sólo se apreciaron estas 3 diferencias entre los dos métodos: el tiempo diario aumentó en las razas Duroc y Large White, y la duración de las visitas aumentó en la raza Landrace.

¹⁶ En las Figuras 4.18-4.21 se ha incluido la recta de regresión para facilitar la visualización de la tendencia que describe la nube de puntos. La recta de regresión sólo es correcta cuando los datos que se utilizan son independientes y en estas figuras los datos son apareados (varios pesos de un mismo animal). No obstante, hemos preferido indicar la recta para mayor comodidad del lector.

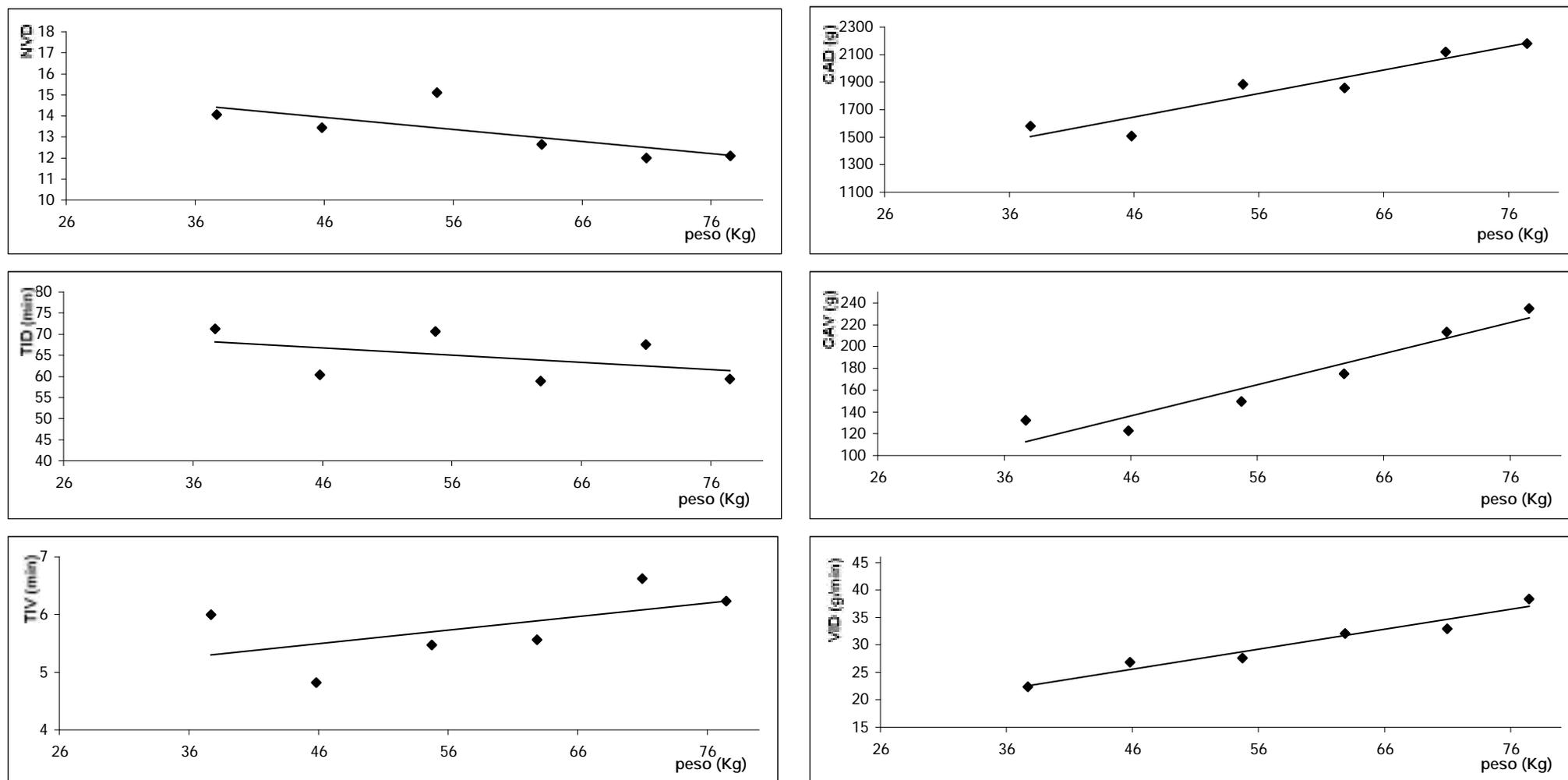


Figura 4.14. Evolución de los parámetros alimentarios CAD, TID, VID, NVD, CAV y TIV con el peso vivo del animal (método 1) en la raza Duroc.

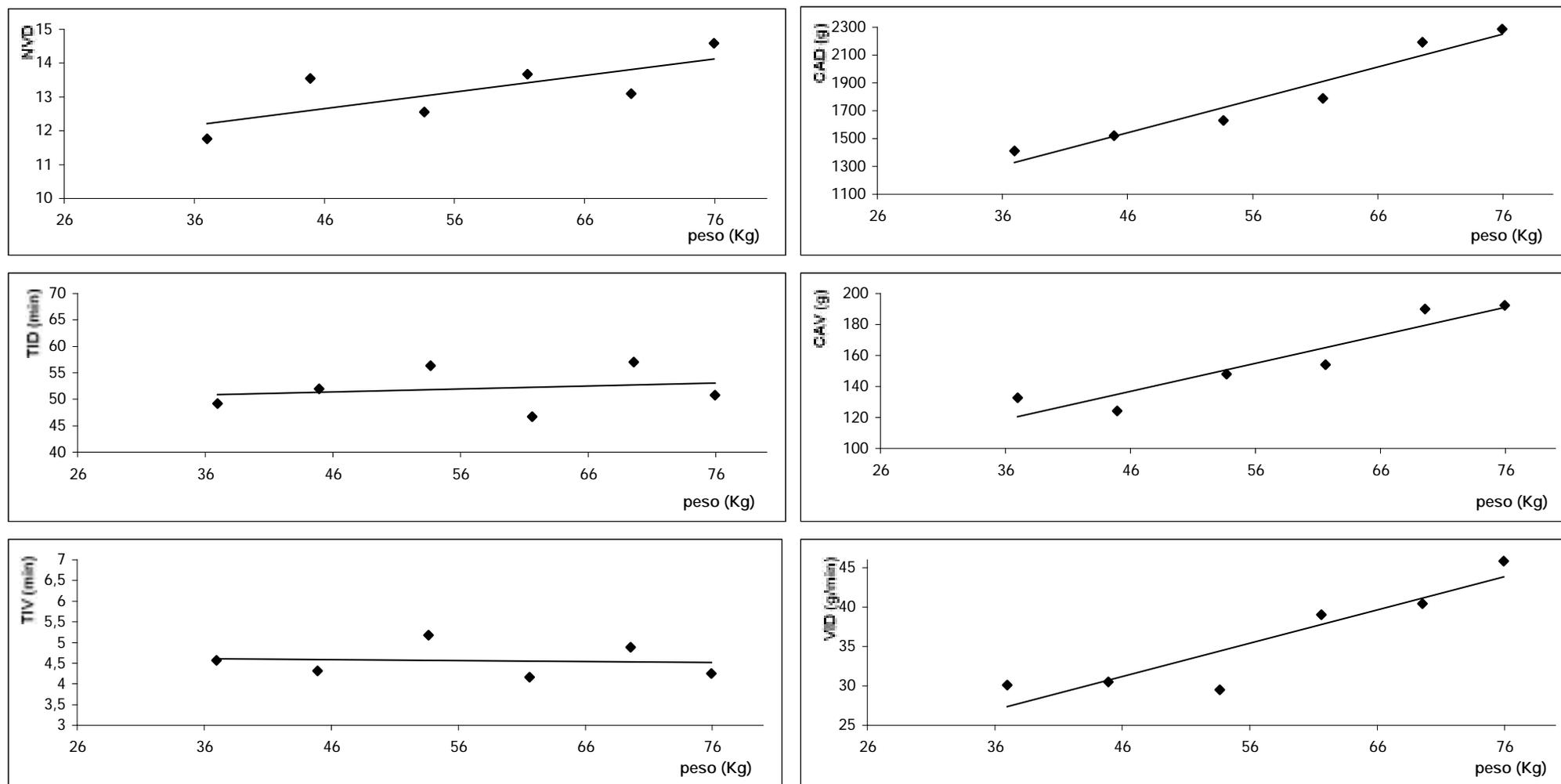


Figura 4.15. Evolución de los parámetros alimentarios CAD, TID, VID, NVD, CAV y TIV con el peso vivo del animal (método 1) en la raza Landrace.

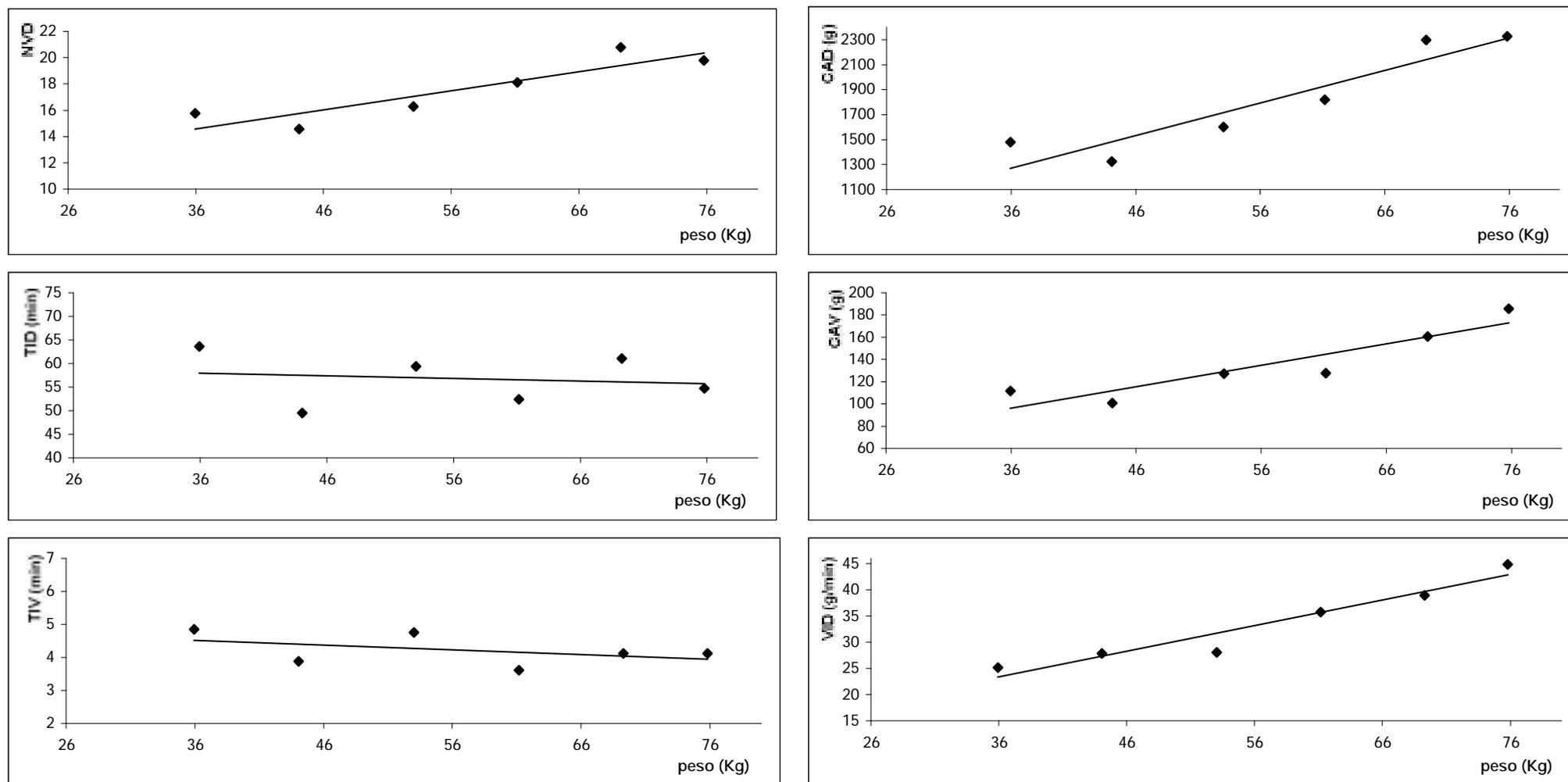


Figura 4.16. Evolución de los parámetros alimentarios CAD, TID, VID, NVD, CAV y TIV con el peso vivo del animal (método 1) en la raza Large W.

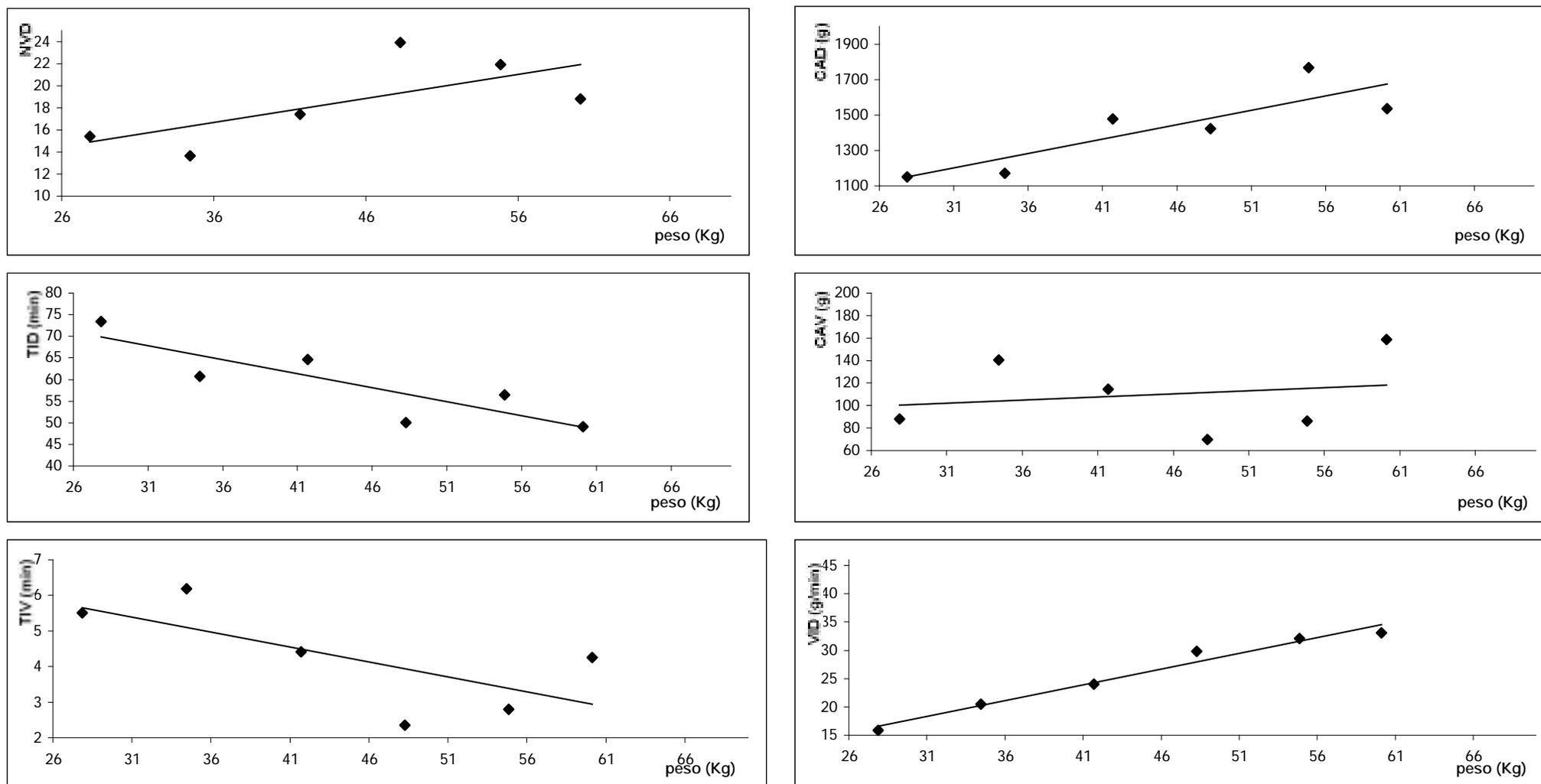


Figura 4.17. Evolución de los parámetros alimentarios CAD, TID, VID, NVD, CAV y TIV con el peso vivo del animal (método 1) en la raza Piétrain.

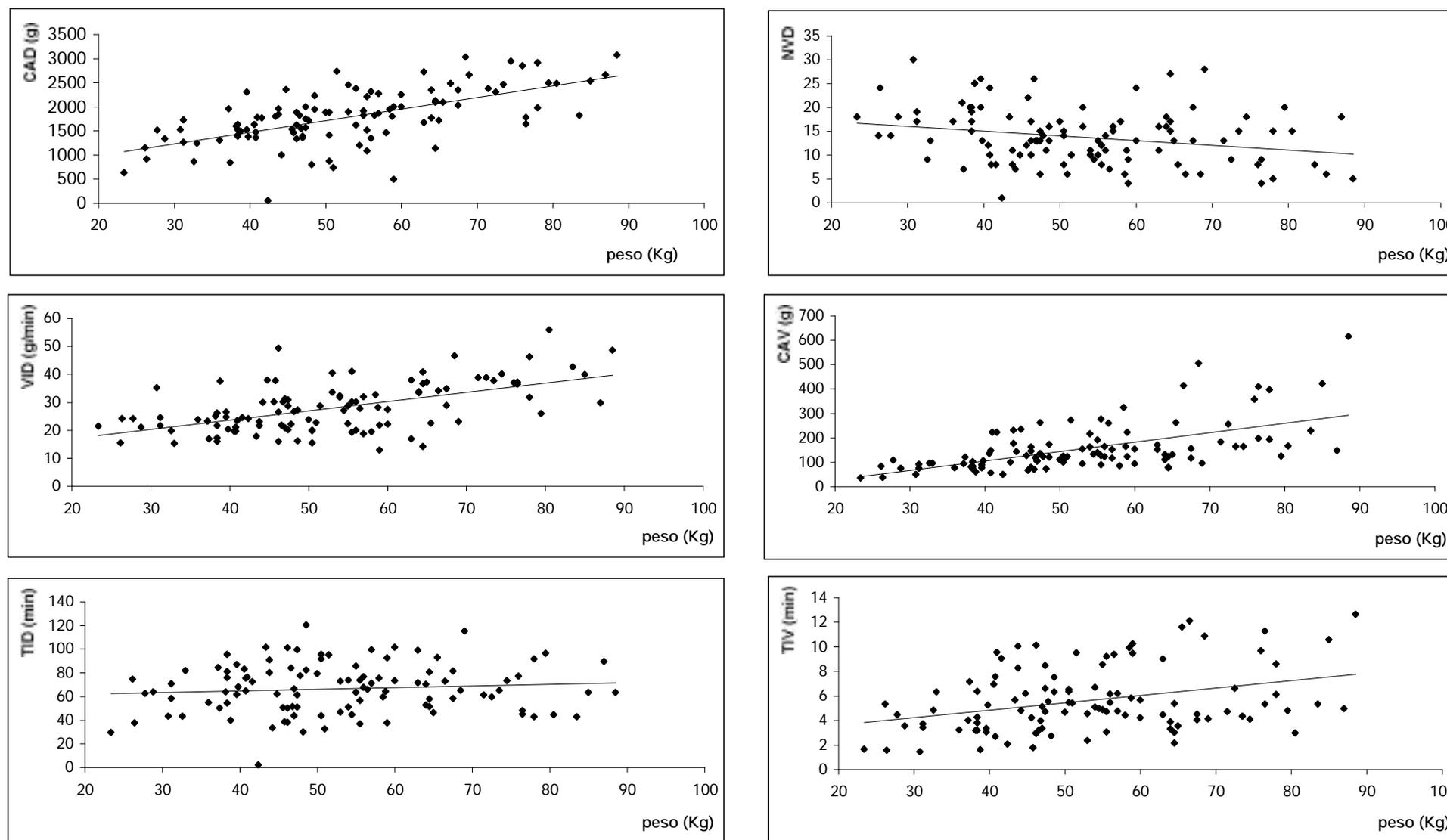


Figura 4.18. Evolución de los parámetros alimentarios CAD, VID, TID, NVD, CAV y TIV con el peso vivo del animal (método 2) en la raza Duroc.

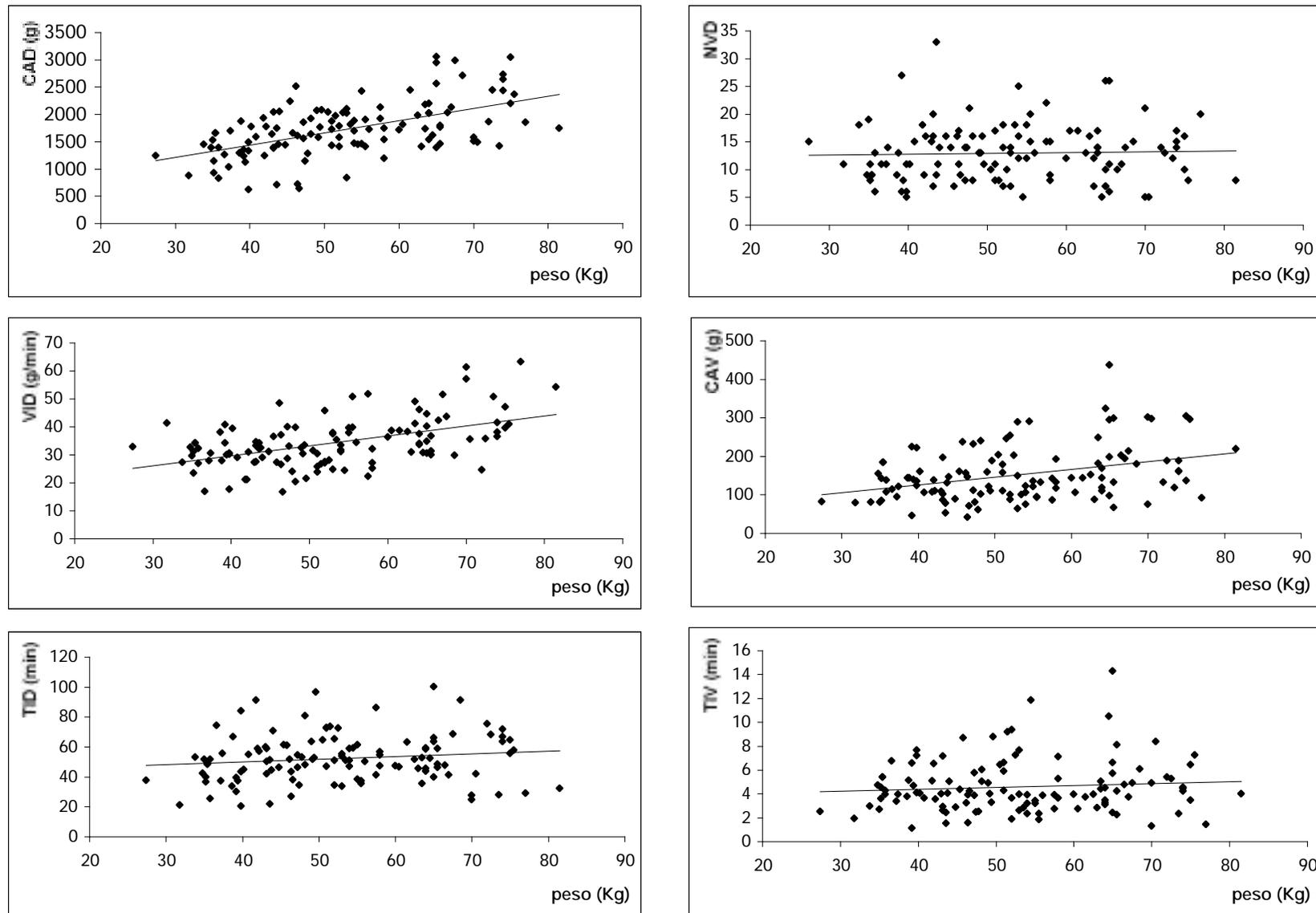


Figura 4.19. Evolución de los parámetros alimentarios CAD, VID, TID, NVD, CAV y TIV con el peso vivo del animal (método 2) en la raza Landrace.

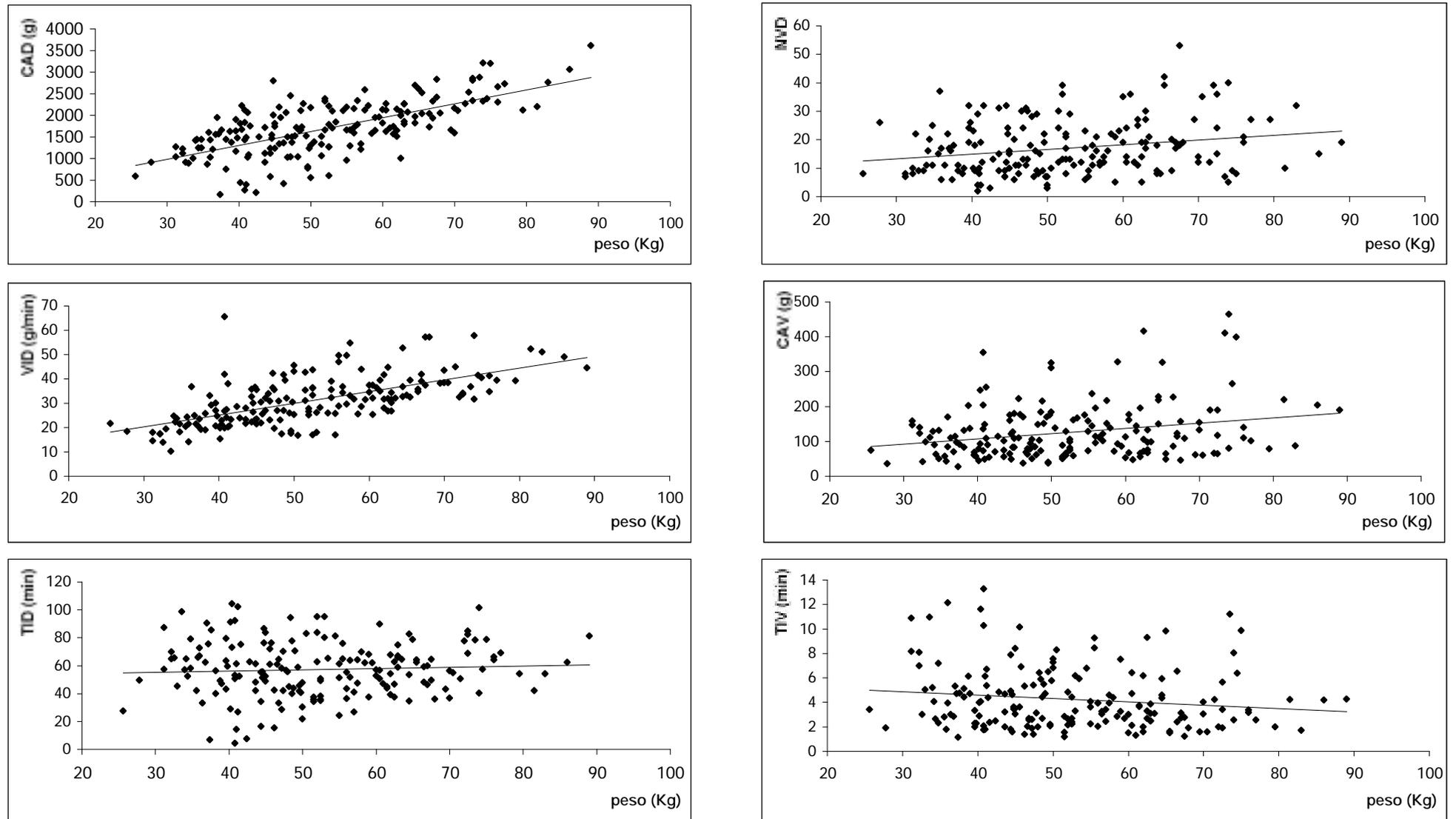


Figura 4.20. Evolución de los parámetros alimentarios CAD, VID, TID, NVD, CAV y TIV con el peso vivo del animal (método 2) en la raza Large W.

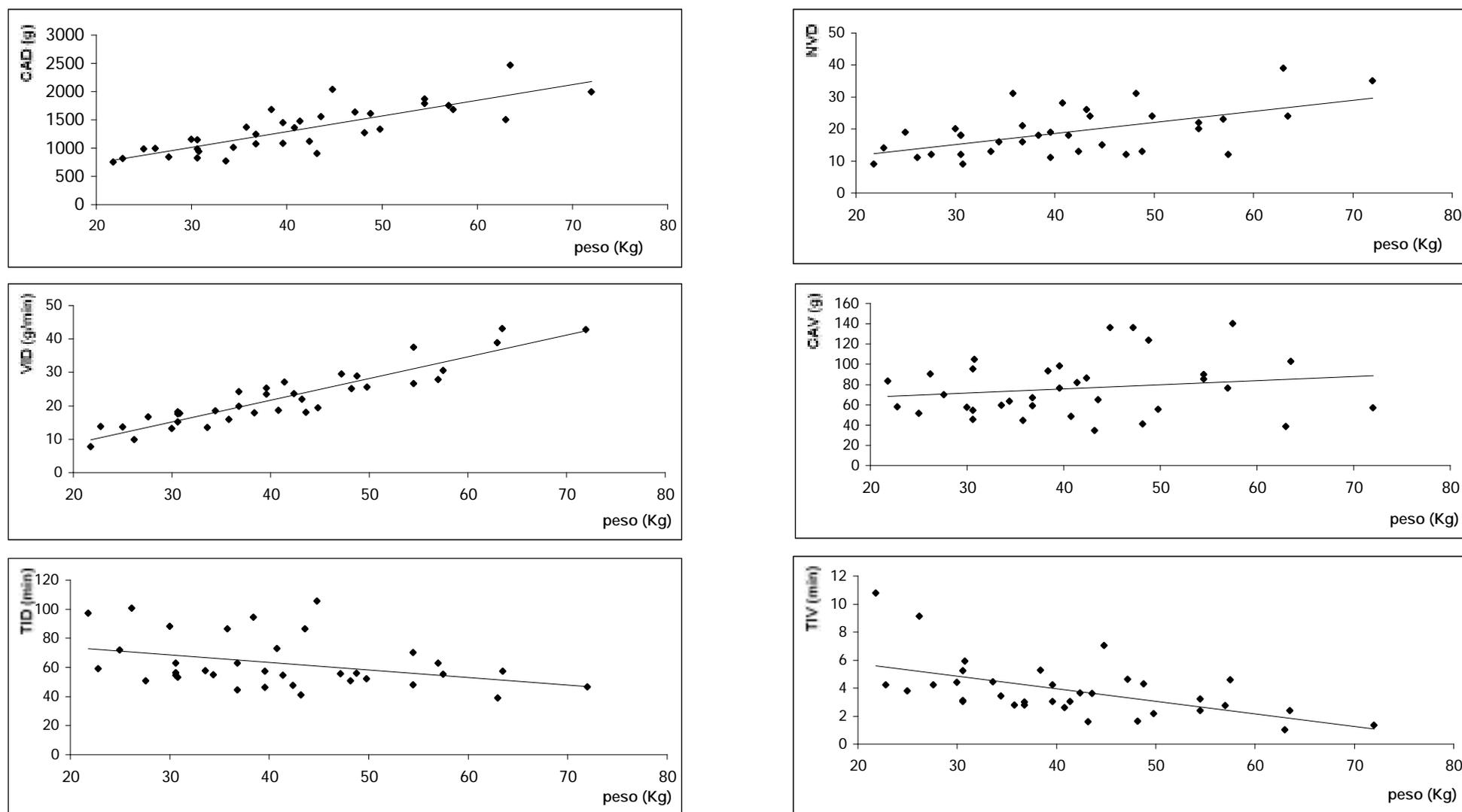


Figura 4.21. Evolución de los parámetros alimentarios CAD, VID, TID, NVD, CAV y TIV con el peso vivo del animal (método 2) en la raza Piétrain.