

Distribución del hierro en gallinas (Shaver). Influencia del contenido en hierro de la dieta.

María del Puy Sáiz Zabalza

ADVERTIMENT. La consulta d'aquesta tesi queda condicionada a l'acceptació de les següents condicions d'ús: La difusió d'aquesta tesi per mitjà del servei TDX (www.tesisenxarxa.net) ha estat autoritzada pels titulars dels drets de propietat intel·lectual únicament per a usos privats emmarcats en activitats d'investigació i docència. No s'autoritza la seva reproducció amb finalitats de lucre ni la seva difusió i posada a disposició des d'un lloc aliè al servei TDX. No s'autoritza la presentació del seu contingut en una finestra o marc aliè a TDX (framing). Aquesta reserva de drets afecta tant al resum de presentació de la tesi com als seus continguts. En la utilització o cita de parts de la tesi és obligat indicar el nom de la persona autora.

ADVERTENCIA. La consulta de esta tesis queda condicionada a la aceptación de las siguientes condiciones de uso: La difusión de esta tesis por medio del servicio TDR (www.tesisenred.net) ha sido autorizada por los titulares de los derechos de propiedad intelectual únicamente para usos privados enmarcados en actividades de investigación y docencia. No se autoriza su reproducción con finalidades de lucro ni su difusión y puesta a disposición desde un sitio ajeno al servicio TDR. No se autoriza la presentación de su contenido en una ventana o marco ajeno a TDR (framing). Esta reserva de derechos afecta tanto al resumen de presentación de la tesis como a sus contenidos. En la utilización o cita de partes de la tesis es obligado indicar el nombre de la persona autora.

WARNING. On having consulted this thesis you're accepting the following use conditions: Spreading this thesis by the TDX (www.tesisenxarxa.net) service has been authorized by the titular of the intellectual property rights only for private uses placed in investigation and teaching activities. Reproduction with lucrative aims is not authorized neither its spreading and availability from a site foreign to the TDX service. Introducing its content in a window or frame foreign to the TDX service is not authorized (framing). This rights affect to the presentation summary of the thesis as well as to its contents. In the using or citation of parts of the thesis it's obliged to indicate the name of the author.

UNIVERSIDAD DE BARCELONA

FACULTAD DE BIOLOGIA

DISTRIBUCION DEL HIERRO EN GALLINAS (SHAVER).
INFLUENCIA DEL CONTENIDO EN HIERRO DE LA DIETA.

MEMORIA PRESENTADA PARA OPTAR AL GRADO DE

DOCTOR EN CIENCIAS BIOLOGICAS

María del Puy Sáiz Zabalza

Barcelona, Abril, 1986

2.2.- INGESTA DIARIA DE PIENSO

Los gramos de pienso que diariamente consumen los machos, aumentan a medida que crece el animal. Dicho incremento es más acusado entre las 4 y 8 semanas, existiendo diferencias estadísticamente significativas. En las hembras, el incremento se detecta hasta las 13 semanas observándose una ligera disminución en la edad adulta (18 semanas) para luego duplicarse este valor en la puesta alcanzando los 100 gramos de pienso ingerido por día.

En estos valores de ingesta, el factor sexo apenas ejerce influencia, detectándose significación estadística a las 13 semanas ($p < 0.05$) a favor de las hembras.

2.3.- EXCRECION DIARIA

El peso de los excrementos también aumenta a medida que crece el animal excepto en las hembras de 18 semanas que se da una leve disminución. La estadística nos revela diferencias sexuales significativas a la edad de 13 semanas ($p < 0.001$) a favor de las hembras.

Si los valores de estas tres variables las expresamos por gramo de peso corporal (Figuras 24, 25 y 26) observamos que, salvo en algún momento, los tres parámetros descienden hasta las 18 semanas y durante la puesta, se detecta un aumento de los mismos.

La influencia del sexo es notable a las 4 y 13 semanas y es siempre a favor de las hembras, variando los grados de significación.

3.- GANANCIA DE PESO Y UTILIZACION DEL ALIMENTO

En los animales de 4 semanas (Tabla XXI) se detecta una ganancia de peso por día muy similar en los dos sexos, la cual aumenta en los machos hasta las 13 semanas (

Tabla XX

Peso corporal y valores de la ingesta de agua y pienso, y de la excreción en gallinas de raza Shaver en función de la edad y del sexo.

Edad, semanas	Sexo	Peso, g	Líquido ingerido/día, ml	Pienso ingerido/día, g	Excreción/día, g
4	♂	256.3 ± 14.95(a)	44.8 ± 5.53(a)	24.0 ± 1.66(a)	22.8 ± 2.84(a)
	♀	240.3 ± 17.24(a)	53.2 ± 2.93(a)	27.8 ± 2.11(a)	29.9 ± 2.31(a)
8	♂	554.4 ± 29.27(b)	101.3 ± 12.89(b)	50.7 ± 5.40(b)	33.9 ± 3.25(a,b)
	♀	499.2 ± 34.69(b)	79.2 ± 2.60(b)	38.2 ± 3.39(a)	32.1 ± 1.47(a)
13	♂	1164.4 ± 56.45(c)**	114.7 ± 12.68(b)	55.8 ± 3.16(b)*	38.9 ± 3.02(b)***
	♀	907.2 ± 57.45(c)	122.6 ± 15.20(b)	67.7 ± 2.58(b,c)	55.4 ± 2.65(b)
18	♂	1410.3 ± 78.12(c)	112.9 ± 14.85(b)	61.5 ± 8.29(b)	44.9 ± 6.69(a,b)
	♀	1335.7 ± 41.06(d)	112.2 ± 20.24(a,b)	51.8 ± 9.35(a,b)	50.3 ± 9.81(a,b,c)
24	♀	1600.0 ± 45.99(e)	280.5 ± 30.47(c)	100.9 ± 8.82(c)	77.2 ± 5.67(c)

Valoración estadística: ver Tabla I

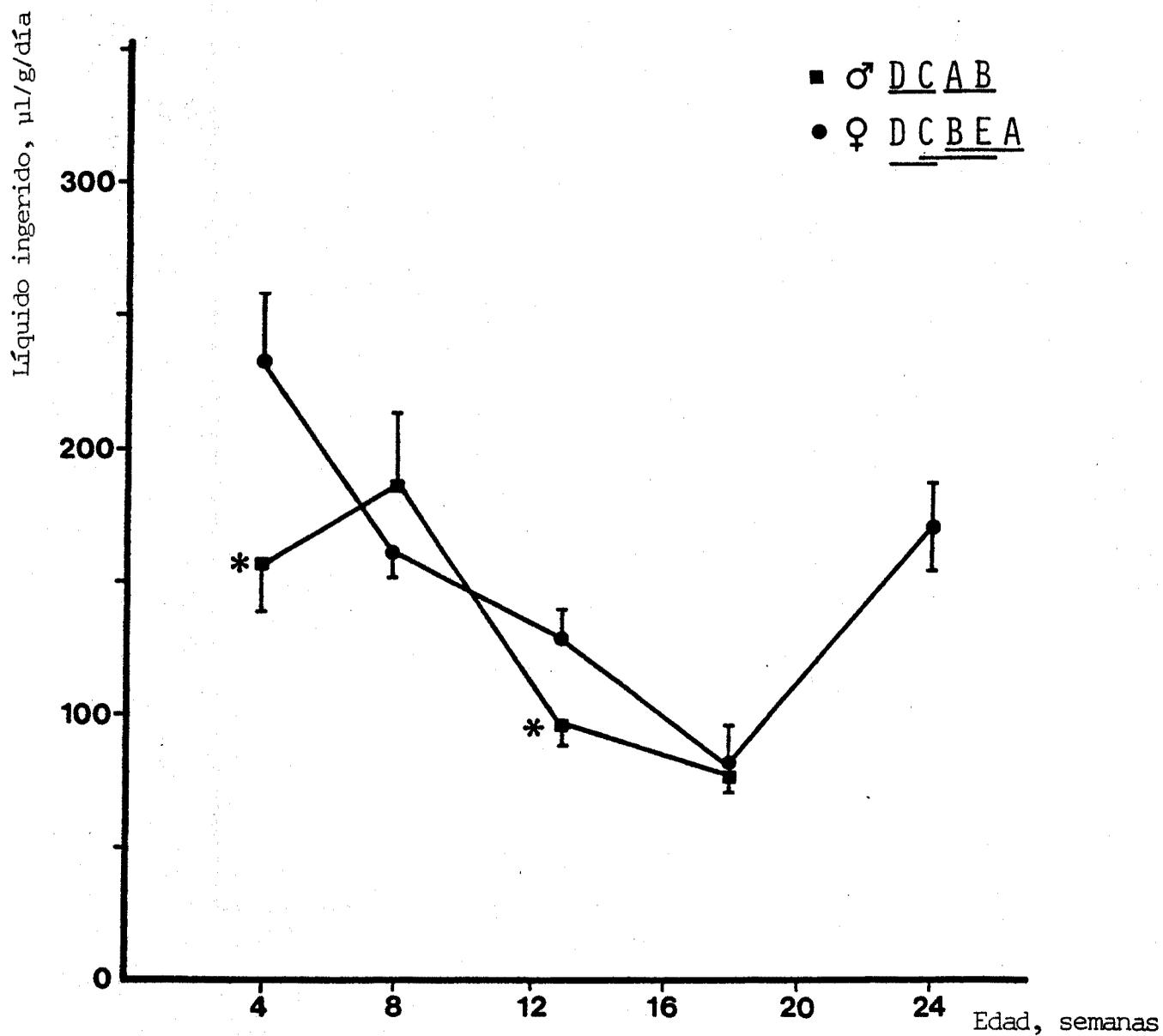


Figura 24.- Líquido ingerido por gramo de peso corporal en gallinas de raza Shaver en función de la edad y del sexo.

Valoración estadística: ver Figura 5

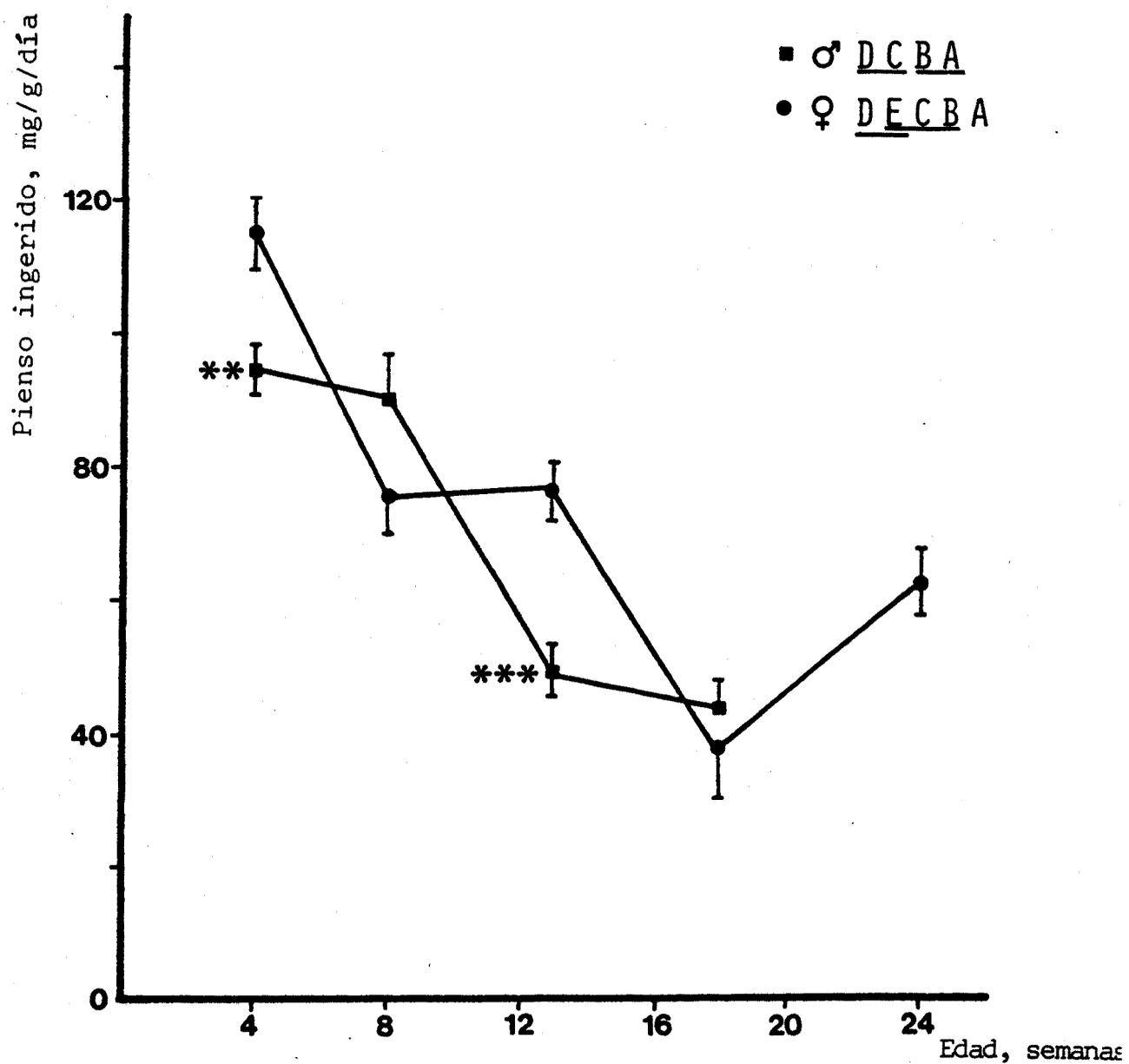


Figura 25 .- Pienso ingerido por gramo de peso corporal en gallinas de raza Shaver en función de la edad y del sexo.

Valoración estadística: ver Figura 5

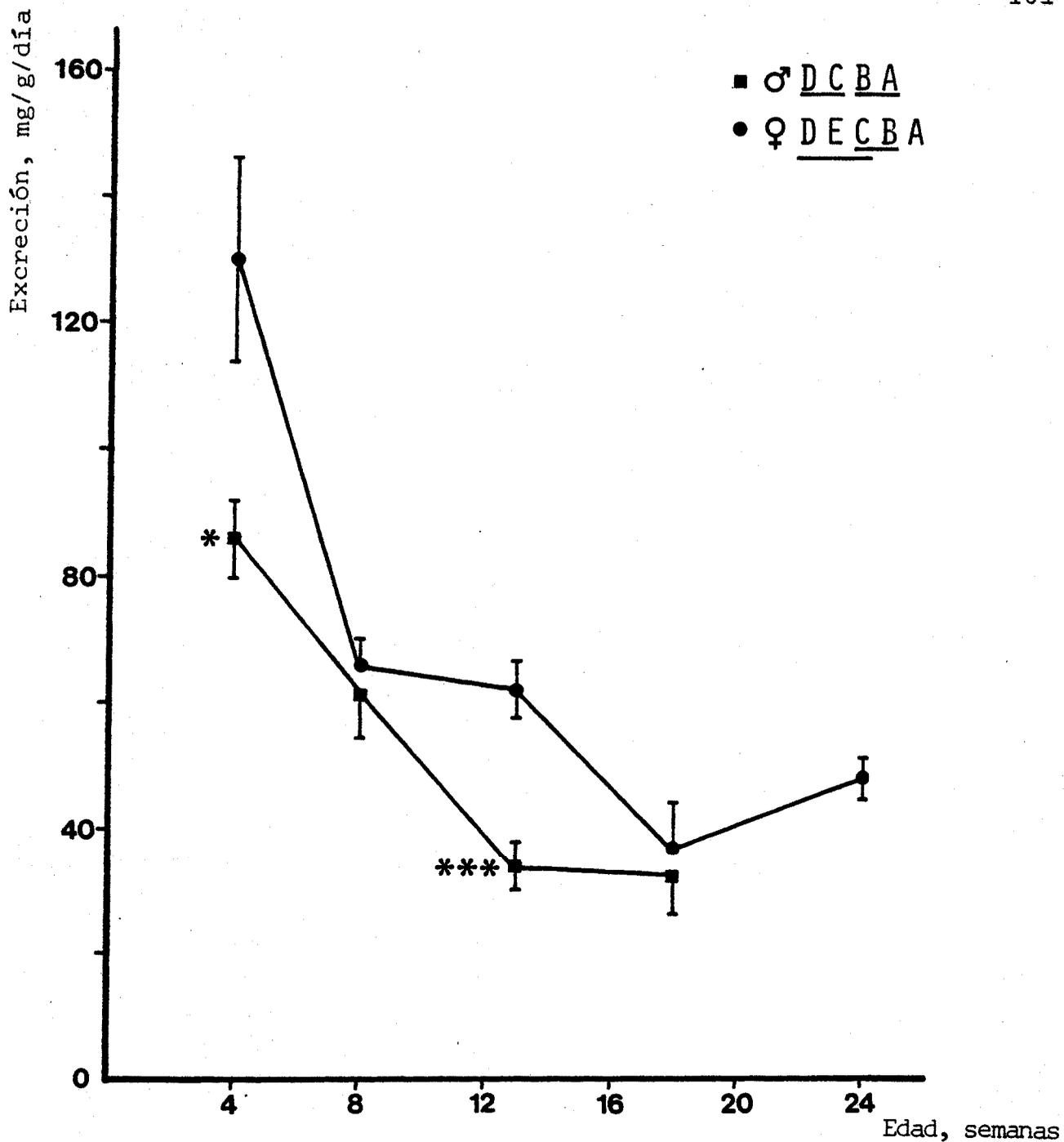


Figura 26.- Excreción por gramo de peso corporal en gallinas de raza Shaver en función de la edad y del sexo.

Valoración estadística: ver Figura 5

(17.4 g) y en las hembras hasta las 18 semanas (12.2 g), para disminuir con la puesta, registrándose en este momento los valores más bajos (6.3 g).

La mayor utilización del alimento para el crecimiento se da a las 4 semanas; a continuación el índice baja muchísimo y resalta el valor tan pequeño que se registra en las gallinas de puesta (0.062).

4.- METABOLISMO DEL HIERRO

4.1.- INGESTA DE HIERRO

Los miligramos de hierro que los animales ingieren a través de la comida y bebida, los tenemos tabulados en la Tabla XXII.

Se detecta un aumento de esta variable en el paso de animales jóvenes a adultos; así los machos ingieren 3.8 mg a la primera edad y 9.4 mg a las 18 semanas. El nivel de hierro consumido por pollitas jóvenes es idéntico al de los machos y aumenta progresivamente hasta las 13 semanas llegando a 9.9 miligramos superando el valor de los machos. En el paso a la edad adulta se da un pequeño descenso, para luego alcanzar cotas de 15.1 miligramos en las gallinas de puesta. La influencia del sexo se detecta solo a las 13 semanas ($p < 0.05$), a favor de las hembras.

Si expresamos el hierro presente en la ingesta por gramo de peso corporal (Figura 27), observamos que en los dos sexos disminuye a medida que la talla del animal aumenta, a excepción de las gallinas de 24 semanas en que se observa un incremento aunque estadísticamente carece de significación. El sexo influye en el grupo de 8 semanas ($p < 0.05$) a favor de los machos y a las 13 semanas ($p < 0.001$) a favor de las hembras.

Tabla XXI

Ganancia de peso y utilización del alimento en gallinas de raza Shaver en función de la edad y del sexo. Los datos sobre la utilización del alimento, se obtienen a partir de la Tabla XX.

Días de observ. y edad	Sexo	Ganancia peso, g	Ganancia peso/día g	Utilización alimento, ganancia peso/ingesta
28 (0-4 sem.)	♂	256.3 ± 14.75	9.2 ± 0.53	0.39 ± 0.03
	♀	240.3 ± 17.24	8.6 ± 0.62	0.31 ± 0.01
28 (4-8 sem.)	♂	298.1 ± 32.17	10.7 ± 1.15	0.22 ± 0.02
	♀	258.9 ± 22.42	9.3 ± 0.80	0.25 ± 0.02
35 (8-13sem.)	♂	610.1 ± 43.69	17.4 ± 1.25	0.32 ± 0.02
	♀	408.0 ± 52.48	11.6 ± 2.07	0.17 ± 0.03
35 (13-18sem.)	♂	245.9 ± 62.02	7.3 ± 1.62	0.15 ± 0.05
	♀	428.4 ± 75.52	12.2 ± 2.16	0.26 ± 0.05
42 (18-24sem.)	♀	264.3 ± 40.71	6.3 ± 0.97	0.07 ± 0.01

4.2.- CONTENIDO EN HIERRO EN LOS PRODUCTOS DE EXCRECION

Dentro de este apartado vamos a considerar dos aspectos diferentes en las gallinas de puesta: el contenido en hierro presente en los huevos y el eliminado a través de los restantes productos excretados por el animal. El valor que figura en la Tabla XXII para las gallinas de 24 semanas, es el correspondiente a la suma de ambos.

4.2.1.- VALORES PONDERALES Y CONTENIDO EN HIERRO EN LOS HUEVOS

Un mes después de su inicio, la puesta quedaba regulada con una frecuencia de 0.83 huevos / día. El peso medio del huevo después de hervido es de 52.11 (Tabla XXIII) gramos con predominancia (59 %) de la clara. El porcentaje de agua es del 22, 82, y 50 % para cáscara, clara y yema respectivamente, por lo que en peso seco abunda más la yema (7.69 g).

Al valorar el contenido en hierro en cada una de las partes del huevo, observamos que tanto expresado por gramo de peso seco como por totales, la mayoría de este metal está presente en la yema (177 $\mu\text{g/g}$ y 1.4 mg respectivamente), seguido de la clara y en menor cantidad en la cáscara. La media de hierro por huevo es de 1.76 miligramos que distribuido en porcentajes queda de la siguiente manera: el 77.5 % en la yema, el 18 % en la clara y el 4.5 % en la cáscara.

4.2.2.- CONTENIDO EN HIERRO EN EXCREMENTOS

Respecto a los miligramos de hierro eliminados a través de los materiales excretados (Tabla XXII) podríamos decir prácticamente lo mismo que para la variable ingesta de hierro. Debido a la estabilidad de los machos a las 8 y

Tabla XXII

Contenido en hierro de la ingesta, excreción y balance, y porcentaje de absorción de este metal, en gallinas de raza Shayer en función de la edad y del sexo.

Edad, semanas	Sexo	Ingesta diaria,		Excreción diaria,		Balance diario,		Fe Absorbido, %
		mg Fe	mg Fe	mg Fe	mg Fe	mg Fe	%	
4	♂	3.8 ± 0.36(a)	2.7 ± 0.30(a)	1.1 ± 0.21		28.95		
	♀	3.8 ± 0.31(a)	3.3 ± 0.37(a)	0.5 ± 0.21		13.16		
8	♂	8.1 ± 0.81(b)	5.9 ± 0.83(b)	2.2 ± 0.39		27.16		
	♀	5.8 ± 0.52(b)	5.4 ± 0.98(a,b)	0.4 ± 0.49		6.90		
13	♂	8.1 ± 0.53(b)*	6.3 ± 0.46(b)*	1.8 ± 0.20		22.22		
	♀	9.9 ± 0.62(c)	7.7 ± 0.45(b)	2.2 ± 0.76		22.22		
18	♂	9.4 ± 1.50(b)	8.3 ± 1.51(b)	1.1 ± 0.29		11.70		
	♀	8.3 ± 1.61(a,b,c,d)	7.0 ± 1.49(a,b,c)	1.3 ± 0.27		15.66		
24	♀	15.1 ± 1.32(d)	*12.6 ± 1.06(c)	2.6 ± 0.89		17.22		

Las medias de los animales de una misma columna y del mismo sexo que no están seguidas de la misma letra (a,b,c, d,e) son significativamente diferentes por el análisis de la varianza ($p < 0.05$) y por el test de Bonferroni ($p < 0.05$); las medias no seguidas por letras no son significativamente distintas por el ANOVA. Las diferencias entre animales de la misma edad y diferente sexo se analizan mediante el test de "t" de Student ($*-p < 0.05$, $** -p < 0.01$ y $***-p < 0.001$).

* En la excreción de las gallinas de puesta se incluye el hierro eliminado en los huevos.

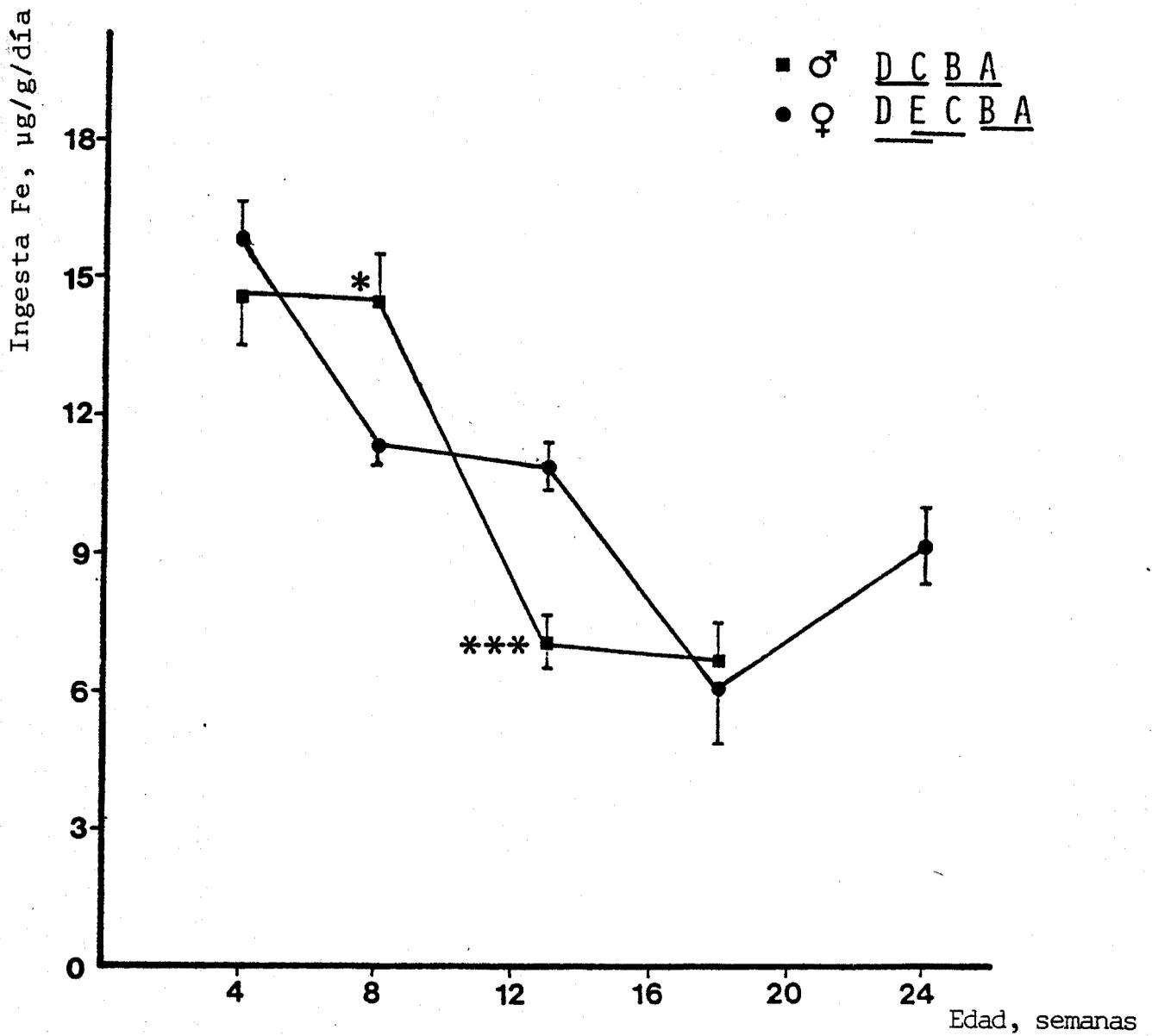


Figura 27.- Contenido en hierro en la ingesta por gramo de peso corporal de gallinas de raza Shaver en función de la edad y del sexo.

Valoración estadística: ver Figura 5

Valores ponderales y contenido en hierro en huevos de gallinas de raza Shaver al más del inicio de la puesta.

Muestra	Peso húmedo, g	Peso seco, g	µgFe/g peso seco	µg Fe totales	% en cada parte
Cáscara	5.97 ± 0.31	5.26 ± 0.27	13.74 ± 3.04	76.82 ± 12.53	4.43 ± 0.63
Clara	30.61 ± 0.70	5.65 ± 0.27	58.98 ± 13.95	338.90 ± 76.21	18.27 ± 2.87
Yema	15.34 ± 0.77	7.69 ± 0.36	176.89 ± 12.13	1348.70 ± 89.81	77.48 ± 3.07
Total	52.11 ± 1.25	18.50 ± 0.45		1764.54 ± 139.85	100.69 ± 3.46

Media y error standart de 60 huevos (6 huevos por cada una de las 10 gallinas en puesta observadas)

13 semanas existen diferencias sexuales ligeramente significativas a las 13 semanas ($p < 0.05$).

La Figura 28 representa el contenido en hierro de los excrementos, expresados por gramo de peso del animal. En los machos hasta las 13 semanas disminuye para incrementar ligeramente a las 18 semanas. En las hembras, la disminución continúa hasta las 18 semanas, y en la puesta los valores son más elevados. La influencia del sexo aparece únicamente a las 13 semanas ($p < 0.001$), a favor de las hembras.

4.3.- BALANCE DEL HIERRO

Observando el resultado del balance diario de hierro en estos animales (Tabla XXII), vemos que los machos duplican su valor en el paso de 4 a 8 semanas, para después iniciar un ligero descenso que será progresivo hasta llegar a adultos, momento en que se alcanza un nivel igual al de las 4 semanas. El balance diario en las hembras más jóvenes (4 y 8 semanas) es de 0.5 miligramos para ir aumentando progresivamente hasta las 13 semanas (2.2 mg), después se observa una disminución hasta 1.3 mg en las gallinas de pre-puesta para duplicarse este valor a las 24 semanas (2.6 mg). No se dan diferencias sexuales en esta variable, sin embargo cabe señalar que el balance de hierro en los dos primeros grupos de edades es superior en los machos, y a las 13 y 18 semanas la ventaja es a favor de las hembras.

El balance del hierro por gramo de peso corporal en función de la edad y sexo (Figura 29) nos indica que en los machos a partir de las 8 semanas disminuye significativamente con la edad observándose una disminución de 3 μ g de hierro / g / día comparando los animales jóvenes (4 y 8 semanas) con los adultos (18 semanas). Las hembras presentan las siguientes variaciones: un aumento del 56 % en el paso de 4 a 8 semanas seguido de una disminución hasta las 18 semanas para volver a aumentar un 100 % en las gallinas de puesta.

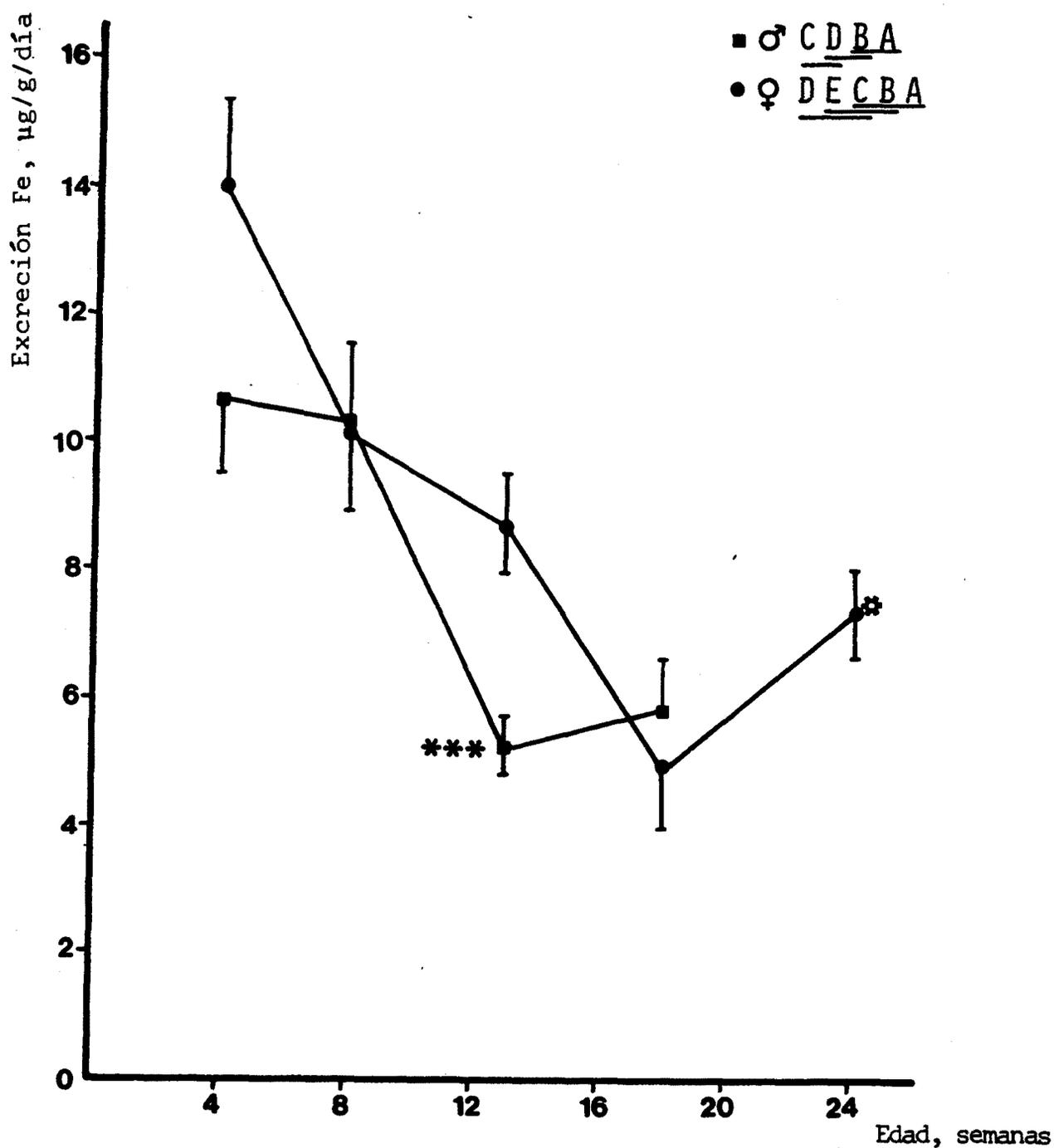


Figura 28.- Contenido en hierro en los productos de excreción por gramo de peso corporal de gallinas de raza Shaver en función de la edad y del sexo. (* = en la excreción se incluye el hierro eliminado con la puesta de huevos).

Valoración estadística: ver Figura 5

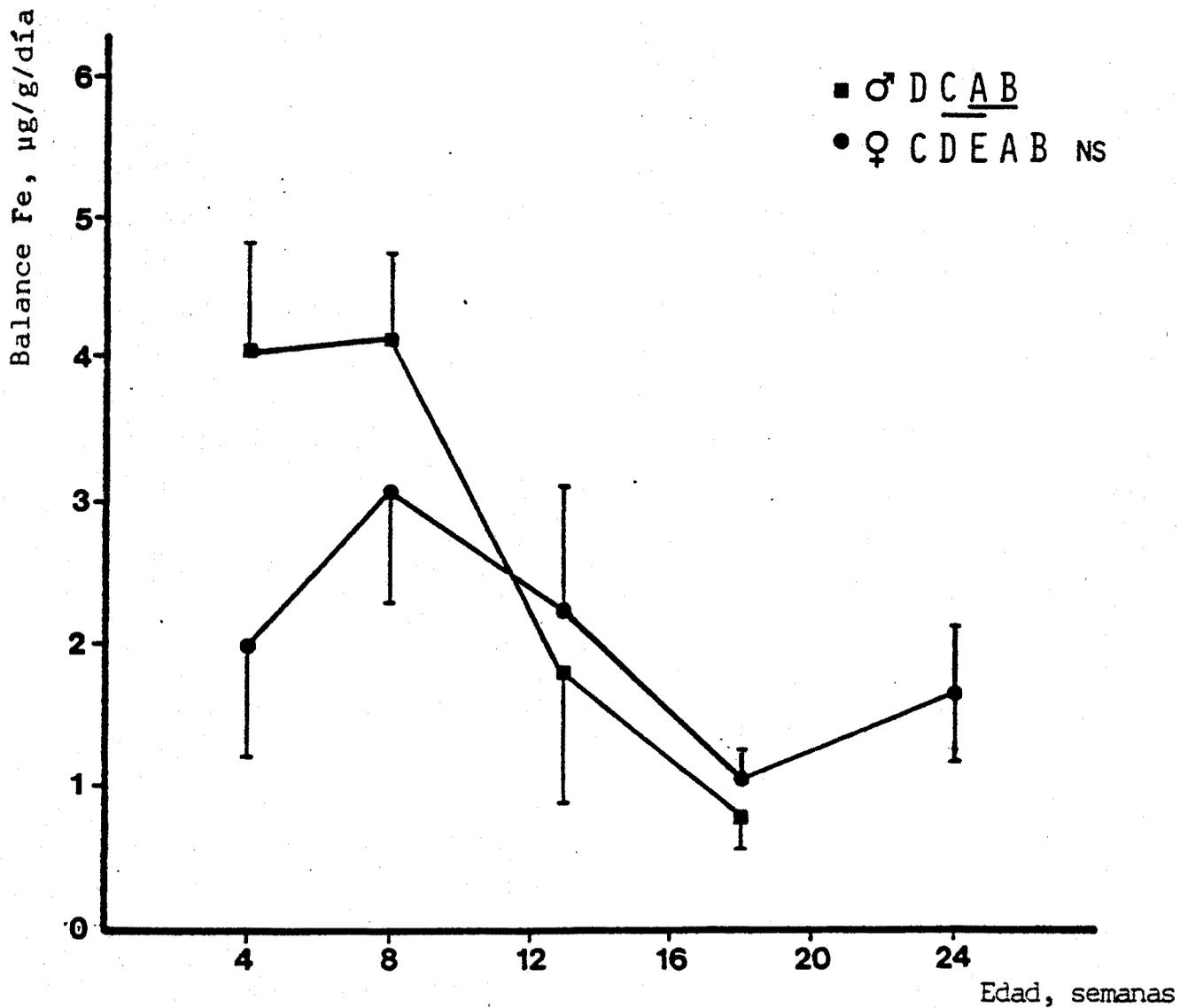


Figura 29 .-. Balance del hierro por gramo de peso corporal en gallinas de raza Shaver en función de la edad y del sexo.

Valoración estadística: ver Figura 5

5.- PORCENTAJE DE HIERRO ABSORBIDO

En cuanto a la absorción de hierro se refiere (Tabla XXII) observamos en los machos una disminución progresiva, siendo el descenso mayor en animales de mayor talla, así el porcentaje obtenido a las 4 semanas (28.95 %) se ve reducido a más de la mitad a las 18 semanas (11.70 %). Las hembras en las dos primeras edades (4 y 8 semanas) presentan porcentajes más bajos respecto a los machos y la disminución que experimentan también es mayor, ahora bien, a las 13 semanas el porcentaje se iguala en los dos sexos (22.22 %) para luego seguir descendiendo llegando a 17.2 % en las gallinas durante la puesta.

TERCERA PARTE: PRUEBAS METABOLICAS Y DISTRIBUCION DEL HIERRO EN GALLINAS, EN FUNCION DEL CONTENIDO EN HIERRO EN LAS DIETAS.

1.- PRUEBAS METABOLICAS

1.1.- EVOLUCION DE LA INGESTA Y DE LA EXCRECION

Los animales de las dos edades presentan un mismo comportamiento en cuanto al volumen de agua ingerida no observándose influencia de la dieta (Tablas XXIV y XXV). Al expresar el volumen de líquido por gramo de animal (Figura 30) detectamos en el grupo alimentado con la segunda dieta de 13 semanas, diferencias significativas a favor de las hembras; estos valores oscilan en este sexo entre 100 y 130 $\mu\text{l/g}$, mientras que en las gallinas en puesta los valores son más elevados y el grupo, segunda dieta, alcanza los 180 $\mu\text{l/g}$ (Figura 31).

La administración a ejemplares de diferentes concentraciones de hierro en la dieta, en los machos influye

poco sobre el consumo de pienso (Tabla XXIV y Figura 32), el cual en los animales tratados con la segunda dieta (160 ppm de hierro), se cifró en 56 g/día. Las hembras de 13 semanas y en puesta alimentadas con dichas dietas durante 20 días, presentan tendencia hacia un menor consumo de pienso (Tablas XXIV y XXV y Figuras 32 y 33), y la ingestión por gramo de peso corporal es algo mayor en pollitas que en gallinas en puesta (Figuras 32 y 33). El sexo influye en los ejemplares alimentados con la segunda y tercera dieta, siendo los valores más altos en hembras y machos respectivamente.

Para el caso del peso de excrementos eliminados diariamente, observamos en machos de 13 semanas (Tabla XXIV) un aumento gradual en las tres primeras dietas, para después detectarse un descenso significativo en la cuarta (500 ppm) alcanzando valores semejantes a los de la segunda dieta (38 g/día). En hembras de la misma edad su trayectoria varía algo y los valores más elevados se presentan en los animales que se les había administrado la dieta basal (160 ppm de Fe). Existen diferencias sexuales en este segundo grupo (dieta basal) y en el correspondiente a la primera sobredosis (350 ppm). En las gallinas en puesta (Tabla XXV) se observa un aumento progresivo de esta variable a medida que incrementa la concentración de hierro en la dieta para luego descender algo en el cuarto grupo. En la representación gráfica de estas variables expresadas por gramo de peso corporal (Figuras 34 y 35), se observan los mismos cambios variando únicamente los grados de significación en los animales de 13 semanas.

1.2.- CONTENIDO EN HIERRO EN LA INGESTA Y EN LA EXCRECION

La ingesta diaria de hierro en animales de las dos edades (Tablas XXVI y XXVII) presenta variaciones significativas entre grupos de un mismo sexo alimentados con dietas que poseían distinto contenido en hierro, a excepción de los ma-

Peso corporal y valores de la ingesta de agua y pienso, y de la excreción en gallinas de 13 semanas de raza Shaver en función de la concentración de hierro en la dieta.

Grupo,	Sexo,	Peso, g	Líquido ingerido/día,		Pienso ingerido/día,		Excreción/día, g
			ml	g	g	g	
1a. dieta (45 ppm)	♂	1307.2 ± 84.50	124.3 ± 13.30	57.1 ± 4.53(a,b)	26.5 ± 4.37(a)		
	♀	1198.9 ± 40.65(a)	130.0 ± 28.43	63.8 ± 6.77(a,b)	22.7 ± 7.04(a)		
2a. dieta (160 ppm)	♂	1164.4 ± 56.45*	114.6 ± 12.68	55.8 ± 3.16(a,b)*	38.9 ± 3.02(a)***		
	♀	907.2 ± 57.45(b)	122.6 ± 15.30	67.7 ± 2.58(a)	55.4 ± 2.65(b)		
3a. dieta (350 ppm)	♂	1265.6 ± 65.31*	185.5 ± 41.89	73.9 ± 5.57(a)**	58.4 ± 4.24(b)**		
	♀	1049.4 ± 24.83(b)	101.4 ± 12.97	49.1 ± 1.92(b)	37.2 ± 3.23(a)		
4a. dieta (500 ppm)	♂	1151.1 ± 67.45*	132.6 ± 18.85	49.8 ± 5.47(b)	38.0 ± 4.26(a)		
	♀	930.0 ± 34.53(b)	131.1 ± 13.82	50.5 ± 2.09(b)	44.9 ± 2.10(a)		

Valoración estadística: ver Tabla I

Tabla XXV

Peso corporal y valores de la ingesta de agua y pienso y de la excreción en gallinas de puesta de raza Shaver en función de la concentración de hierro en la dieta.

Grupo	Peso, g	Líquido ingerido/día, ml	Pienso ingerido/día, g	Excreción/día, g
1a dieta (40 ppm)	1612.2 ± 50.00	228.0 ± 33.60	60.6 ± 8.62(a)	51.8 ± 11.55
2a dieta (150ppm)	1596.7 ± 45.55	280.2 ± 30.47	100.9 ± 8.82(b)	77.2 ± 5.67
3a dieta (350ppm)	1526.1 ± 43.32	268.5 ± 36.62	89.8 ± 12.81(a,b)	93.2 ± 14.70
4a dieta (500ppm)	1691.1 ± 73.10	174.9 ± 28.62	64.1 ± 10.08(a,b)	67.0 ± 9.23

Las medias de los animales de una misma columna que no están seguidas de la misma letra (a,b,c,d,e) son significativamente diferentes por el análisis de la varianza ($p < 0.05$) y por el test de Bonferroni ($p < 0.05$); las medias no seguidas por letras no son significativamente distintas por el ANOVA.

□ ♂ B A D C NS
■ ♀ C A D B NS

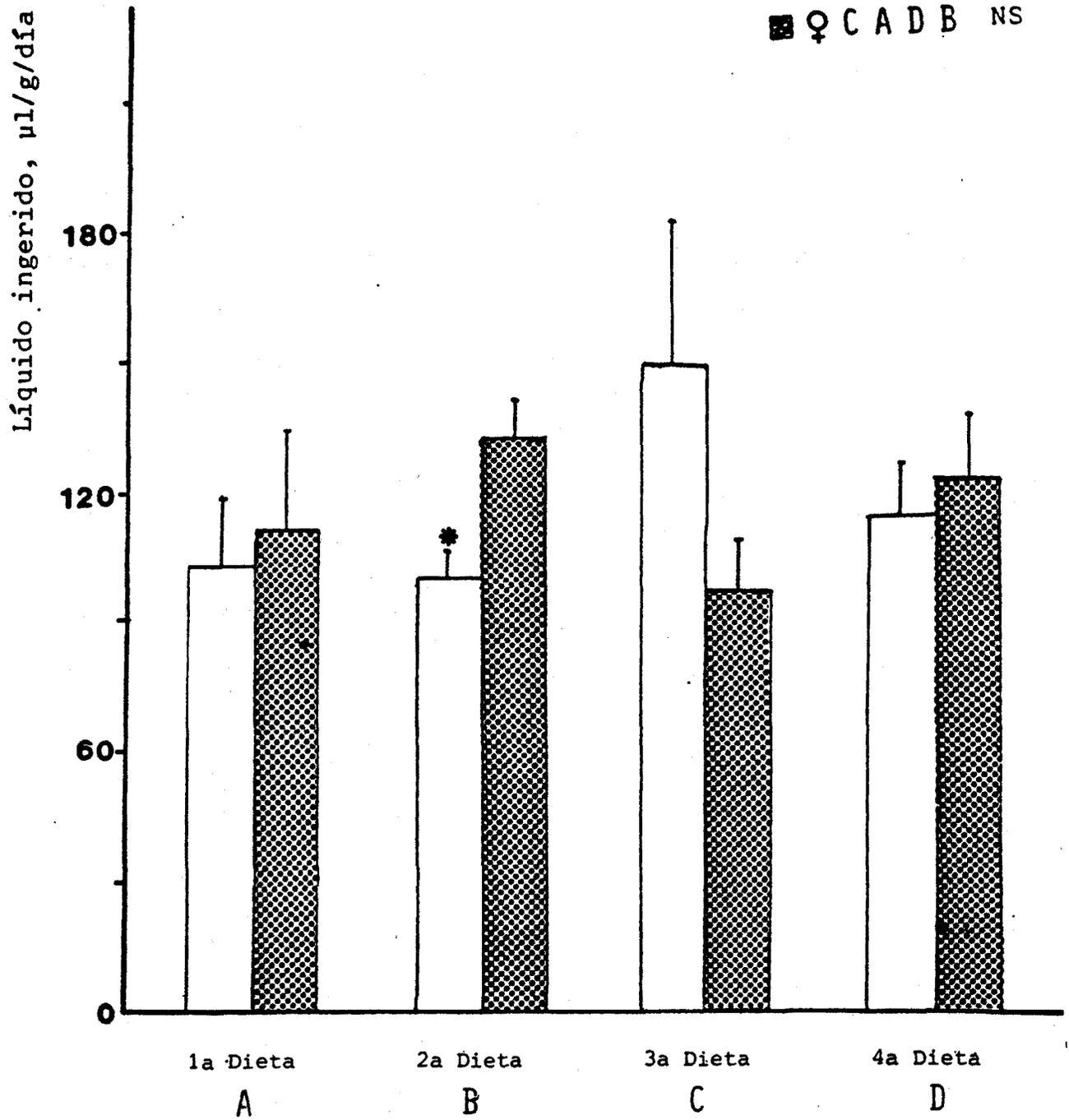


Figura 30.- Líquido ingerido por gramo de peso corporal en gallinas de raza Shaver de 13 semanas de ambos sexos en función de la dieta.

Valoración estadística: ver Figura 5

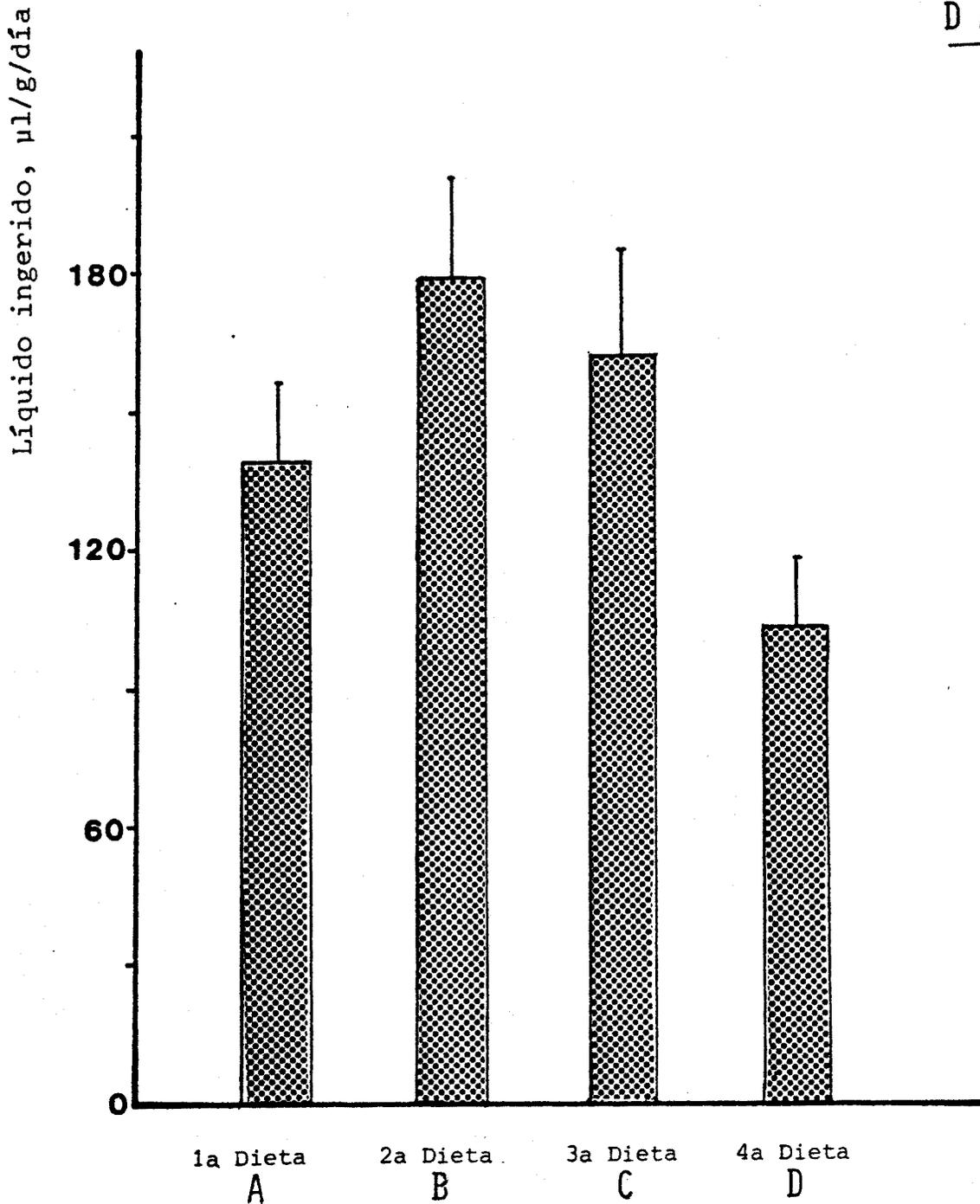


Figura 31.- Líquido ingerido por gramo de peso corporal en gallinas en puesta de raza Shaver en función de la dieta.

Valoración estadística: ver Figura 5

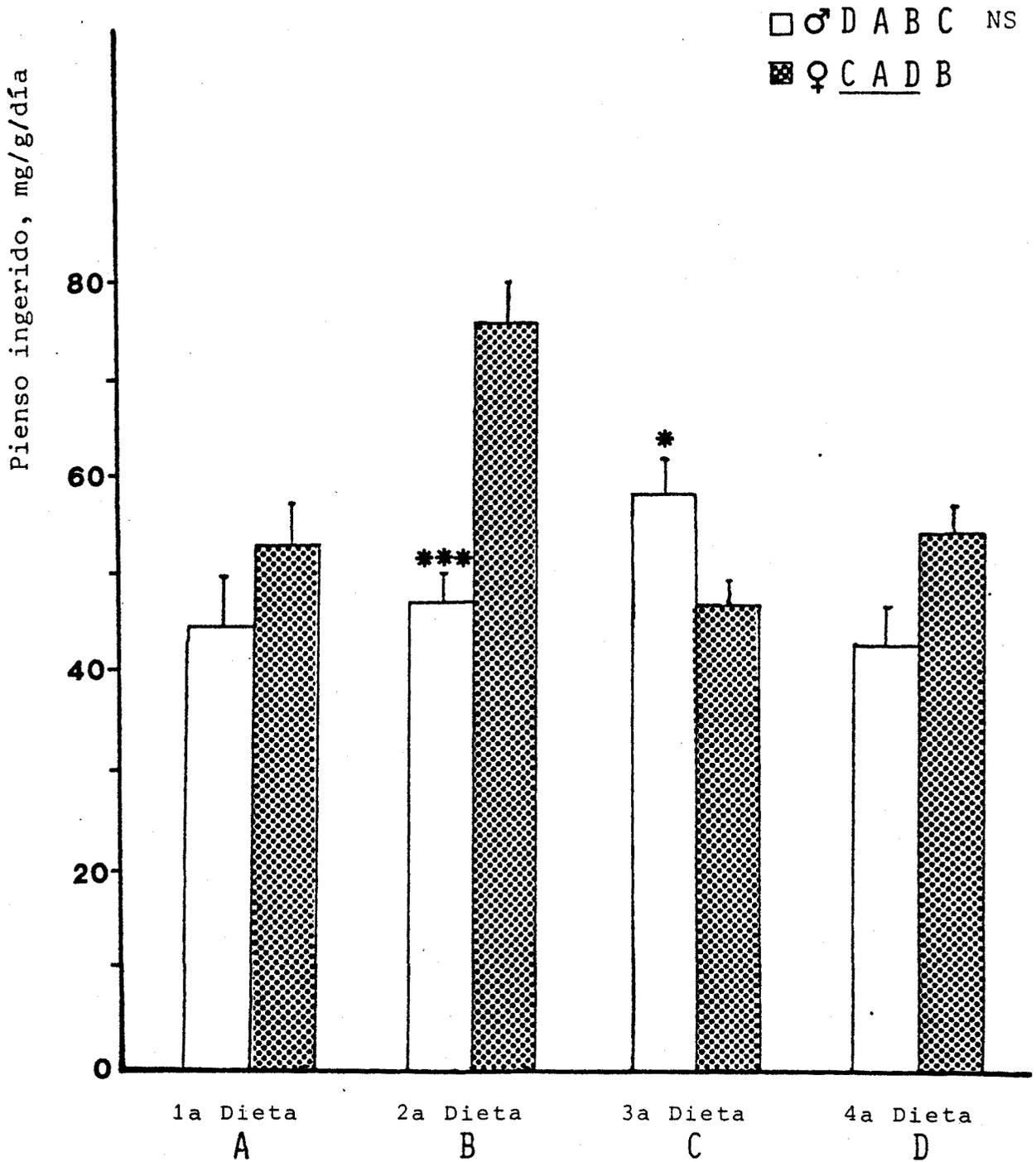


Figura 32 .- Pienso ingerido por gramo de peso corporal en gallinas de raza Shaver de 13 semanas de ambos sexos en función de la dieta.

Valoración estadística: ver Figura 5

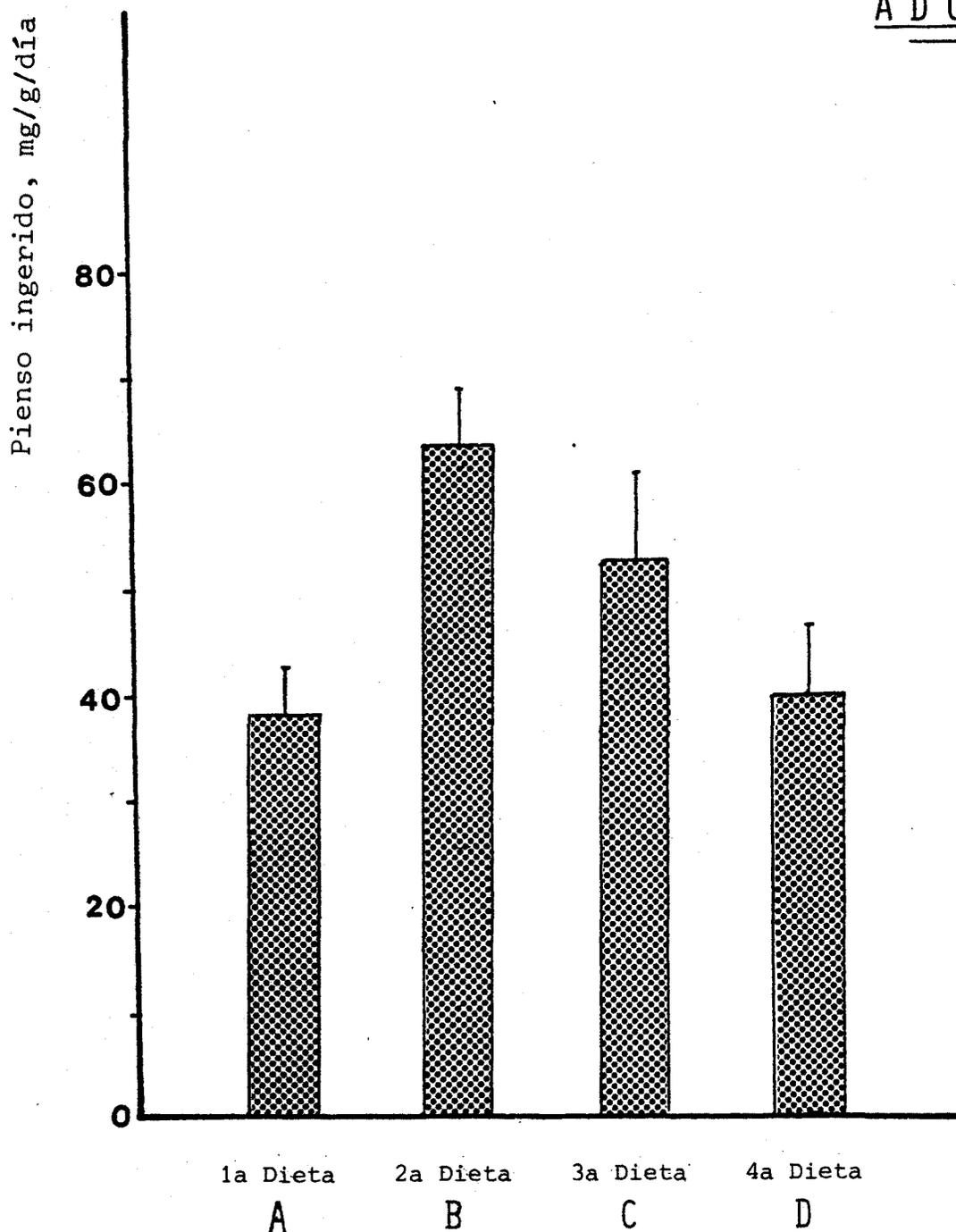
A D C B

Figura 33 .- Pienso ingerido por gramo de peso corporal en gallinas en puesta de raza Shaver en función de la dieta.

Valoración estadística: ver Figura 5

□ ♂ A D B C
 ▣ ♀ A C D B

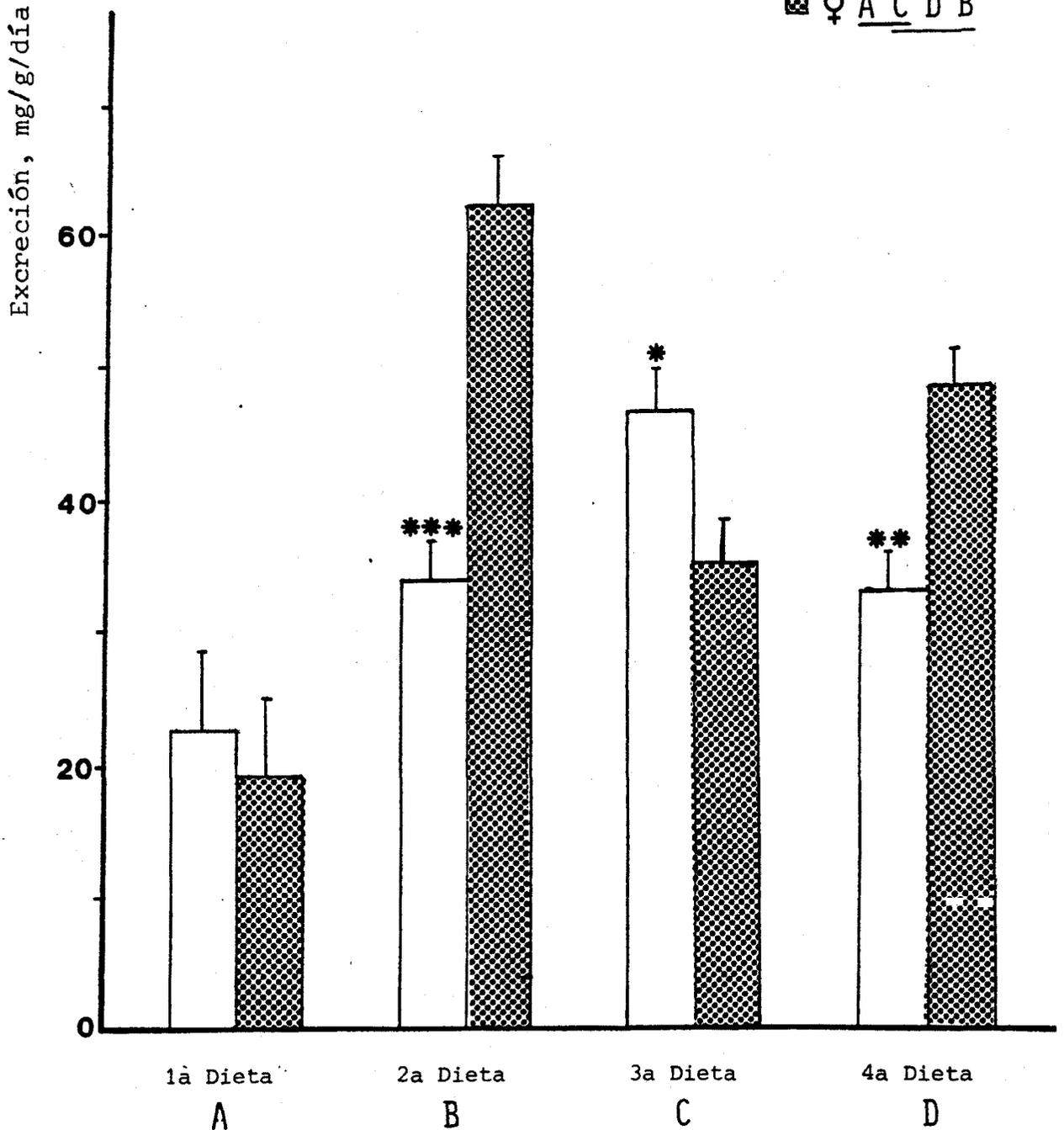


Figura 34.- Excreción por gramo de peso corporal en gallinas de raza Shaver de 13 semanas de edad de ambos sexos en función de la dieta.

Valoración estadística: ver Figura 5

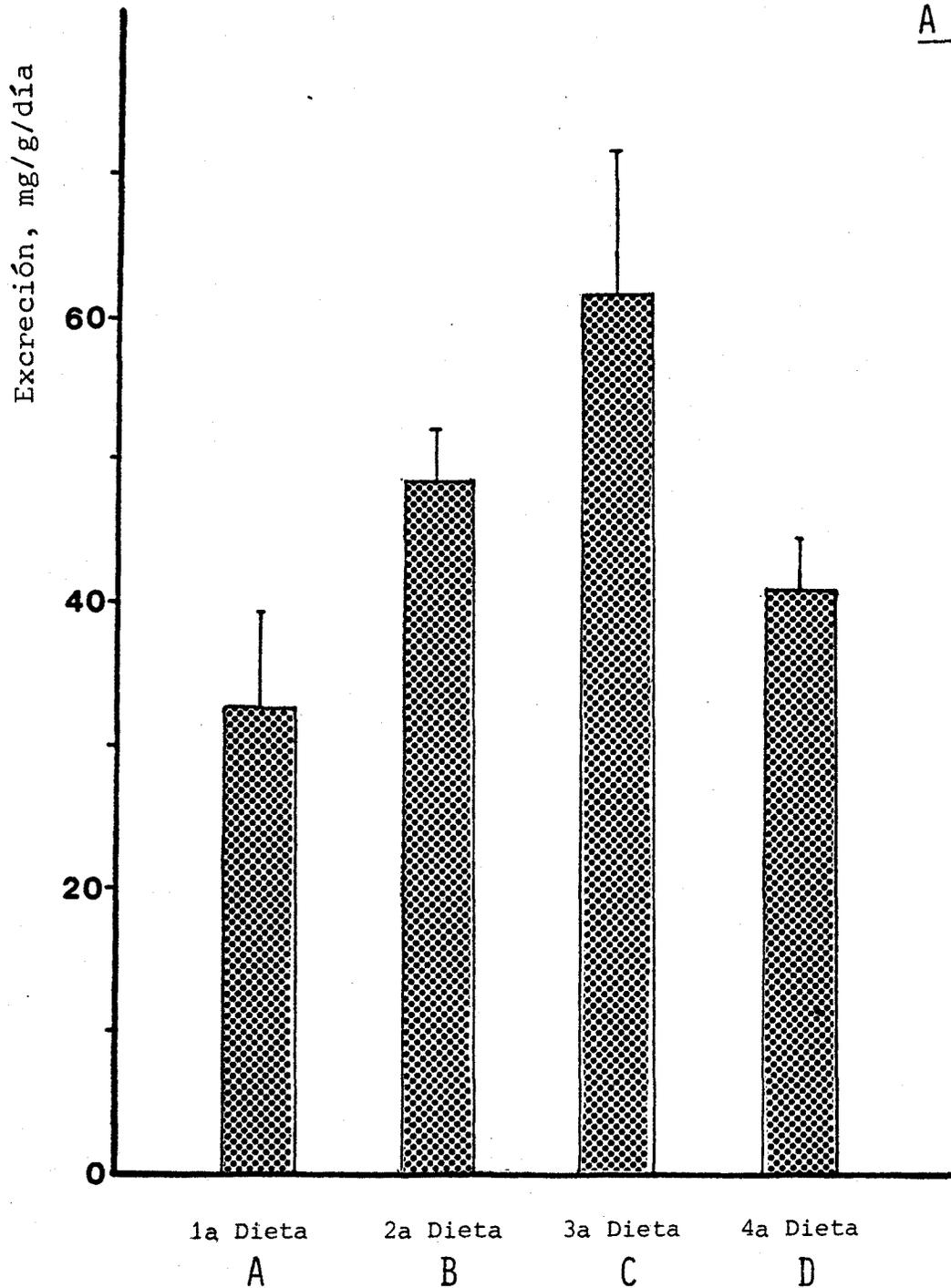
A D B C

Figura 35 .- Excreción por gramo de peso corporal en gallinas en puesta de raza Shaver en función de la dieta.

Valoración estadística: ver Figura 5

Tabl  XXVI

Contenido en hierro de la ingesta, excreción y balance diario de este metal, en gallinas de 13 semanas de raza Shaver en función de la concentración de hierro en la dieta.

Grupo,	Sexo,	Ingesta diaria,		Excreción diaria,		Balance diario,	
		mg Fe	mg Fe	mg Fe	mg Fe	mg Fe	mg Fe
1a. dieta (45 ppm)	♂	2.4 ± 0.19(a)	1.9 ± 0.18(a)	0.61 ± 0.25(a)			
	♀	2.7 ± 0.27(a)	2.1 ± 0.29(a)	0.60 ± 0.19(a)			
2a. dieta (160ppm)	♂	8.1 ± 0.53(b)*	6.3 ± 0.46(b)*	1.80 ± 0.20(a)			
	♀	9.9 ± 0.62(b)	7.7 ± 0.45(b)	2.18 ± 0.76(a)			
3a. dieta (350ppm)	♂	26.1 ± 1.52(c)***	22.8 ± 1.30(c)***	3.27 ± 0.74(a)**			
	♀	17.3 ± 0.67(c)	10.6 ± 0.92(b)	6.58 ± 0.81(b)			
4a. dieta (500ppm)	♂	25.1 ± 1.47(c)	17.3 ± 3.42(c,b)	7.78 ± 1.28(b)			
	♀	25.3 ± 1.04(d)	14.9 ± 1.39(c)	8.34 ± 0.89(b)			

Las medias de los animales de una misma columna y del mismo sexo que no están seguidas de la misma letra (a, b, c, d, e) son significativamente diferentes por el análisis de la varianza ($p < 0.05$) y por el test de Bonferroni ($p < 0.05$); las medias no seguidas por letras no son significativamente distintas por el ANOVA.

Las diferencias entre animales de la misma edad y diferente sexo se analizan mediante el test de "t" de Student ($\star p < 0.05$, $\star\star p < 0.01$ y $\star\star\star p < 0.001$).

Tabla XXVII

Contenido en hierro de la ingesta, excreción y balance en gallinas en puesta de raza Shaver en función de la concentración de hierro en la dieta.

Grupo	Ingesta diaria, mg Fe	Excreción diaria, mg Fe	Balance diario, mg Fe
1a dieta (40 ppm)	2.7 ± 0.39(a)	1.4 ± 0.25(a)	1.31 ± 0.28(a)
2a dieta (150 ppm)	15.1 ± 1.32(b)	12.6 ± 1.06(b)	2.56 ± 0.89(a,b)
3a dieta (350 ppm)	31.5 ± 4.48(c)	26.6 ± 3.79(c)	4.91 ± 0.38(b)
4a dieta (500 ppm)	32.6 ± 5.02(c)	21.9 ± 2.74(c)	8.73 ± 2.08(c)

Las medias de los animales de una misma columna que no están seguidas de la misma letra (a, b, c, d) son significativamente diferentes por el análisis de la varianza ($p < 0.05$) y por el test de Bonferroni ($p < 0.05$); las medias no seguidas por letras no son significativamente distintas por el A-NOVA.

chos, y de las hembras en puesta tratados con la segunda sobredosis (25 mg/día y 33 mg Fe/día respectivamente), en que el valor es prácticamente igual al de la primera. Diferencias sexuales se detectan entre animales del grupo alimentados con la dieta basal (160 ppm) y los tratados con la primera sobredosis. Las variaciones citadas se mantienen al expresar los valores por unidad de peso corporal (Figuras 36 y 37).

La eliminación de hierro con los excrementos (Tablas XXVI y XXVII y Figuras 38 y 39) sigue una evolución parecida a la ingesta de este metal.

1.3.- BALANCE DIARIO DEL HIERRO

El balance diario de hierro registrado por los animales de 13 semanas (Tabla XXVI), aumenta en función de las dietas utilizadas y estos incrementos son ligeramente más notables en las hembras que en los machos. Mientras el balance es de 0.61 mg en el grupo de machos alimentados con menor contenido en hierro, se detectan 7.8 mg en los animales alimentados con la segunda sobredosis; en las hembras a estas mismas edades, el aumento va de 0.60 mg (dieta con el menor contenido en hierro) a 8.3 mg (dieta segunda sobredosis). Las diferencias debido al sexo son significativas ($p < 0.01$) únicamente en la primera sobredosis. En las gallinas en puesta (Tabla XXVID) también observamos balances en progresión creciente.

En las Figuras 40 y 41 están representados los valores del balance de hierro expresados por unidad de peso corporal. Las hembras de 13 semanas poseen en los cuatro tipos de dietas, balances superiores al que presentan los machos, aunque dichas diferencias son únicamente significativas entre los animales correspondiente a la primera sobredosis ($p < 0.01$). Así mismo, las pollitas se caracterizan por poseer un balance metabólico de hierro por gramo de peso corporal más elevados que las gallinas en puesta especialmente en los grupos con sobredosis de hierro. En el último grupo

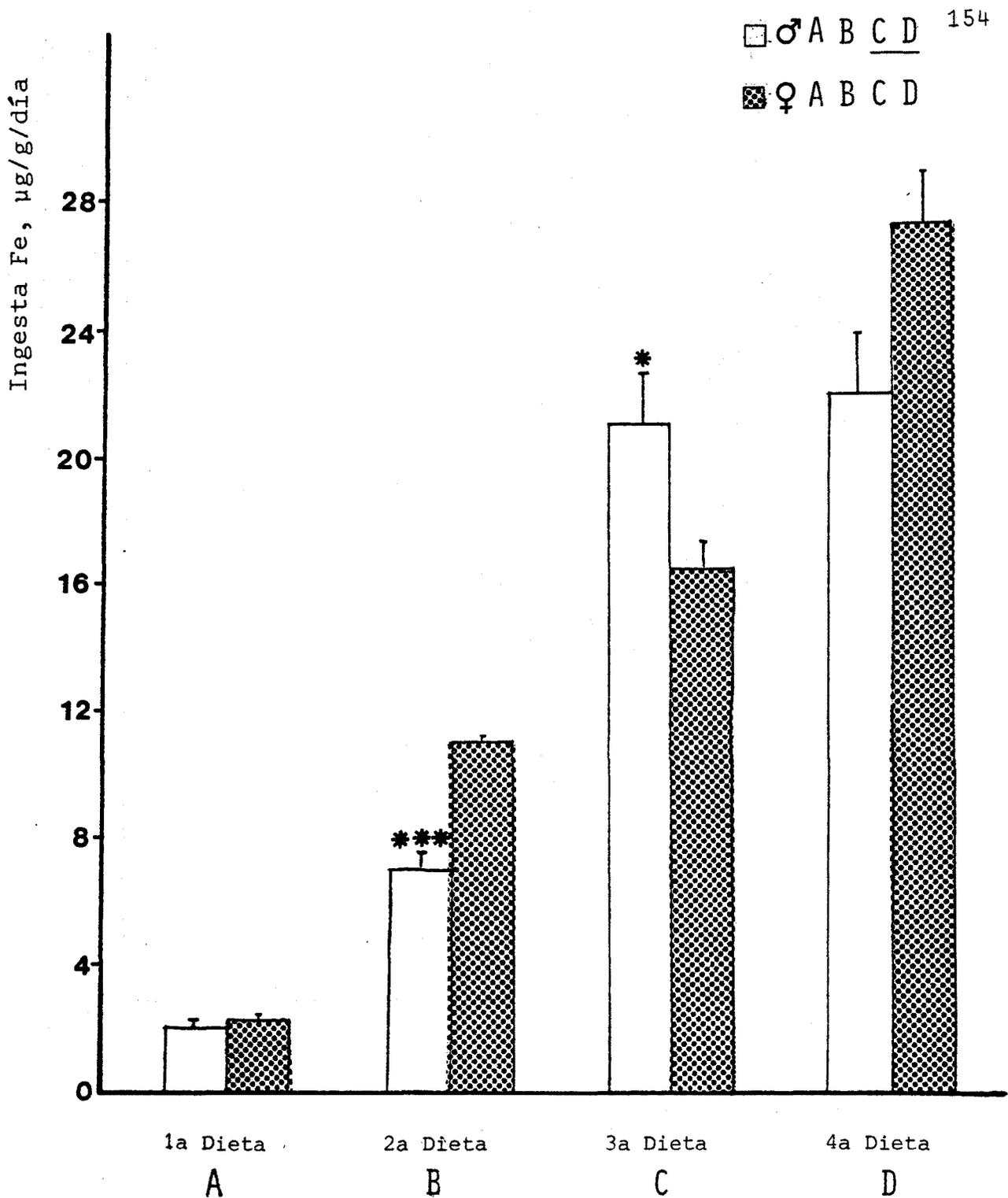


Figura 36 .- Contenido en hierro en la ingesta por gramo de peso corporal de gallinas de raza Shaver de 13 semanas en función de la dieta.

Valoración estadística: ver Figura 5

A B D C

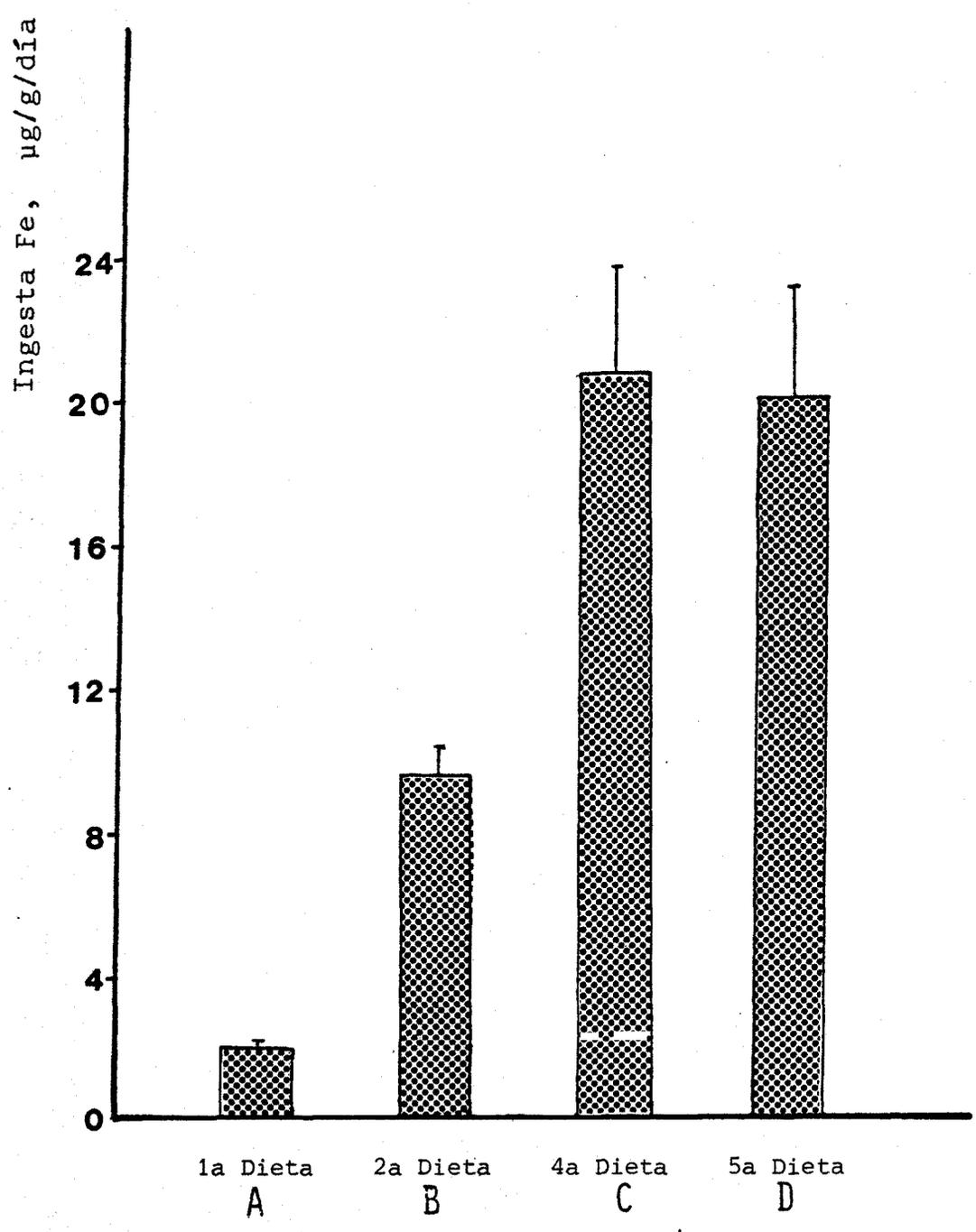


Figura 37 .- Contenido en hierro en la ingesta por gramo de peso corporal en gallinas en puesta de raza Shaver en función de la dieta.

Valoración estadística: ver Figura 5

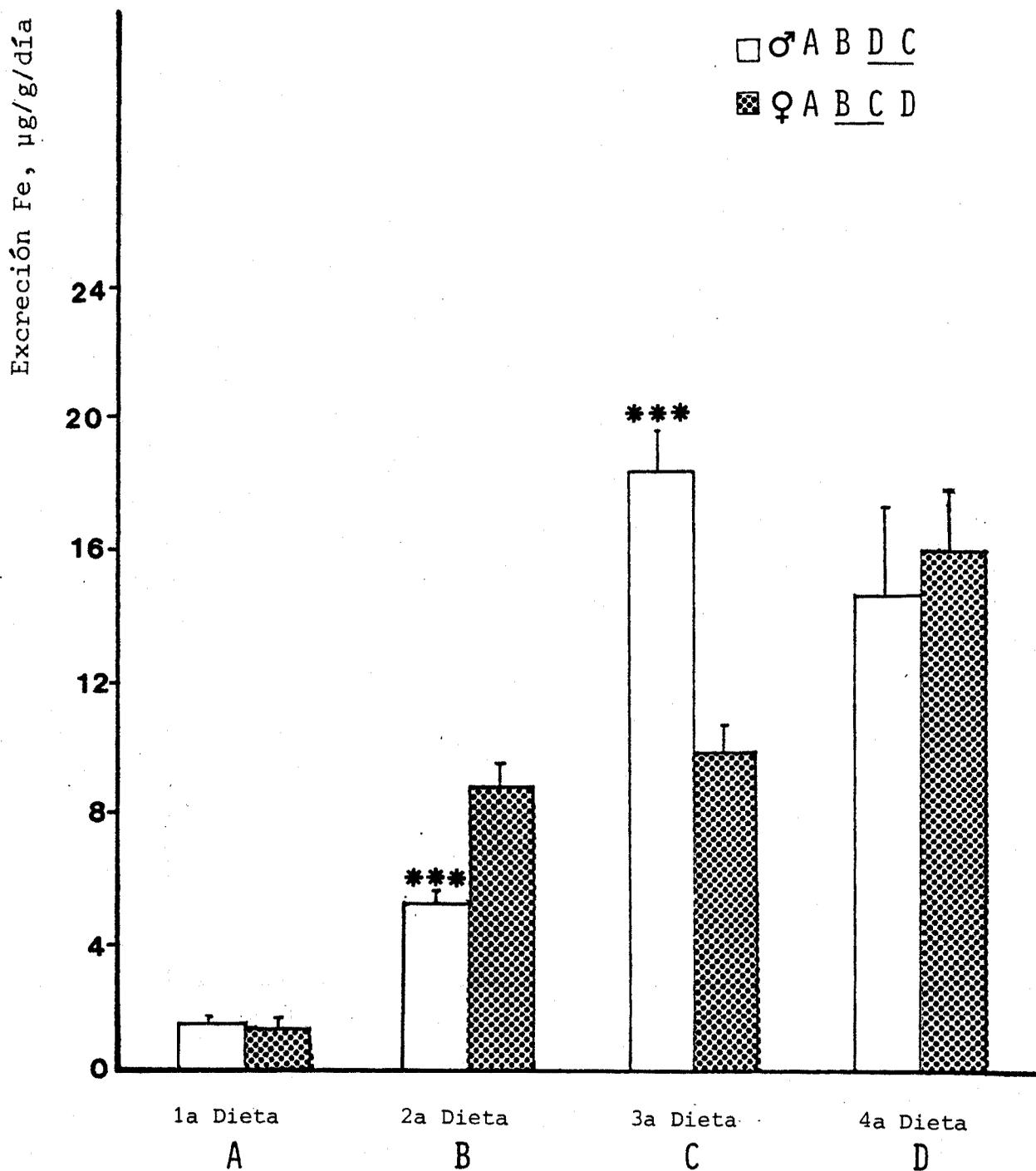


Figura 38 .- Contenido en hierro en los productos de excreción por gramo de peso corporal en gallinas de raza Shaver de 13 semanas en función de la dieta.

Valoración estadística: ver Figura 5

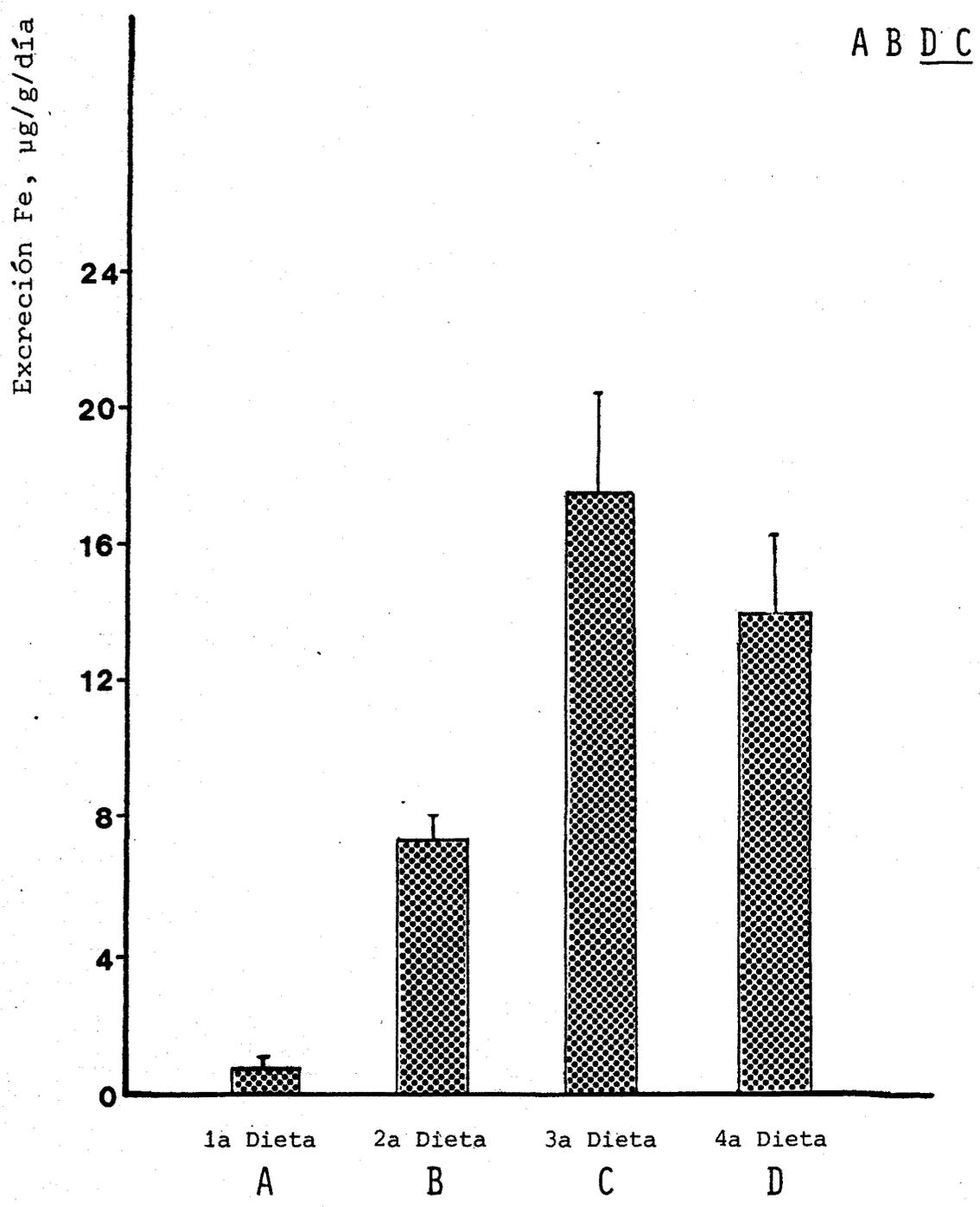


Figura 39 .- Contenido en hierro en los productos de excreción por gramo de peso corporal en gallinas en puesta de raza Shaver en función de la dieta.

Valoración estadística: ver Figura 5

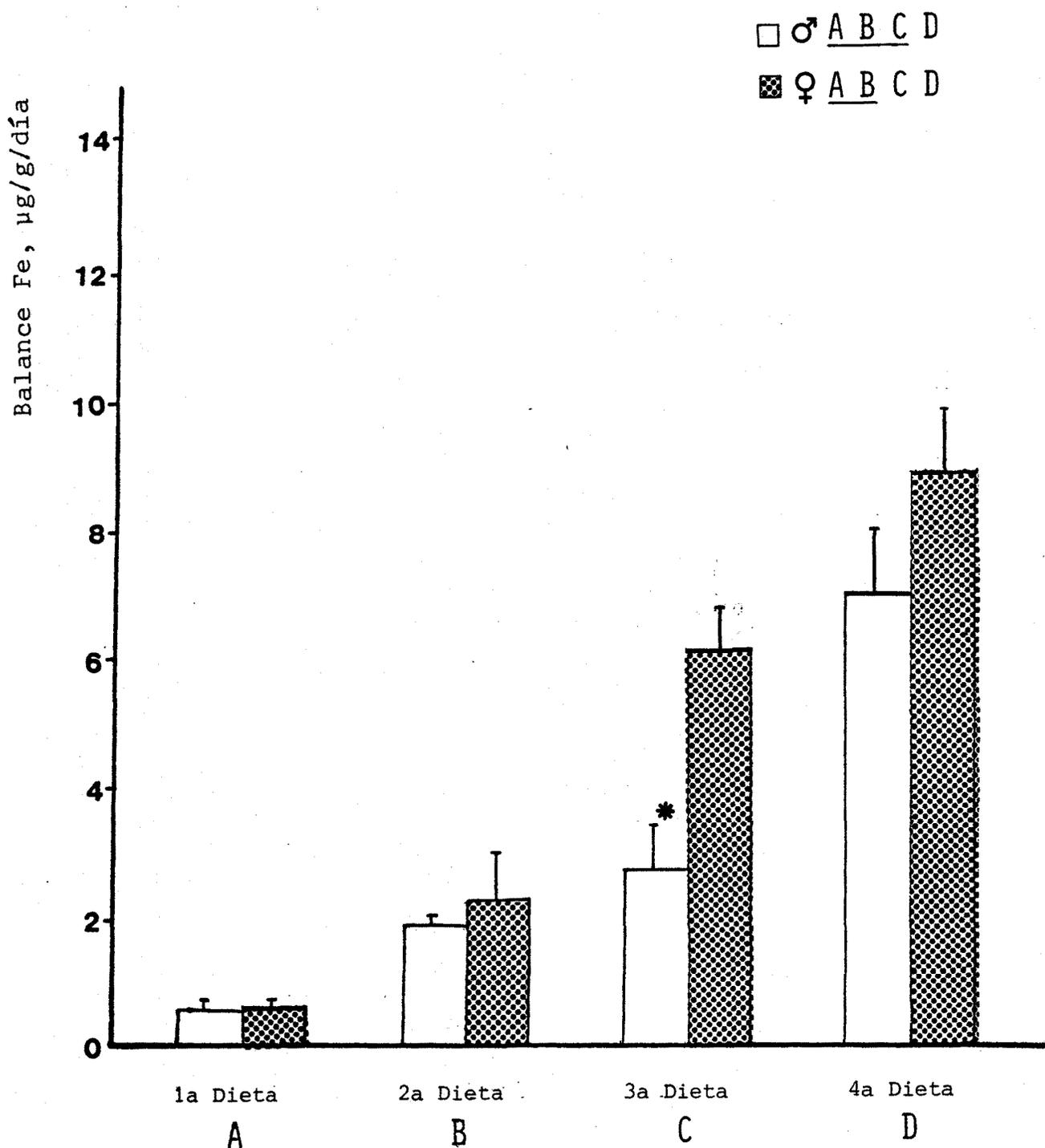


Figura 40 .- Balance del hierro por gramo de peso corporal e gallinas de raza Shaver de 13 semanas de ambos sexos en función de la dieta.

Valoración estadística: ver Figura 5

A B C D

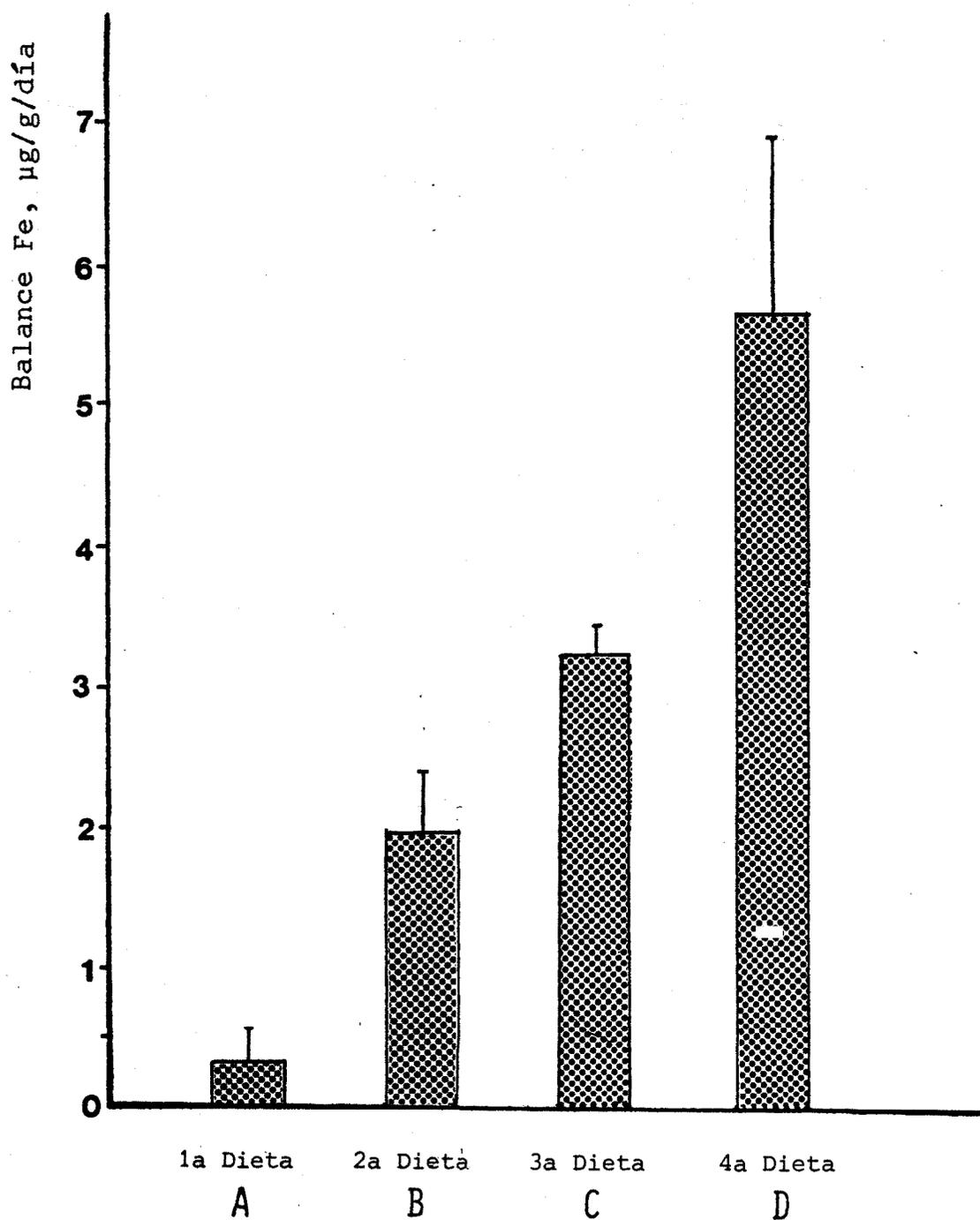


Figura 41.- Balance del hierro por gramo de peso corporal en gallinas en puesta de raza Shaver en función de la dieta.

Valoración estadística: ver Figura 5

se alcanzan por gramo de peso corporal valores de 7.1 mg para los machos, de 9.1 mg para las pollitas y de 5.7 mg para las gallinas de puesta. Dado que algunos ejemplares, es decir, a nivel individual, presentaban balances negativos, los errores que figuran resultan un poco altos.

2.- DISTRIBUCION DEL HIERRO EN ORGANOS SEGUN EL CONTENIDO EN HIERRO EN LAS DIETAS

Los animales sometidos a experimentación fueron gallinas de ambos sexos de 13 semanas de edad y hembras de 24 semanas en período de puesta.

2.1.- VALORES HEMATICOS

2.1.1.- HEMATOCRITO

El hematocrito (Tabla XXVIII), en los machos, presenta un ligero incremento de 28.9 a 33.3 % entre el grupo con menor contenido en hierro y segunda sobredosis, mientras que en las hembras solo se observan variaciones en el paso de la primera dieta (28.8 %) a la segunda (32.2 %).

En las gallinas de 24 semanas (Tabla XXIX), el hematocrito es significativamente más bajo en el grupo alimentado con la dieta más pobre en hierro (23 %) alcanzando el 28.8 % en los animales correspondientes a la segunda sobredosis.

2.1.2.- HEMOGLOBINA

Las dietas preparadas a diferentes concentraciones de hierro no influyen en el nivel hemoglobínico de los animales de 13 semanas. Las gallinas en puesta solamente

son sensibles a la dieta con más contenido en hierro en que se observaron 10.4 g de hemoglobina / 100 ml de sangre.

2.1.3.- SIDEREMIA

El valor de la concentración de hierro plasmático en los machos se mantiene más o menos constante, resaltando solo un ligero aumento aunque no significativo en los animales tratados con la dieta más rica en este metal. Para el caso de las hembras, la dieta influye de forma inversa. En esta variable se nota la influencia del sexo en el tercer y cuarto grupo, con unas significaciones de $p < 0.05$ y $p < 0.001$ respectivamente a favor de los machos.

En las gallinas en puesta se observan ligeros incrementos relacionados con la cantidad de hierro en la dieta, pasando de 381 μg en el primer grupo hasta 500 μg de hierro en el cuarto grupo.

2.2.- HIGADO

2.2.1.- VALORES PONDERALES

Respecto a los valores ponderales del hígado indicados en las Tablas XXX y XXXI, observamos que las pequeñas variaciones de un grupo a otro no son significativas por el test de ANOVA excepto en las hembras de 13 semanas.

Observamos diferencias sexuales significativas ($p < 0.001$) tanto en el peso húmedo como en el peso seco del hígado en los animales alimentados con 350 ppm de hierro en la dieta (primera sobredosis), siendo el valor más alto en los machos. También se detectan diferencias significativas a favor de los machos en el peso seco de este mismo órgano en los animales alimentados con la dieta que contenía 500

Tabla XXVIII

Valores del hematócrito, hemoglobina y sideremia en gallinas de 13 semanas de edad, de raza Shaver en función de la concentración de hierro en la dieta.

Grupo	Sexo	Peso animal, g	Hematocrito, %	Hemoglobina, g / 100 ml	Sideremia, µg Fe / 100 ml
1a. dieta (45 ppm)	♂	1227.1 ± 64.50	28.9 ± 0.89(a)	9.7 ± 0.34	116.1 ± 6.04
	♀	1112.3 ± 47.06(a)	28.8 ± 0.79(a)	10.1 ± 0.24	123.4 ± 8.40(a)
2a. dieta (160 ppm)	♂	1165.6 ± 18.49*	30.3 ± 1.38(a,b)	10.9 ± 0.88	105.3 ± 9.33
	♀	1078.9 ± 13.38(a)	32.2 ± 0.72(b)	10.8 ± 1.03	101.2 ± 3.16(a)
3a. dieta (350ppm)	♂	1177.8 ± 72.31*	32.2 ± 0.87(a,b)	12.3 ± 0.64	118.9 ± 6.18*
	♀	988.8 ± 27.74(a,b)	30.1 ± 0.73(a,b)	11.8 ± 0.48	97.1 ± 3.90(a,b)
4a. dieta (500ppm)	♂	1120.0 ± 66.89*	33.3 ± 0.96(b)*	11.6 ± 0.45	133.9 ± 5.60***
	♀	915.6 ± 30.78(b)	31.2 ± 1.18(a,b)	11.6 ± 0.35	84.7 ± 3.08(b)

Valoración estadística: ver Tabla I

Tabla XXIX

Valores del hematocrito, hemoglobina y sideremia en gallinas en periodo de puesta de raza Shaver, en función de la concentración de hierro en la dieta.

Grupo	Peso animal, g	Hematocrito, %	Hemoglobina, g / 100 ml	Sideremia, µg Fe / 100 ml
1a. dieta (40 ppm)	1520.6 ± 39.29	22.9 ± 0.39(a)	8.7 ± 0.18(a)	381.3 ± 69.84(a,b)
2a. dieta (150ppm)	1521.1 ± 56.53	27.3 ± 1.01(b)	8.6 ± 0.38(a)	398.6 ± 15.38(a)
3a. dieta (350ppm)	1522.8 ± 43.28	26.9 ± 0.76(b)	8.9 ± 0.39(a)	425.8 ± 18.71(a,b)
4a. dieta (500ppm)	1533.3 ± 63.77	28.8 ± 0.94(b)	10.4 ± 0.20(b)	550.0 ± 35.65(b)

Las medias de los animales de una misma columna que no están seguidas de la misma letra (a,b,c,d.) son significativamente diferentes por el análisis de la varianza ($p < 0.05$) y por el test de Bonferroni ($p < 0.05$); las medias no seguidas por letras no son significativamente distintas por el ANOVA

Tabla XXX

Valores ponderales del hígado en gallinas de raza Shaver, de 13 semanas de edad, en función de la concentración de hierro en la dieta.

Grupo	Sexo	Peso húmedo, g	Peso seco, g	$\frac{\text{Peso húmedo}}{\text{Peso seco}}$	Peso relativo, %
1a. dieta (45 ppm)	♂	22.5 ± 1.25	6.4 ± 0.34	3.55 ± 0.100	1.86 ± 0.122
	♀	19.6 ± 0.50(a)	5.8 ± 0.29(a)	3.45 ± 0.134	1.78 ± 0.067(a)
2a. dieta (160ppm)	♂	23.5 ± 1.01	6.5 ± 0.23	3.61 ± 0.044	2.02 ± 0.107
	♀	21.5 ± 1.12(a)	6.1 ± 0.34(a)	3.53 ± 0.090	1.99 ± 0.091(a)
3a. dieta (350ppm)	♂	21.2 ± 0.93***	6.1 ± 0.30***	3.50 ± 0.155	1.83 ± 0.089
	♀	16.3 ± 0.22(b)	4.5 ± 0.13(b)	3.62 ± 0.136	1.66 ± 0.053(b)
4a. dieta (500ppm)	♂	23.9 ± 4.05	7.1 ± 1.07*	3.32 ± 0.141	2.16 ± 0.349
	♀	17.1 ± 0.63(b)	4.6 ± 0.22(b)	3.79 ± 0.223	1.87 ± 0.047(a,b)

Valoración estadística: ver Tabla I

Tabla XXXI

Valores ponderales del hígado en gallinas en periodo de puesta de raza Shaver en función de la concentración de hierro en la dieta.

Grupo	Peso húmedo, g	Peso seco, g	Peso relativo, %	
			Peso húmedo Peso seco	
1a dieta (40 ppm)	32.8 ± 1.97	9.5 ± 0.80	3.49 ± 0.135	2.17 ± 0.141
2a dieta (150 ppm)	37.2 ± 2.80	12.0 ± 1.22	3.22 ± 0.230	2.43 ± 0.124
3a dieta (350 ppm)	30.1 ± 0.95	9.0 ± 0.45	3.42 ± 0.111	2.00 ± 0.095
4a dieta (500 ppm)	31.1 ± 2.94	8.9 ± 0.88	3.55 ± 0.174	2.01 ± 0.134

Las medias de los animales de una misma columna que no están seguidas de la misma letra (a,b,c,d,e) son significativamente diferentes por el análisis de la varianza ($p < 0.05$) y por el test de Bonferroni ($p < 0.05$); las medias no seguidas por letras no son significativamente distintas por el ANOVA.

ppm de hierro ($p < 0.05$).

El peso relativo de este órgano se mantiene en unos valores todos ellos muy próximos presentando unas medias de 1.97 %, 1.83 % (para machos y hembras de 13 semanas respectivamente) y de 2.15 % para las gallinas en puesta (24 semanas).

2.2.2.- CONTENIDO EN HIERRO

Los contenidos en hierro ferritínico y hierro total en el hígado de los machos (Tabla XXXII) siguen una misma evolución: un pequeño aumento en el paso de la dieta con menor contenido a la segunda dieta (de 405 a 472 y de 2001 a 2644 μg respectivamente) para experimentar un gran incremento en la primera sobredosis y disminuir algo en los animales alimentados con la cuarta dieta, pero sin significación estadística. En las hembras estas dos variables se mantienen al pasar de la dieta de menor contenido en hierro a la segunda; en el paso de la dieta basal a la primera sobredosis se observa un gran aumento en las dos variables, llegando a cotas de 1387 y 5301 μg de hierro ferritínico y hierro total respectivamente. Observamos influencias del sexo en los dos parámetros, en los animales alimentados con la primera dieta $p < 0.001$ y $p < 0.01$ para el hierro ferritínico y hierro total respectivamente) presentando los valores más altos las hembras. La relación hierro ferritínico / hierro total, se mueve en márgenes muy estrechos tanto en machos como en hembras dándose diferencias con significación estadística en los animales alimentados con la cuarta dieta, siendo el nivel de significación del 5 %.

En las gallinas en puesta (Tabla XXXIII) las dos variables (hierro ferritínico y hierro total) no resultan modificadas con las dos primeras dietas, para luego observar incrementos en los sucesivos cambios de alimentación

Tabla XXXII

Contenido en hierro ferritínico, en hierro total y relación entre ambos parámetros, en hígados de gallinas de 13 semanas de edad de raza Shaver en función de la concentración de hierro en la dieta.

Grupo	Sexo	Hierro ferritínico, µg	Hierro total, µg	Hierro ferritínico	
				Hierro ferritínico	Hierro total
1a. dieta (45 ppm)	♂	405.0 ± 40.91(a) ^{***}	2001.1 ± 250.70(a) ^{**}	0.21 ± 0.023	
	♀	733.3 ± 47.67(a)	3016.7 ± 192.40(a)	0.26 ± 0.009(a)	
2a. dieta (160ppm)	♂	472.3 ± 82.15(a)	2644.6 ± 225.36(a)	0.19 ± 0.046	
	♀	632.4 ± 52.77(a)	2768.1 ± 159.45(a)	0.23 ± 0.014(a)	
3a. dieta (350ppm)	♂	1336.7 ± 239.71(b)	5785.6 ± 546.81(b)	0.22 ± 0.029	
	♀	1387.6 ± 99.38(b)	5301.1 ± 430.27(b)	0.27 ± 0.018(a)	
4a. dieta (500ppm)	♂	1076.3 ± 62.48(b)	4977.8 ± 348.07(b)	0.22 ± 0.008*	
	♀	1340.0 ± 133.04(b)	4910.0 ± 386.68(b)	0.28 ± 0.021(a)	

Valoración estadística: ver Tabla I

Tabla XXXVIII

Contenido en hierro ferritínico, en hierro total y relación entre ambos parámetros, en hígados de gallinas en puesta de raza Shaver en función de la concentración de hierro en la dieta.

Grupo	Hierro ferritínico,	Hierro total,	Hierro ferritínico.
	µg	µg	Hierro total
1a. dieta (40 ppm)	596.5 ± 68.51(a)	3857.8 ± 460.63(a)	0.15 ± 0.018
2a. dieta (150 ppm)	518.3 ± 50.21(a)	3218.9 ± 156.30(a)	0.16 ± 0.013
3a. dieta (350 ppm)	1351.2 ± 148.75(b)	6970.0 ± 587.88(b)	0.19 ± 0.010
4a. dieta (500 ppm)	1666.1 ± 239.81(b)	8545.6 ± 1123.69(b)	0.19 ± 0.011

Las medias de los animales de una misma columna que no están seguidas de la misma letra (a,b,c,d) son significativamente diferentes por el análisis de la varianza ($p < 0.05$) y por el test de Bonferroni ($p < 0.05$); las medias no seguidas por letras no son significativamente distintas por el ANOVA.

llegando a niveles de 1666 μg de hierro ferritínico y de 8545 μg de hierro total presentes en el hígado. El cociente hierro ferritínico / hierro total en este órgano se mueve en valores muy próximos (de 0.15 a 0.19) no observándose diferencias significativas según el test de ANOVA.

Si el hierro ferritínico presente en el hígado de machos de 13 semanas lo representamos por gramo de peso seco del órgano (Figura 42), observamos las mismas variaciones que para el caso de expresión por totales: un muy pequeño aumento en el paso de la primera dieta a la segunda, seguido de un aumento del 200 % al pasar de la segunda dieta a la primera sobredosis con significación por el test de ANOVA ($p < 0.05$) para finalmente presentar un descenso no significativo en los animales alimentados con la segunda sobredosis. Para el caso de las hembras también las variaciones que se observan al expresar por gramo de peso seco son similares a las apreciadas por totales: un ligero descenso no significativo en el primer cambio de dieta, seguido de un fuerte aumento al pasar a la primera sobredosis, triplicándose los valores detectados en el grupo dieta basal (160 ppm). Entre las dos últimas dietas no sobresalen diferencias. Los valores fueron siempre superiores en las hembras.

En las gallinas de puesta (Figura 43) podemos observar un pequeño descenso del hierro ferritínico no significativo en el paso de dietas de menor contenido a dieta basal, seguido de un incremento al aumentar la dosis de hierro en el pienso.

En la Figura 44 está representada la concentración de hierro total expresada por gramo de peso seco del hígado en animales de ambos sexos de 13 semanas. Observamos en los machos un aumento progresivo en esta variable (314, 400 y 883 μg de hierro) a medida que aumenta el contenido en hierro en la dieta, estabilizándose en la segunda sobredosis.

En las hembras de esta misma edad, se aprecia un

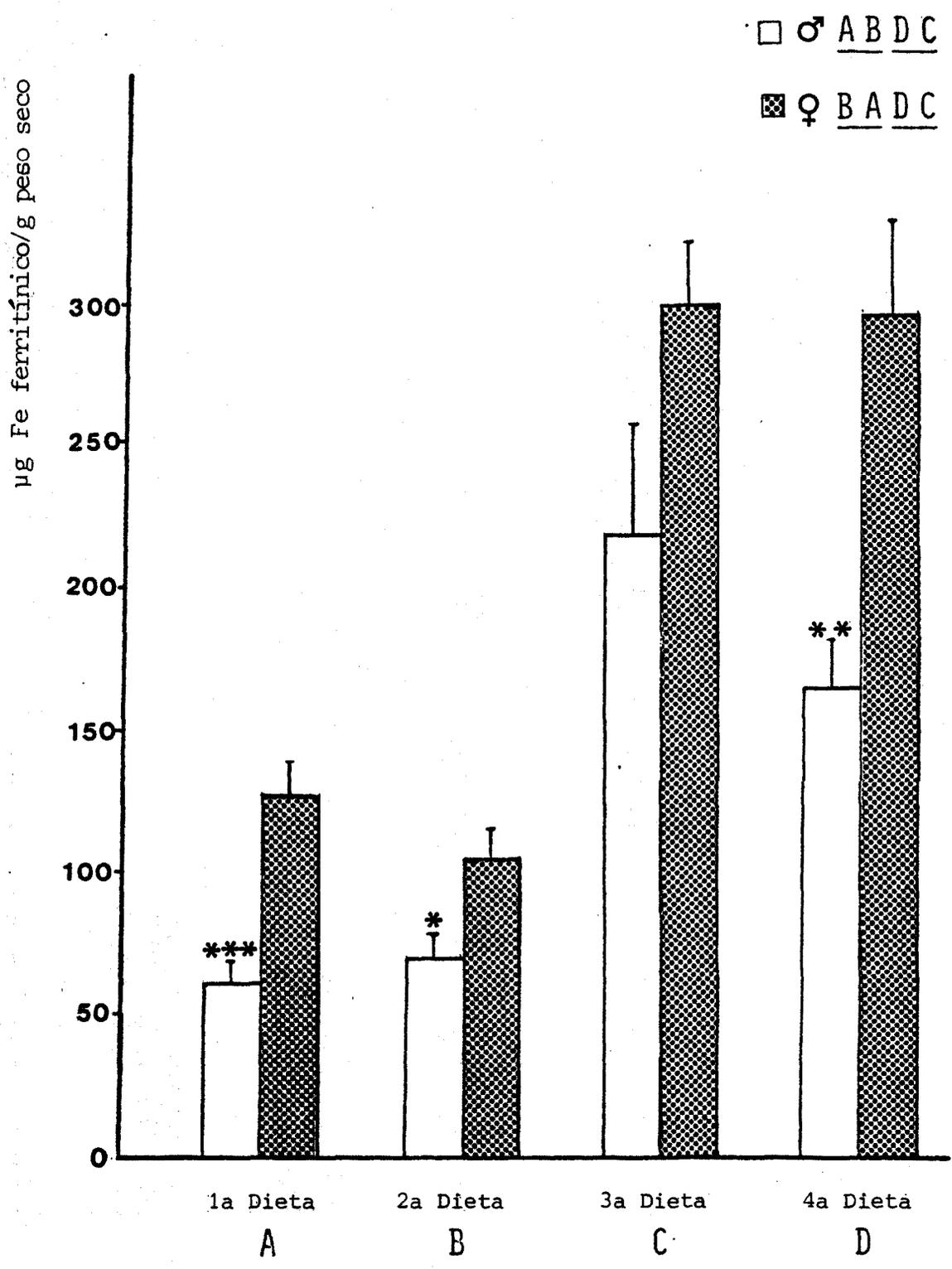


Figura 42.- Contenido en hierro ferritínico por gramo de peso seco en hígado de gallinas de ambos sexos de raza Shaver de 13 semanas en función de la dieta.

Valoración estadística: ver Figura 5

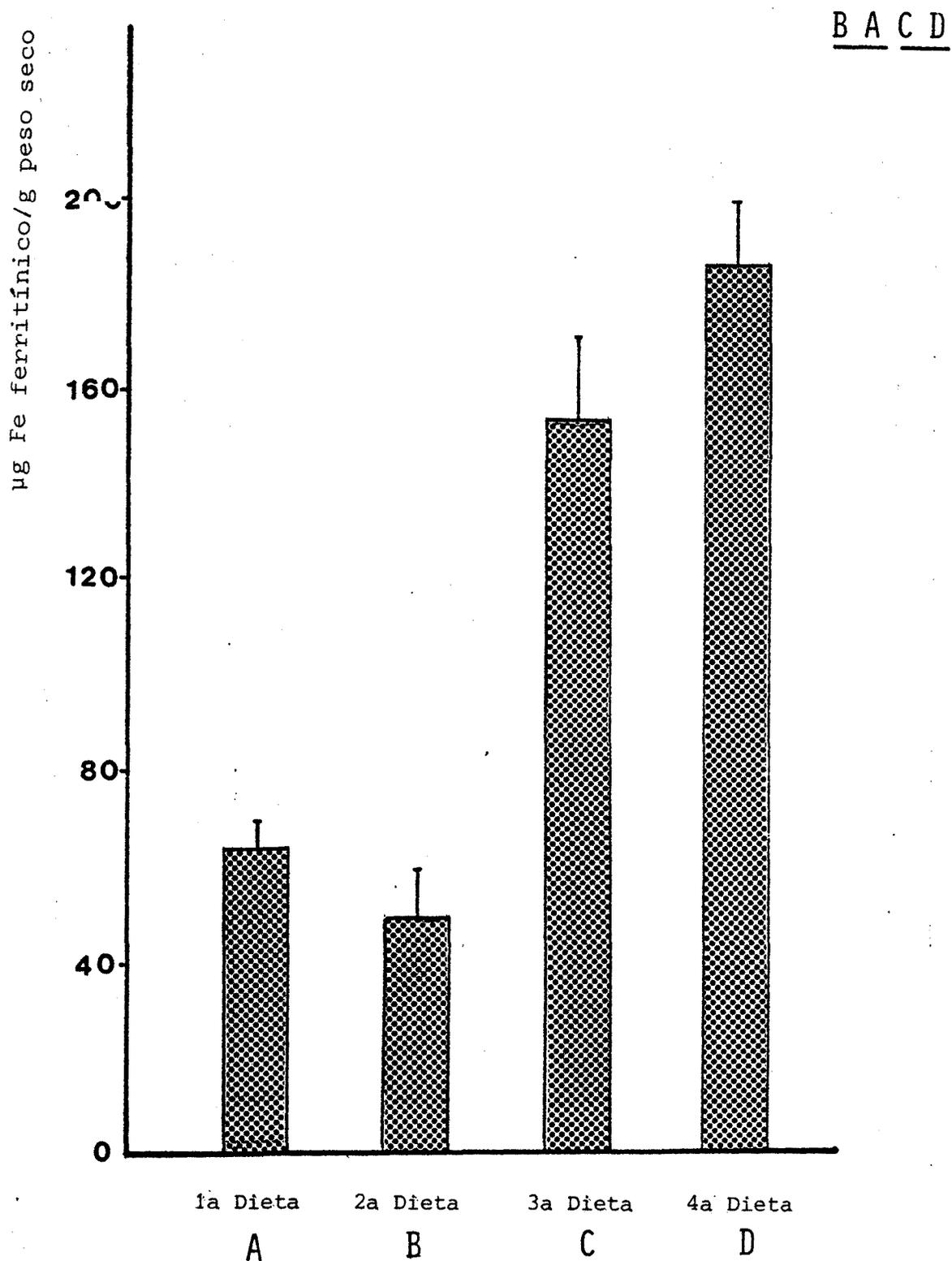


Figura 43.- Contenido en hierro ferritínico por gramo de peso seco en hígado en gallinas en puesta de raza Shaver en función de la dieta.

Valoración estadística: ver Figura 5

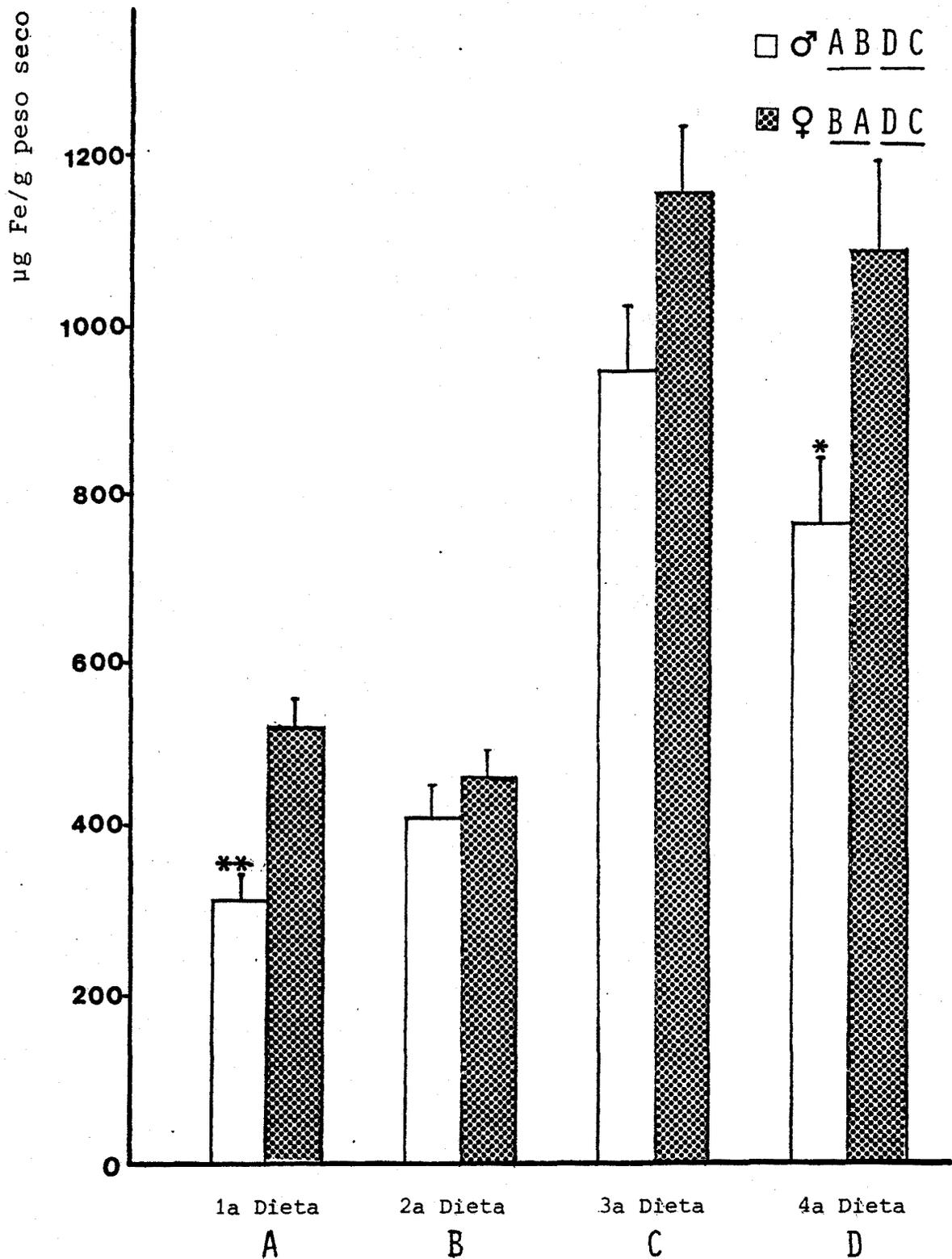


Figura 44.- Contenido en hierro por gramo de peso seco en hígado de gallinas de ambos sexos de raza Shaver de 13 semanas en función de la dieta.

Valoración estadística: ver Figura 5

fuerte incremento de 665 μg de hierro en el paso de las dietas basal a la primera sobredosis, para luego mantenerse en el último grupo.

El sexo influye en los animales alimentados con el menor contenido en hierro ($P < 0.01$) y con la segunda sobredosis ($p < 0.05$) registrándose los valores más altos para las hembras.

Respecto a las gallinas en puesta (Figura 45) los μg de hierro expresados por gramo de peso seco del hígado experimentan un descenso no significativo de 406 a 298 μg entre los dos primeros grupos seguido de dos considerables subidas llegando a cotas de 776 y 946 μg de hierro. Entre estos dos aumentos la estadística no detecta variación significativa.

2.3.- BAZO

2.3.1.- VALORES PONDERALES

Hemos estudiado los valores ponderales del bazo en gallinas de 13 semanas y gallinas en puesta, 24 semanas, según los cuatro grupos de dietas, los cuales han quedado ordenados en las Tablas XXXIV y XXXV respectivamente.

Podemos observar en la primera Tabla, que tanto el peso húmedo como el peso seco de este órgano no presentan globalmente variación significativa por el test de ANOVA. En la primera variable se detectan diferencias sexuales en la segunda ($p < 0.01$) y tercera dietas ($p < 0.05$) y para el peso seco, en la segunda y cuarta dietas con significación del 5 % en ambas, y siempre a favor de los machos.

Las gallinas en puesta (Tabla XXXV) presentan valores del peso húmedo muy uniformes y unas pequeñas variaciones en el peso seco que no repercuten en la humedad del tejido. A las 18 semanas existen diferencias sexuales en el grupo de menor contenido en hierro a favor de los machos y en

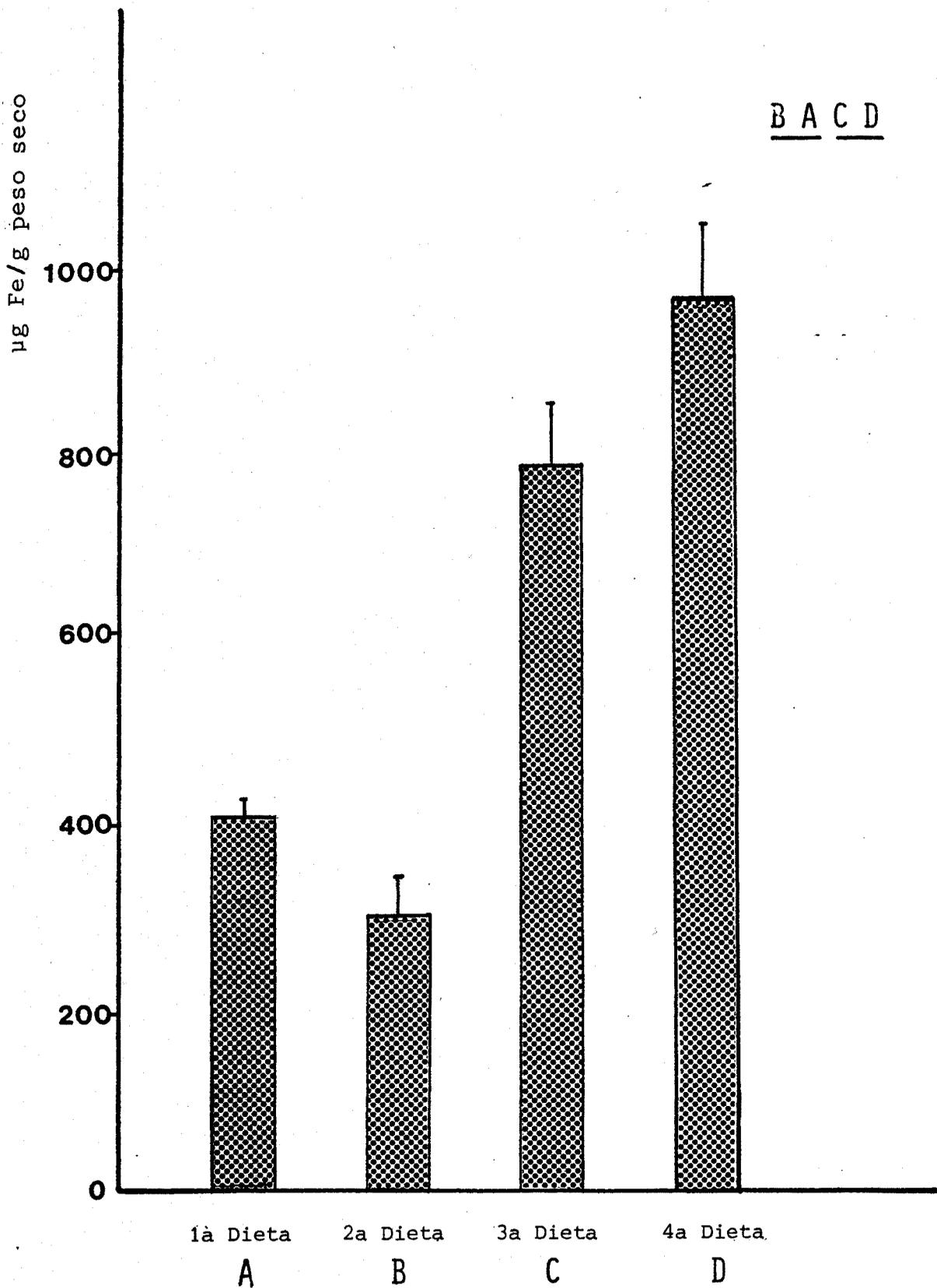


Figura 45.- Contenido en hierro por gramo de peso seco en hígado en gallinas en puesta de raza Shaver en función de la dieta.

Valoración estadística: ver Figura 5

la segunda sobredosis a favor de las hembras, en ambos casos el nivel de significación es del 0.5 %

Los pesos relativos tampoco presentan oscilaciones importantes (Tablas XXXIV y XXXV), aunque siempre sean inferiores en el grupo basal y además hemos de destacar que dicho porcentaje es aproximadamente dos veces mayor a las 13 semanas que en gallinas en puesta. Presenta diferencias significativas ($P < 0.05$) respecto al sexo en el grupo alimentado con la segunda dieta, dándose el valor más alto en los machos.

2.3.2.- CONTENIDO EN HIERRO

La presencia de hierro ferritínico (Tabla XXXVI) en los bazos de animales de 13 semanas (machos y hembras, y en gallinas en puesta Tabla XXXVII), sigue trayectorias bastante similares, así, se mantiene en el paso de la dieta de menor contenido en hierro a la basal, para producirse una subida en la primera sobredosis, siendo más elevada para las hembras que para los machos y en la segunda sobredosis más o menos se mantienen los valores anteriores. El sexo no ejerce influencia.

Una evolución muy parecida se observa para el hierro total tanto a las 13 semanas como en las gallinas en puesta, aunque los valores son inferiores en estas últimas. Solo se aprecian diferencias sexuales para este parámetro en el grupo alimentado con la segunda dieta ($p < 0.01$) y con la de mayor contenido en hierro ($p < 0.05$).

El cociente entre hierro ferritínico / y hierro total apenas varía, observando unos valores medios de 0.14 para los machos y de 0.16 para las hembras detectándose

...e.e.c.a. s gn fi...t...a... grupo...a... y prim...r...



Tabla XXXIV

Valores ponderales del bazo en gallinas de raza Shaver de 13 semanas de edad, en función de la concentración de hierro en la dieta.

Grupo	Sexo	Peso húmedo, g	Peso seco, g	Peso relativo, %	
				Peso húmedo Peso seco	
1a. dieta (45 ppm)	♂	2.85 ± 0.242	0.63 ± 0.061	4.58 ± 0.115(a)*	0.24 ± 0.024
	♀	2.46 ± 0.212	0.61 ± 0.057	4.11 ± 0.133	0.22 ± 0.018
2a. dieta (160ppm)	♂	2.55 ± 0.116**	0.61 ± 0.049*	4.25 ± 0.154(a,b)	0.22 ± 0.011*
	♀	1.92 ± 0.144	0.44 ± 0.036	4.35 ± 0.117	0.18 ± 0.014
3a. dieta (350ppm)	♂	2.56 ± 0.198*	0.58 ± 0.054	4.44 ± 0.141(a,b)	0.22 ± 0.021
	♀	1.89 ± 0.161	0.45 ± 0.049	4.29 ± 0.176	0.19 ± 0.012
4a. dieta (500ppm)	♂	3.06 ± 0.446	0.80 ± 0.119*	3.89 ± 0.157(b)*	0.27 ± 0.035
	♀	2.14 ± 0.160	0.48 ± 0.033	4.40 ± 0.082	0.23 ± 0.015

Valoración estadística: ver Tabla I

Tabla XXXV

Valores ponderales del bazo en gallinas en periodo de puesta de raza Shaver, en función de la concentración de hierro en la dieta.

Grupo	Peso húmedo, g	Peso seco, g	Peso relativo, %	
			Peso húmedo	Peso seco
1a dieta (40ppm)	1.77 ± 0.362	0.32 ± 0.019(a)	5.65 ± 1.348	0.12 ± 0.022(a,b)
2a dieta (150ppm)	2.11 ± 0.929	0.28 ± 0.023(a)	4.22 ± 0.227	0.08 ± 0.005(a)
3a dieta (350ppm)	2.03 ± 0.140	0.47 ± 0.030(b)	4.31 ± 0.130	0.13 ± 0.010(b)
4a dieta (500ppm)	1.69 ± 0.222	0.42 ± 0.048(a,b)	4.09 ± 0.208	0.11 ± 0.012(a,b)

Las medias de los animales de una misma columna que no están seguidas de la misma letra (a,b,c,d) son significativamente diferentes por el análisis de la varianza ($p < 0.05$) y por el test de Bonferroni ($p < 0.05$); las medias no seguidas por letras no son significativamente distintas por el ANOVA.

dosis ($p < 0.05$) a favor de las hembras. La variación que se produce en este cociente en las gallinas en puesta es exactamente igual que para el contenido total en hierro ferritínico, y los valores son inferiores a los de las hembras de 13 semanas con la sola excepción de los animales alimentados con un mayor contenido en hierro.

Si el hierro ferritínico en bazo lo expresamos por gramo de peso seco de dicho órgano (Figura 46) observamos en machos, algunas oscilaciones sin significación estadística en el test de ANOVA. Las hembras presentan una misma trayectoria pero el citado test indica diferencias significativas al comparar los grupos de animales alimentados con la primera y segunda dieta respecto a las sobredosis. Acusamos diferencias sexuales en la segunda y tercera dieta a favor de las hembras, con niveles de significación $p < 0.01$ y $p < 0.001$ respectivamente.

En las gallinas en puesta (Figura 47) se detecta un progresivo aumento llegando a $138 \mu\text{g}$ de hierro ferritínico por gramo de peso seco de bazo.

El contenido en hierro en bazo por unidad de peso seco de este órgano en gallinas machos (Figura 48) presenta ligeras variaciones significativas. Por el contrario, las hembras de esta misma edad, presentan alternancias, solo significativas estadísticamente al comparar los animales tratados con sobrecarga de hierro (793 y $746 \mu\text{g}$ en cada grupo) con los otros dos grupos. Entre aves de la misma edad, el sexo no influye en los resultados.

En las hembras de 24 semanas (Figura 49) observamos también oscilaciones, con diferencias más marcadas: de $600 \mu\text{g}$ en el grupo basal pasa a 860 y $606 \mu\text{g}$ en los dos grupos de sobrecarga de hierro.

Tabla XXXVI

Contenido en hierro ferritínico, en hierro total y relación entre ambos parámetros, en bazo en gallinas de 13 semanas de edad de raza Shaver en función de la concentración de hierro en la dieta.

Grupo	Sexo	Hierro ferritínico, μg		Hierro total, μg	Hierro ferritínico	
						Hierro total
1a. dieta (45ppm)	♂	53.5 ± 6.10(a)	419.9 ± 65.75	0.16 ± 0.035		
	♀	45.5 ± 5.20(a)	313.5 ± 48.75(a,b)	0.14 ± 0.016		
2a. dieta (160ppm)	♂	37.7 ± 2.93(a)	335.3 ± 30.49**	0.12 ± 0.013*		
	♀	38.2 ± 3.54(a)	213.1 ± 24.47(a)	0.20 ± 0.025		
3a. dieta (350ppm)	♂	49.1 ± 4.82(a)	445.7 ± 72.18	0.13 ± 0.017*		
	♀	62.0 ± 4.02(b)	366.9 ± 52.57(a,b)	0.19 ± 0.023		
4a. dieta (500ppm)	♂	75.3 ± 10.95(a)	591.8 ± 86.02*	0.16 ± 0.042		
	♀	55.7 ± 4.70(a,b)	356.2 ± 23.29(b)	0.16 ± 0.009		

Valoración estadística: ver Tabla I

Tabla XXXVII

Contenido en hierro ferritínico, hierro total y relación entre ambos parámetros, en bazo, en gallinas en periodo de puesta de raza Shaver en función de la concentración de hierro en la dieta.

Grupo	Hierro ferritínico,	Hierro total,	Hierro ferritínico
	µg	µg	Hierro total
1a. dieta (40 ppm)	26.5 ± 2.04(a)	221.9 ± 23.83(a)	0.12 ± 0.013(a)
2a. dieta (150 ppm)	21.1 ± 2.84(a)	167.5 ± 23.30(a)	0.14 ± 0.020(a)
3a. dieta (350 ppm)	54.3 ± 4.22(b)	406.3 ± 45.30(b)	0.14 ± 0.009(a)
4a. dieta (500 ppm)	58.1 ± 10.63(b)	243.3 ± 20.81(a)	0.24 ± 0.039(a)

Las medias de los animales de una misma columna que no están seguidas de la misma letra (a,b,c,d) son significativamente diferentes por el análisis de la varianza ($p < 0.05$) y por el test de Bonferroni ($p < 0.05$); las medias no seguidas por letras no son significativamente distintas por el ANOVA.

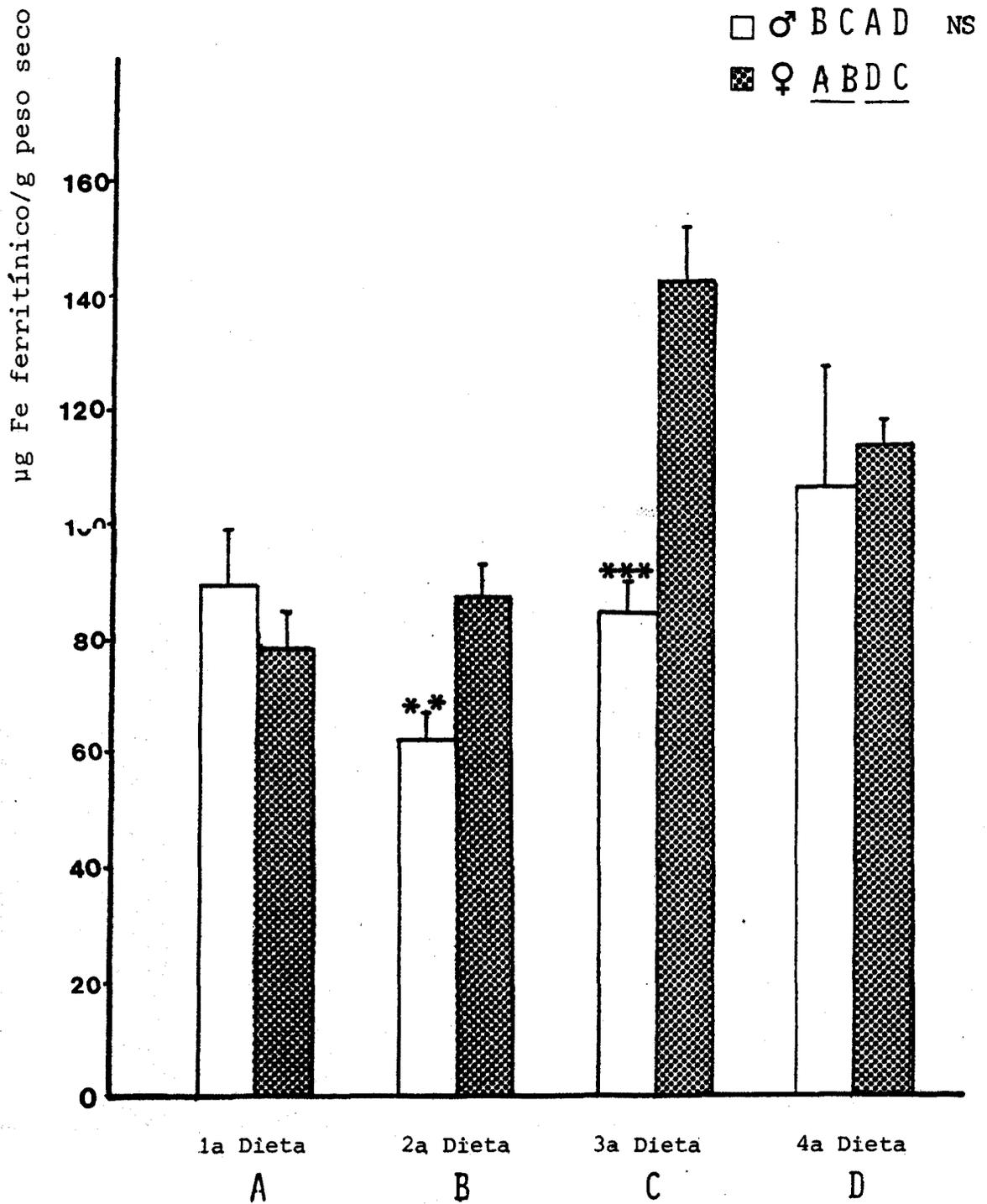


Figura 46.- Contenido en hierro ferritínico por gramo de peso seco en bazo de gallinas de ambos sexos de raza Shaver de 13 semanas en función de la dieta.

Valoración estadística: ver Figura 5

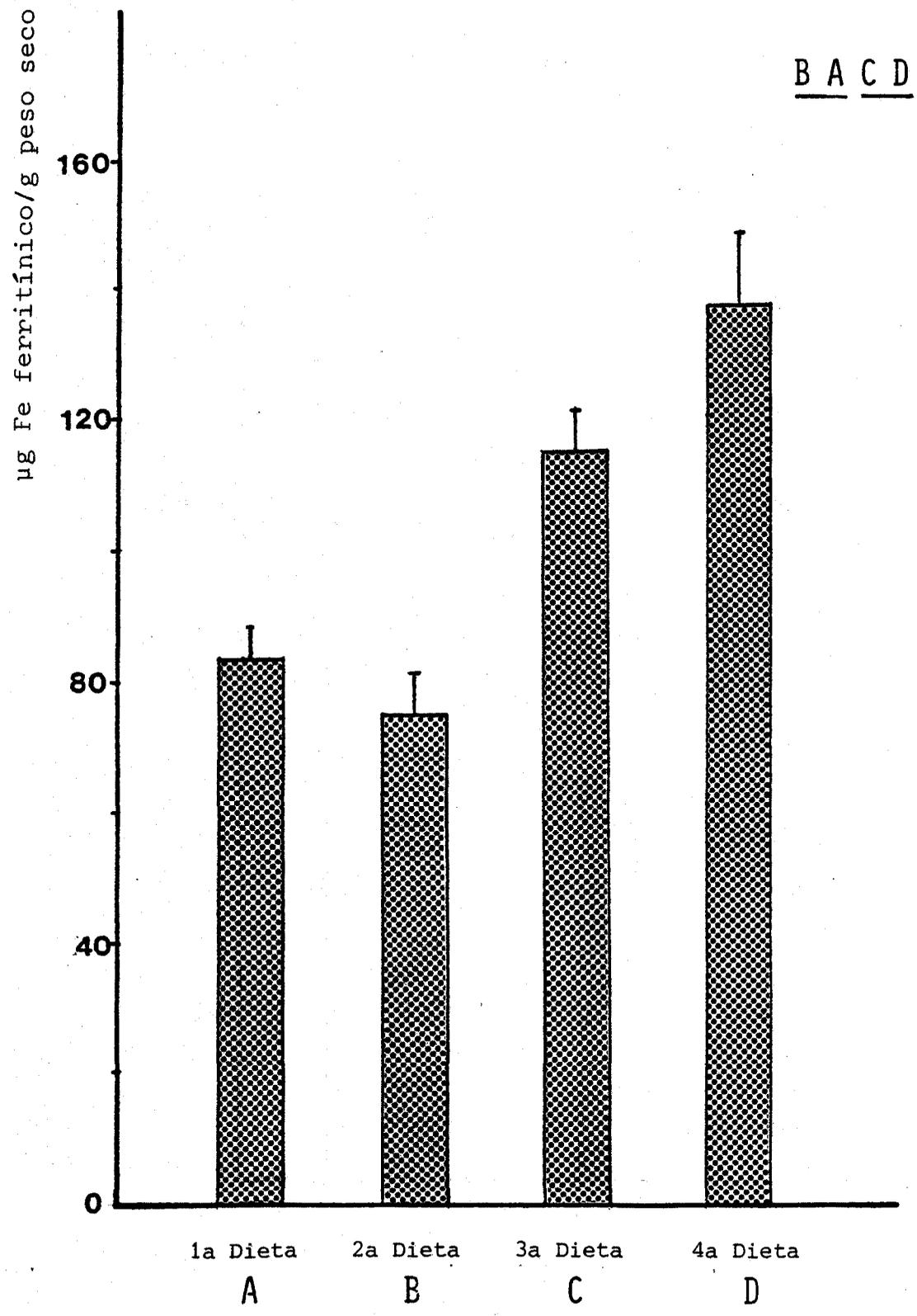


Figura 47.- Contenido en hierro ferritínico por gramo de peso seco en bazo en gallinas en puesta de raza Shaver en función de la dieta.

Valoración estadística: ver Figura 5

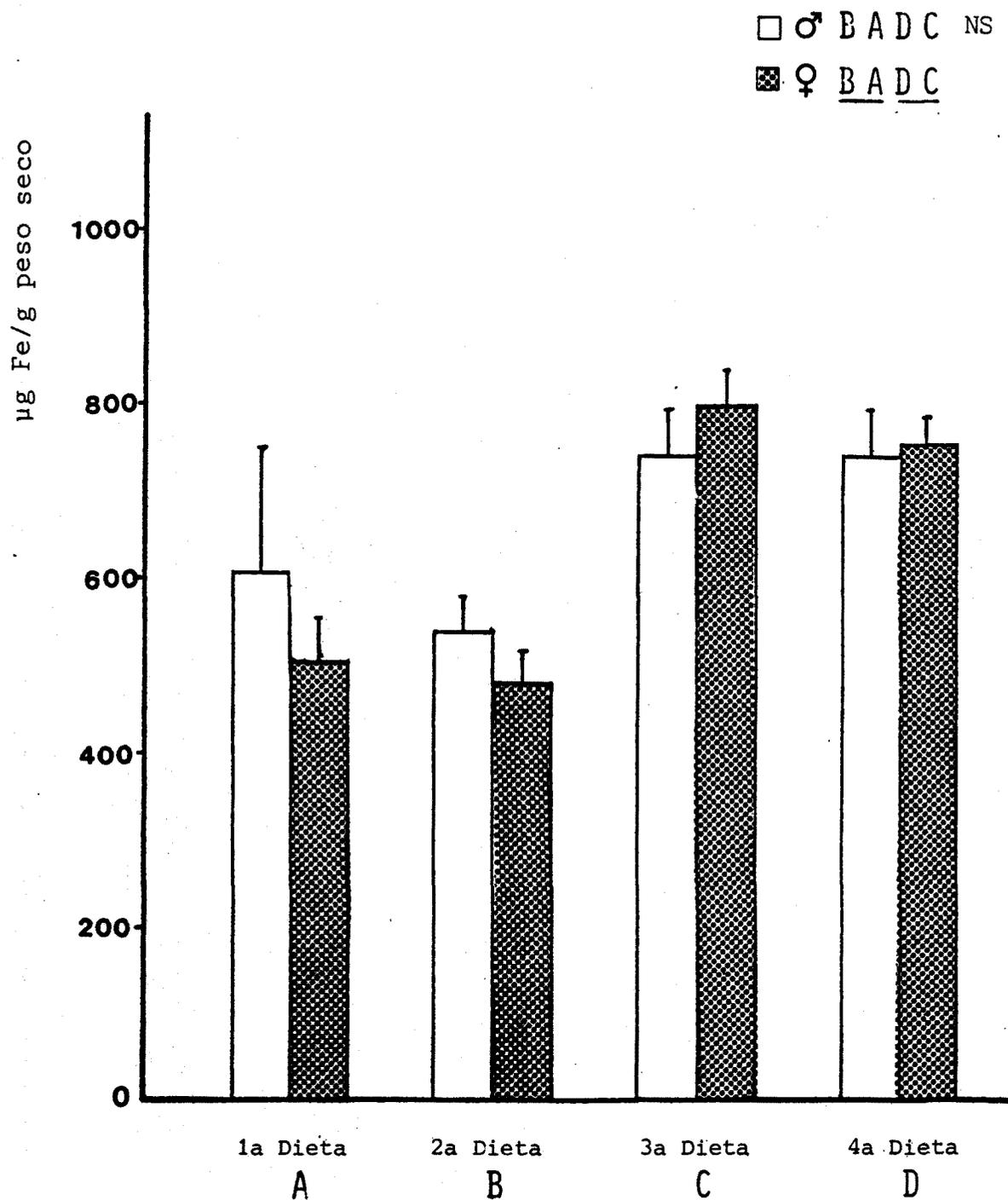


Figura 48 .- Contenido en hierro por gramo de peso seco en bazo de gallinas de ambos sexos de raza Shaver de 13 semanas en función de la dieta.

Valoración estadística: ver Figura 5

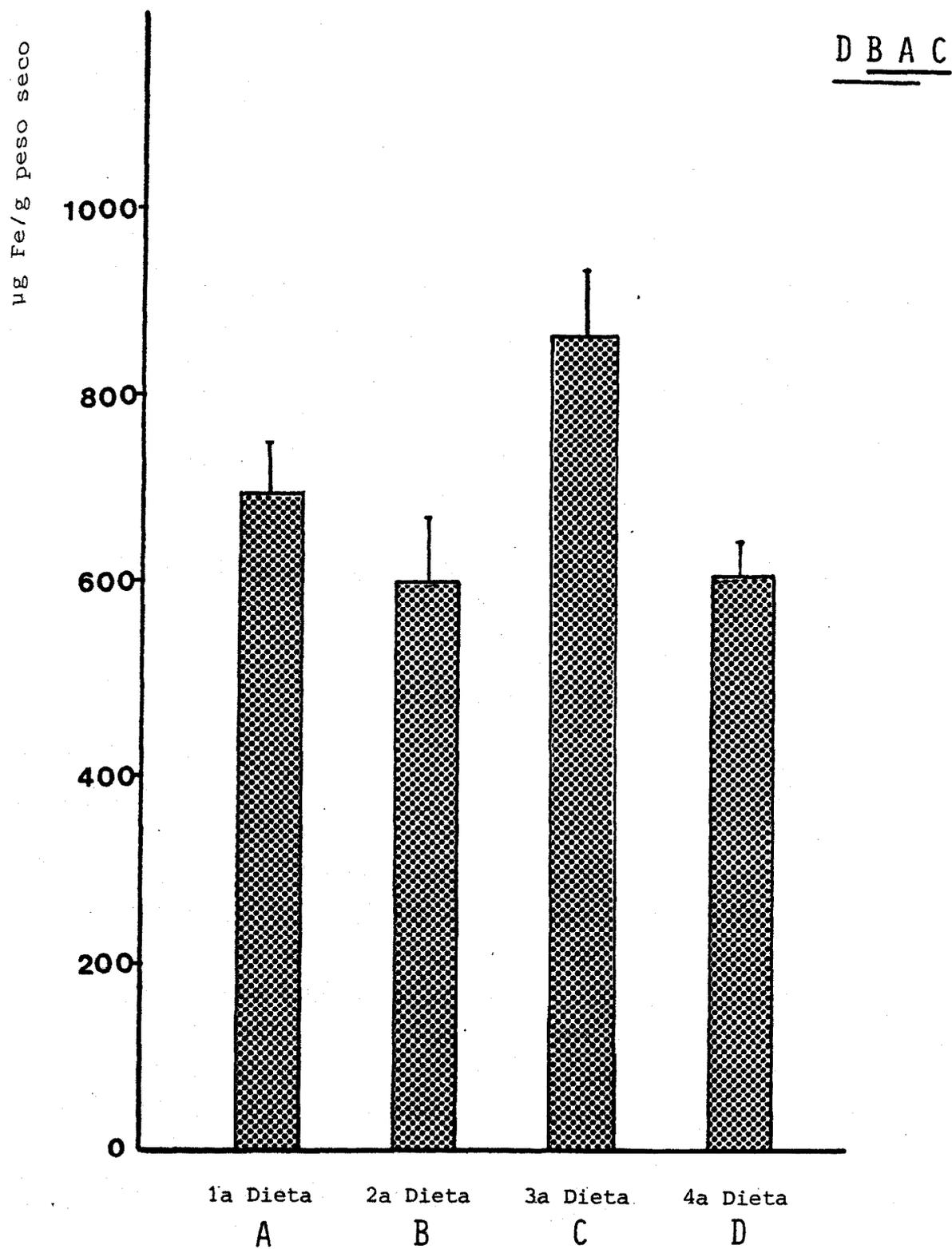


Figura 49.- Contenido en hierro por gramo de peso seco en bazo en gallinas en puesta de raza Shaver en función de la dieta.

Valoración estadística: ver Figura 5

2.4.- MUSCULO PECTORAL

2.4.1.- CONTENIDO EN HIERRO

La cantidad de hierro por gramo de peso seco detectado en el músculo (Figura 50) de los pollitos se mantiene constante. En las hembras de esta misma edad, se aprecia únicamente tendencia a un aumento, pasando de 28 μg (menor contenido en hierro) a 62 μg en los de segunda sobredosis. Y no presentan diferencias significativas por razón del sexo.

En las gallinas de 24 semanas (Figura 51) también se detecta un muy ligero aumento con márgenes situados entre 34 y 41 μg .

2.5.- INTESTINO DELGADO

2.5.1.- DUODENO

2.5.1.1.- Contenido en hierro

Estudiando la Figura 52 observamos que en el duodeno de los machos encontramos más hierro, por gramo de peso seco, a medida que aumenta la concentración de hierro en la dieta hasta la primera sobredosis; entre este grupo y el inmediato superior se produce una ligera disminución no significativa. En las hembras, tanto las de esta misma edad (Figura 52) como las de 24 semanas (Figura 53), el aumento es paulatino según los cuatro tipos de dietas; los valores extremos son de 130 μg (dieta de menor contenido) y 690 μg (segunda sobredosis), en el grupo de animales de 13 semanas, y son inferiores a los de los animales en puesta. Solo existen diferencias sexuales en el grupo con menor contenido en hierro en la dieta (Figura 52) ($p < 0.05$) detectándose en las hembras los valores más altos.

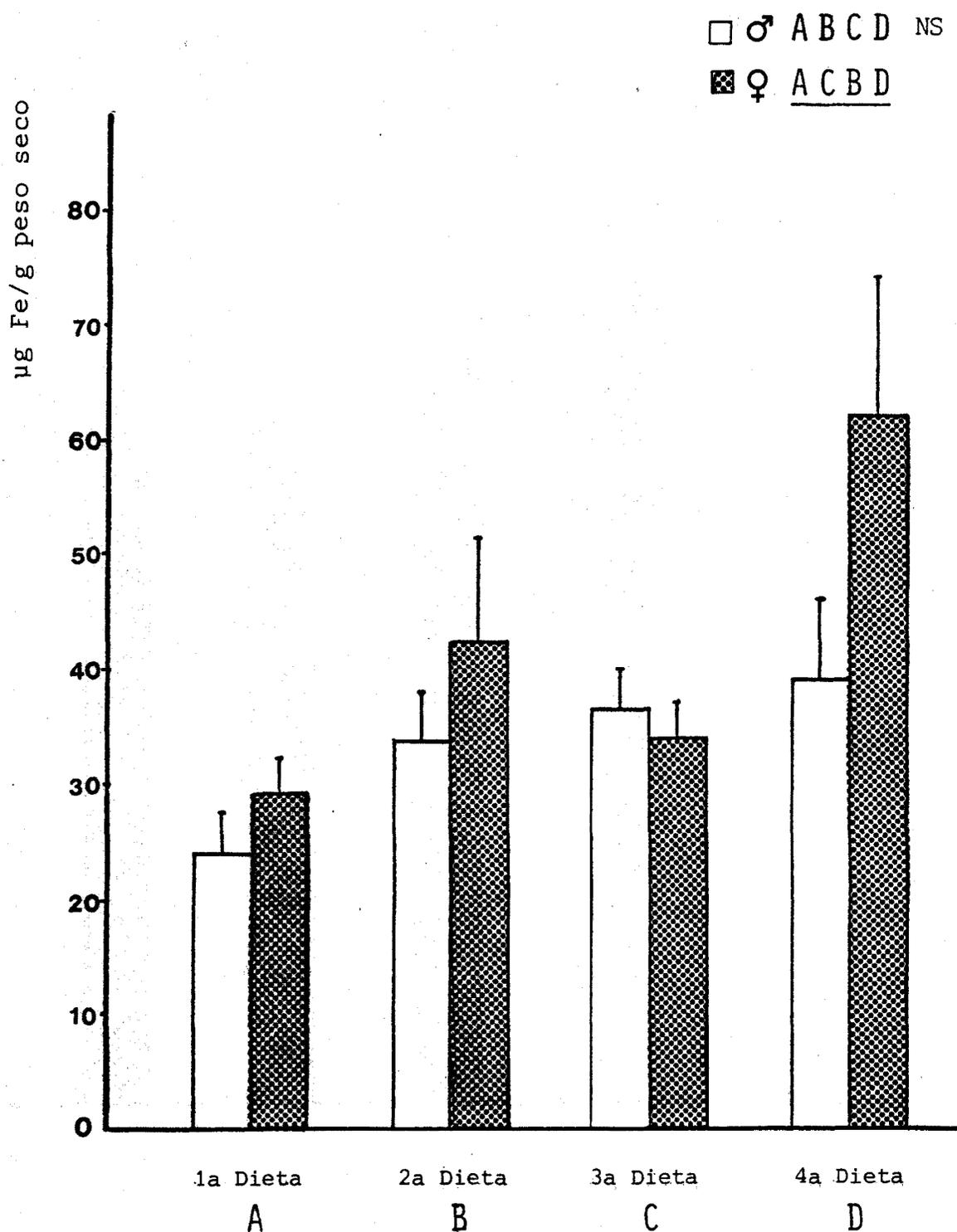


Figura 50.- Contenido en hierro por gramo de peso seco en músculo pectoral en gallinas de ambos sexos de raza Shaver de 13 semanas en función de la dieta.

Valoración estadística: ver Figura 5

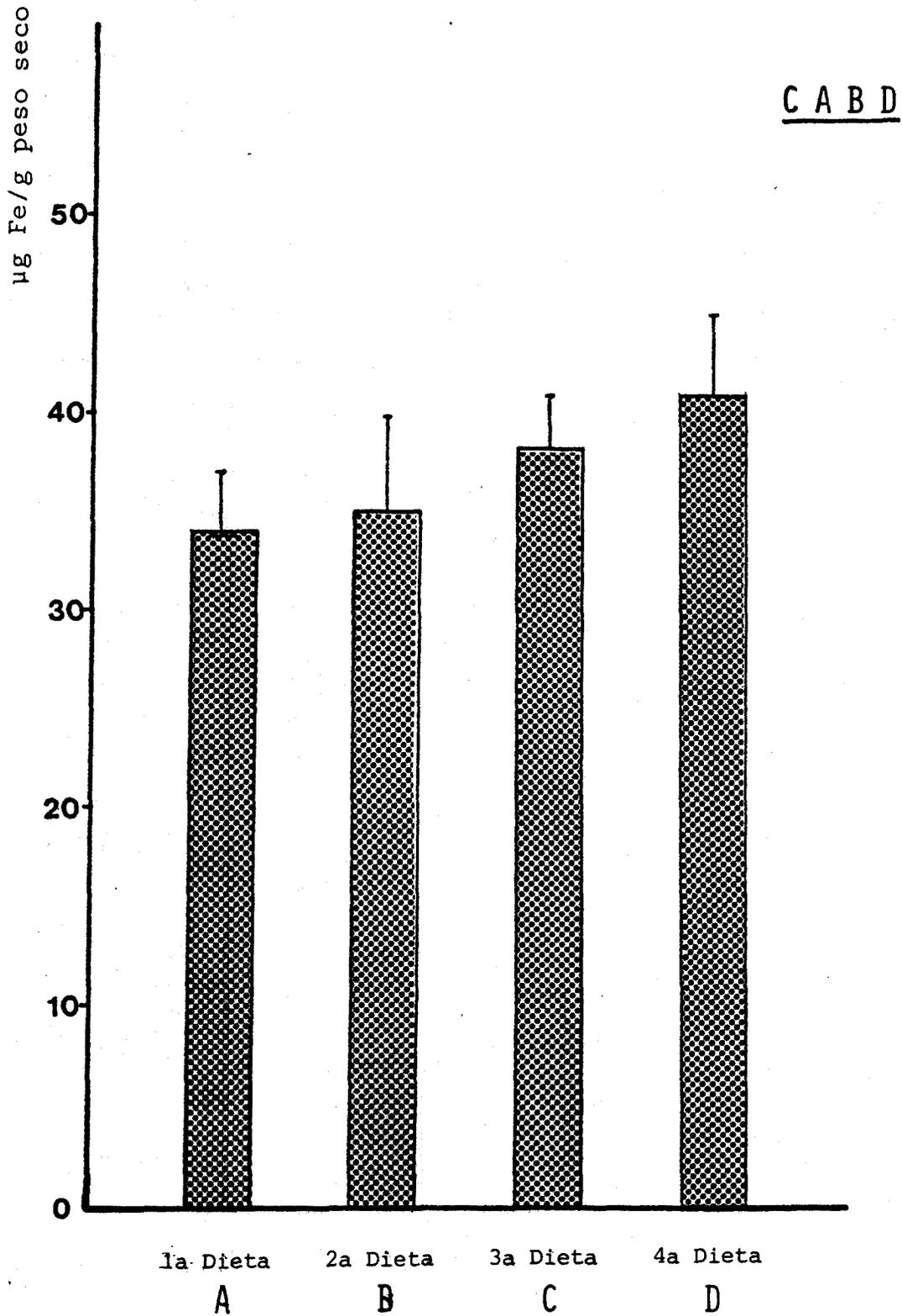


Figura 51 .- Contenido en hierro por gramo de peso seco en músculo pectoral en gallinas en puesta de raza Shaver en función de la dieta.

Valoración estadística: ver Figura 5

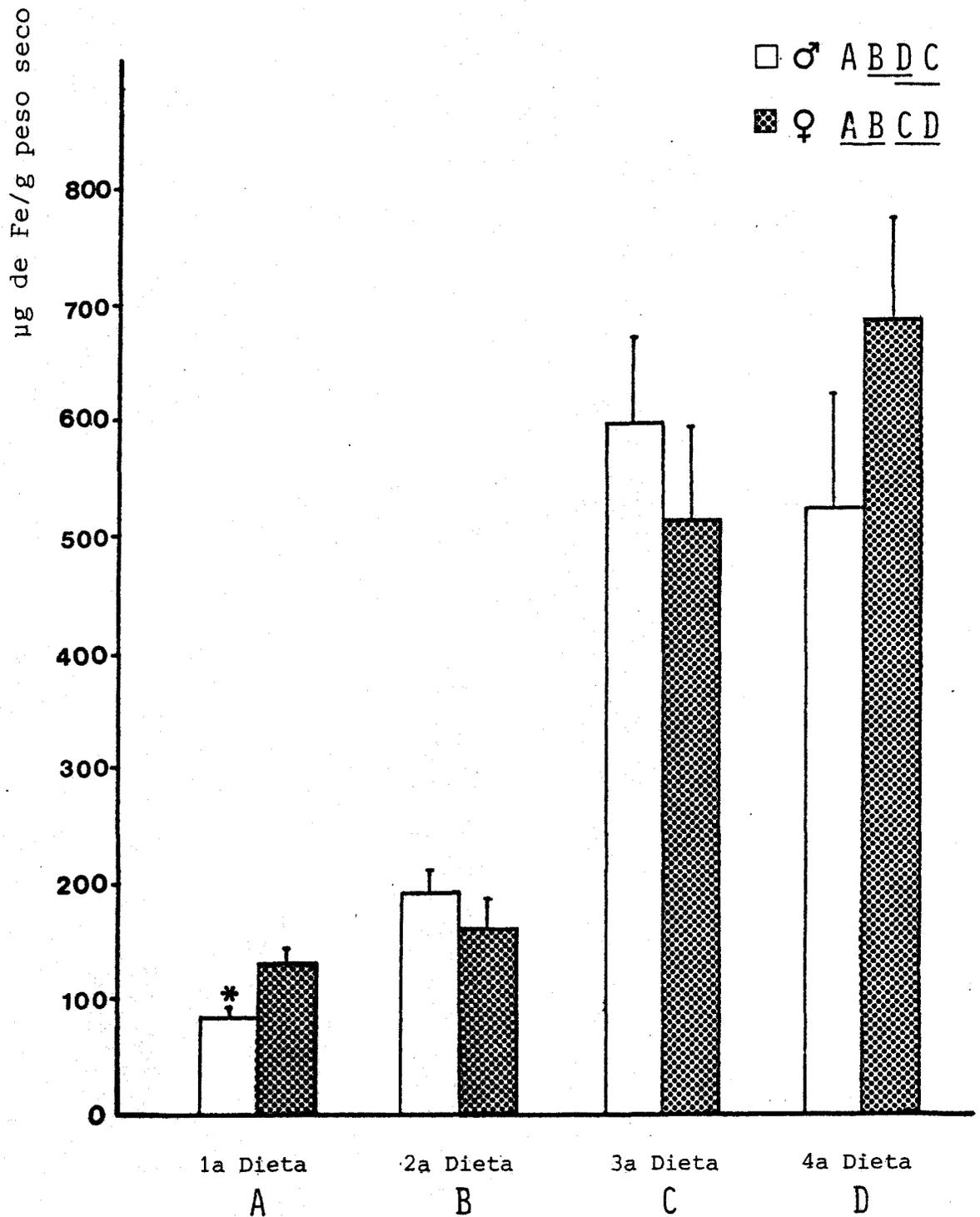


Figura 52 .- Contenido en hierro por gramo de peso seco en duodeno de gallinas de ambos sexos de raza Shaver de 13 semanas en función de la dieta.

Valoración estadística: ver Figura 5

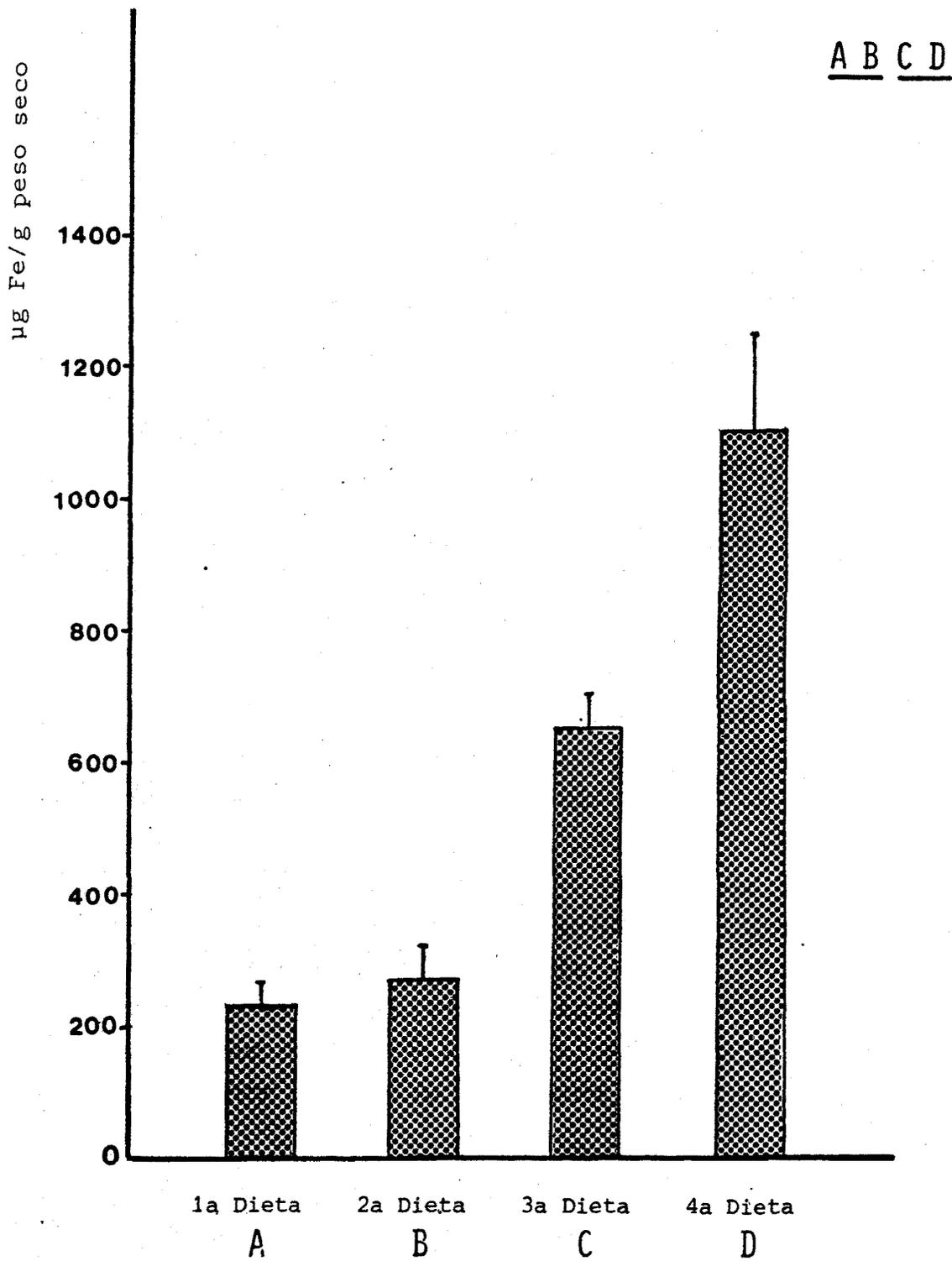


Figura 53 .- Contenido en hierro por gramo de peso seco en duodeno en gallinas en - puesta de raza Shaver en función de la dieta.

Valoración estadística: ver Figura 5