

"INFLUENCIA DE LA RESTRICCIÓN ALIMENTICIA SOBRE ALGUNAS GLANDULAS ENDOCRINAS EN EL CONEJO"¹

por

CESAR MARTINEZ C.², SAMUEL GOLDZVEIG M.²

y

HECTOR CAMPOS Z.²

INTRODUCCION

La influencia que las deficiencias nutritivas ejercen sobre el desarrollo corporal y sobre las glándulas de secreción interna han sido objeto de diversos estudios (3, 4).

El objeto del presente trabajo fué investigar la influencia nutritiva global sobre el desarrollo del conejo, apreciado tanto en el aumento de peso corporal como del esqueleto y de las diversas glándulas endocrinas (hipófisis, tiroides, suprarrenales y ovarios).

Asimismo, como un índice de la actividad ovárica, se estudió el aumento de la maduración sexual en las hembras apreciada por la respuesta del ovario a la administración de gonadotrofina coriónica inyectada en forma de orina de mujer gestante.

MATERIAL Y METODOS DE TRABAJO

Distribución de grupos. Se utilizaron 48 conejos mestizos —17 machos y 31 hembras— de 30 a 50 días de edad, recién destetados, y se distribuyeron en tres grupos que recibían alimentos en cantidades diversas.

El Grupo I recibió alimentación ad libitum; el Grupo II tuvo una restricción leve y el Grupo III una gran restricción.

En la composición de los grupos se distribuyeron los conejos de una misma camada en proporciones iguales para cada uno de ellos, pero

¹ Presentado para su publicación el 30 de Abril de 1958.

² Médicos Veterinarios de la Sección Experimentación. Instituto de Investigaciones Veterinarias.

en los casos de camadas de número de gazapos no divisibles por tres se colocaba un mayor número de ellos en el Grupo III, después en el Grupo II y por último en el Grupo I.

Todos los grupos se acondicionaron en conejeras de madera. Durante las primeras tres semanas se colocó en la jaula una cama de lana de oveja. Cuando los animales llegaron a un tamaño que hacía inconveniente su permanencia en grupos numerosos, fueron separados y situados en grupos más pequeños (2 o 3 por jaula).

En el cuadro N° 1 se expresan las raciones que se proporcionaron a los animales de los distintos grupos. Su composición aparece en el cuadro N° 2.

Todos los grupos disponían de agua ad libitum.

CUADRO N° 1

ALIMENTACION DE PASTO O TREBOL VERDE Y "SCRATCH" EN GRAMOS
POR ANIMAL Y POR DIA

Alimento	1 ^a -2 ^a S.		3 ^a -5 ^a S.		6 ^a -8 ^a S.		9 ^a -10 ^a S.		11 ^a -15 ^a S.		16 ^a -18 ^a S.	
	Pas. g.	Scr. g.	Pas. g.	Scr. g.	Pas. g.	Scr. g.	Pas. g.	Scr. g.	Pas. g.	Scr. g.	Pas. g.	Scr. g.
GRUPO I	100	20	180	60	350	120	350	130	500	130	500	130
GRUPO II	80	20	120	40	220	50	220	55	225	60	250	65
GRUPO III	60	—	90	20	130	20	120	25	120	25	120	25

Pesaje. Cada siete días los animales se pesaron en ayunas, en una balanza con sensibilidad de 5 g.

Sensibilidad ovárica de las hembras. A las 14 semanas se procedió a separar los animales y a dejarlos en jaulas individuales para poder determinar, sin lugar a influencias extrañas, la sensibilidad ovárica a la gonadotrofina coriónica (orina de mujer gestante) (1, 2). Para este efecto se inyectó 10 cc. a las hembras de peso superior a 1 kg. y 5 cc. a las de peso inferior a este.

En el momento de ser sometidas a la reacción de Friedmann la edad de las conejas varió entre 127 y 146 días y su peso fluctuó entre 795 y 2.440 g.

Peso de las glándulas endocrinas y del esqueleto. Después del sacrificio el animal se pesó entero y se procedió a extraer las glándulas endocrinas, pesándolas en balanzas analíticas al 0,1 mg.

Los esqueletos fueron pesados luego de haber sido sometidos a los siguientes procedimientos:

- a) Se hirvió el cadáver por 40 a 45 minutos y se le descarnó;
- b) Se colocaron los huesos en una solución de agua oxigenada al 1 por 20 en agua destilada, durante 15 a 20 días;
- c) Se cepillaron los huesos y se dejaron secar por 5 a 7 días antes de ser pesados.

Composición de la dieta. Los animales fueron alimentados con trébol verde, pastos naturales verde y "scratch" para conejos, cuyos análisis pasamos en seguida a detallar:

P A S T O N A T U R A L
COMPOSICION MEDIA DE DOS ANALISIS

	TIPO A %	TIPO B %
Extracto seco	53.0	56.0
Humedad	47.0	44.0
Proteínas totales	10.9	9.1
Proteínas digestibles	7.3	7.5
Fibra cruda	22.0	16.4
Extracto etéreo	0.6	0.5
Elementos no nitrogenados	16.4	25.7
Fósforo	0.37	0.39
Calcio	0.18	0.13
Cenizas	3.06	4.28
Calorías (promedio de ambos pastos)	118	

S C R A T C H

MEZCLA DE AFRECHO. HARINA DE PESCADO Y OTROS

	%
Extracto seco	87.0
Humedad	13.0
Proteínas totales	20.5
Proteínas digestibles	14.9
Fibra cruda	8.4
Extracto etéreo	3.9
Elementos no nitrogenados	47.6
Fósforo	0.48
Calcio	0.33
Cenizas	6.72
Calorías	285

TABLA N° 2
VALOR ENERGETICO Y PROTEICO DEL REGIMEN ALIMENTICIO
DE LOS CONEJOS DE LOS DIFERENTES GRUPOS

	1ª y 2ª S.		3ª y 5ª S.		6ª a 8ª S.		9ª a 10ª S.		11ª a 15ª S.		16ª a 18ª S.	
	Cal.	Prot. g.	Cal.	Prot. g.	Cal.	Prot. g.	Cal.	Prot. g.	Cal.	Prot. g.	Cal.	Prot. g.
Raciones mínimas de alimentos ad libitum	175	10	384	22	757	43	785	45	964	56	964	56
Raciones consumidas por animales con pequeña restricción alimenticia	151	8	256	14	403	23	417	24	438	25	481	28
Raciones consumidas por animales con gran restricción alimenticia	71	4	163	9	211	12	213	12	213	12	213	12

La distribución de los animales al iniciarse la experimentación se hizo como sigue:

GRUPO I: 6 machos y 10 hembras
GRUPO II: 5 machos y 8 hembras
GRUPO III: 6 machos y 13 hembras

En el transcurso del experimento se produjeron muchas bajas por enfermedades infecciosas y por inanición en el grupo sometido a gran restricción alimenticia. Al final de él, es decir, a las 18 semanas, los diferentes grupos quedaron reducidos a 12 machos y 22 hembras, distribuidas así:

GRUPO I: 5 machos y 9 hembras (2 bajas)
GRUPO II: 5 machos y 6 hembras (2 bajas)
GRUPO III: 2 machos y 7 hembras (11 bajas)

Como la mortalidad del Grupo III fué muy alta entre los machos, se procedió a descartar sus resultados y se tomó en cuenta solamente a las hembras de los tres grupos.

RESULTADOS

Influencia de la producción alimenticia sobre el peso corporal.
La evolución del peso de los animales de cada uno de los grupos aparece en la Tabla N° 3. Como puede observarse, ya en la primera semana existe una diferencia entre el grupo con gran restricción alimenticia con respecto a los otros dos, y después de la cuarta semana se separan claramente el grupo con alimentación ad libitum del grupo con pequeña restricción. Estas diferencias tienden a exagerarse, como era de esperar, a medida que progresa el experimento.

TABLA N° 3

EVOLUCION DEL PESO DE LAS CONEJAS EN LAS PRIMERAS
SEIS SEMANAS DEL EXPERIMENTO

Plan	S E M A N A S						
	0 g.	1 g.	2 g.	3 g.	4 g.	5 g.	6 g.
Ad libitum	359±35	437±50	505±50	681±53	815±49	918±75	1077±70
Pequeña restricción	448±43	475±38	529±45	640±64	722±43	794±53	902±52
Gran restricción	410±35	406±34	425±43	485±49	508±40	554±42	602±43

Influencia de la restricción alimenticia sobre el peso del esqueleto.

En la Tabla N° 4 se encuentran los promedios del peso de los esqueletos de los animales en el momento de ser sacrificados a las 18 semanas de experimentación. En ella puede observarse que el peso de los esqueletos tenía diferencias significativas en los distintos planes en relación con la dieta.

TABLA N° 4

PESO PROMEDIO DE ESQUELETOS DE ANIMALES ALIMENTADOS CON
DIFERENTES CANTIDADES DE ALIMENTOS Y SU RELACION
CON EL PESO CORPORAL

Plan	Número de animales	Peso. Media y su error tipo g.			Peso esqueleto y peso corporal x10 ³		
			t ₁	t ₂		t ₁	t ₂
Ad libitum	6	94.5±4.7			48±1.1		
Pequeña restricción	6	67.3±4.8	4.0		45±2.1	1.3	
Gran restricción	6	42.9±2.7	9.3	4.2	49±2.4	0.3	1.2

Como puede apreciarse el peso del esqueleto sigue la misma evolución del peso corporal,, de tal modo que la relación entre estas cifras tienen el mismo valor de los tres grupos.

Influencia de la restricción alimenticia sobre la hipófisis. Se presentan en la Tabla N° 5 los valores promedios del peso de la hipófisis de cada animal así como su relación con el peso corporal. Estos resultados muestran que el peso de la hipófisis está en estrecha relación con el peso corporal en los tres grupos de animales.

TABLA N° 5

PESO PROMEDIO DE HIPOFISIS DE ANIMALES ALIMENTADOS CON
DIFERENTES CANTIDADES DE ALIMENTOS Y SU RELACION
CON EL PESO CORPORAL

Plan	Número de animales	Peso. Media y su error tipo g.			Peso físico hipófisis: $\times 10^6$ peso corporal		
			t_1	t_2		t_1	t_2
Ad libitum	7	18 ± 0.9			9 ± 0.7		
Pequeña restricción	6	14 ± 1.9	1.9		9 ± 1.5	0.0	
Gran restricción	7	11 ± 1.4	4.1	0.12	11 ± 1.6	1.1	0.95

Influencia de la restricción alimenticia sobre la tiroides. En la Tabla N° 6 se muestra la media aritmética y su error tipo de los pesos de las glándulas tiroides de las conejas de los tres grupos experimentales, así como su relación con el peso corporal. Como puede apreciarse, el peso de la tiroides es sensiblemente igual en los dos primeros grupos, en cambio el peso de la tiroides del tercer grupo es significativamente más bajo que en los anteriores.

En relación con el peso corporal la tiroides parece crecer más que la masa corporal cuando la restricción alimenticia no es muy importante. Así en los animales con pequeña restricción el peso relativo de la tiroides es significativamente más alto. En cambio, en el grupo de gran restricción este valor es del mismo orden que en los de alimentación ad libitum.

TABLA N° 6

PESO PROMEDIO DE TIROIDES DE ANIMALES ALIMENTADOS CON
DIFERENTES CANTIDADES DE ALIMENTOS Y SU RELACION
CON EL PESO CORPORAL

Plan	Número de animales	Peso. Media y su error tipo mg.			Peso tiroides: x10 ⁶ peso corporal		
			t ₁	t ₂		t ₁	t ₂
Ad libitum	7	137±15			69±5		
Pequeña restricción	6	147±9	0,55		99±5	4,3	
Gran restricción	5	70±7	4,19	7,00	77±7	0,94	2,61

Influencia de la restricción alimenticia sobre las suprarrenales.
Los pesos promedios de suprarrenales y la relación con el peso corporal están contenidos en la Tabla N° 7. En ella puede observarse que el peso de las suprarrenales disminuye con la restricción grave de alimentos y no se modifica con la restricción leve.

El análisis de los valores de la relación peso suprarrenales-peso corporal en los diferentes planes alimenticios permite observar que el crecimiento de las suprarrenales se hizo en proporción mayor que el crecimiento corporal. En efecto, este valor es significativamente más alto en aquellos grupos en que la alimentación se ha restringido, que en los animales que recibían alimentación ad libitum.

TABLA N° 7

PESO PROMEDIO DE SUPRARRENALES DE ANIMALES ALIMENTADOS CON
DIFERENTES CANTIDADES DE ALIMENTOS Y SU RELACION
CON EL PESO CORPORAL

Plan	animales de Número	mg. error tipo Media y su Peso.			Pesos suprarrenales: x10 ⁶ peso corporal		
			t ₁	t ₂		t ₁	t ₂
Ad libitum	7	221±19			116±11		
Pequeña restricción	6	235±11	0,63		160±9	3,5	
Gran restricción	7	182±12	1,69	3,31	209±16	4,79	2,72

Influencia de la restricción alimenticia sobre los ovarios. En la Tabla N° 8 se señalan los promedios obtenidos del peso de los ovarios de las conejas de los diversos planes al cabo de 18 semanas de experimentación y la relación peso ovarios-peso corporal. En ella puede apreciarse que el peso de los ovarios disminuye con la restricción grave de alimentos. Sin embargo, como en el caso de las suprarrenales el peso de estas glándulas aumentó relativamente más que el peso corporal, pues el valor de esta relación crece en relación con la restricción alimenticia.

TABLA N° 8

PESO PROMEDIO DE OVARIOS DE ANIMALES ALIMENTADOS CON
DIFERENTES CANTIDADES DE ALIMENTOS Y SU RELACION
CON EL PESO CORPORAL

Plan	animales de Número	mg. error tipo Media y su Peso.			Peso ovarios: x10 ³ peso corporal		
			t ₁	t ₂		t ₁	t ₂
Ad libitum	7	405±54			212±29		
Pequeña restricción	6	347±71	0.65		228±38	0.33	
Gran restricción	7	283±35	1.87	0.81	317±34	2.33	1.7

Influencia de la restricción alimenticia sobre la maduración sexual. Como puede observarse en la Tabla N° 9 no se observó un retardo en la época de la maduración sexual, manifestada por la sensibilidad ovárica a la gonadotrofina coriónica, en los animales con gran restricción alimenticia.

TABLA N° 9

REACCIONES DE LAS CONEJAS A LA GONADOTROFINA CORIONICA

Plan	Valor de la reacción	Edad en que fué leída la reacción		
		130 días	135 días	149 días
Ad libitum:	Positiva	4	1	2
	Negativa	0	0	0
Pequeña restricción:	Positiva	4	1	1
	Negativa	0	0	0
Gran restricción:	Positiva	4	1	2
	Negativa	0	0	0

Causas de muerte. En los grupos I y II la mortalidad fué baja alcanzando al 12,5 y 15,3% del total de animales de los grupos, respectivamente. En el grupo III, en cambio, las bajas fueron del orden del 57,8% del total de los animales del grupo.

En lo que respecta a las causas, al analizarlas, se observa que en los grupos I y II las únicas fueron enfermedades infecciosas y en el grupo III, en cambio, sólo la cuarta parte de las muertes fueron por enfermedades infecciosas; en el resto no se encontró otra causa que la inanición.

DISCUSION

De los resultados obtenidos de la evolución de peso de los conejos sometidos a diferentes raciones alimenticias en las dos primeras semanas, se deduce que el aporte calórico de los dos primeros planes (ad libitum y pequeña restricción) en este lapso fué suficiente, puesto que todos los animales de estos dos planes aumentaron de peso y las diferencias observadas entre ellos no fueron significativas. En el grupo III, en cambio, los animales empiezan a aumentar su peso solamente después de la tercera semana y es también en esta época cuando las diferencias con los otros dos planes se hacen francas, en cambio, los animales ad libitum sólo muestran diferencias de importancia al final de la sexta semana.

Es importante hacer notar que los animales con raciones con gran restricción, que no murieron durante las primeras 5 semanas, sobrevivieron hasta el final de la investigación (18 semanas) lo que indica que ellos estaban mejor dotados para resistir la restricción de alimentos.

Son interesantes las modificaciones del peso de las glándulas endocrinas estudiadas, en relación con la diferente cantidad de alimento ingerido por los conejos.

En general, se observó que hipófisis, tiroides, suprarrenales y ovarios disminuyen su peso con la restricción grave de los alimentos.

Ahora bien, si analizamos los valores encontrados para la relación peso glandular-peso corporal de los diferentes grupos alimenticios se observa en general que las suprarrenales, ovarios y tiroides crecen en proporción mayor que la masa corporal, ya que a la misma cantidad de masa corporal, corresponde mayor peso glandular; para los ovarios se encuentran diferencias significativas al comparar los animales con gran restricción alimenticia con los de pequeña restricción y con los animales con raciones *ad libitum*.

Es interesante destacar que la tiroides de los animales sometidos a plan de gran restricción en relación al peso corporal, no creció como la de los animales de pequeña restricción, fenómeno que podría atribuirse a que en los animales de pequeña restricción, se tendría un déficit del aporte de yodo, lo que produce mayor crecimiento de la glándula. En cambio en los animales de gran restricción el déficit de yodo no se manifiesta porque lo es también de otras sustancias nutritivas necesarias para el crecimiento de la glándula.

Para la hipófisis los resultados obtenidos indican existencia de paralelismo en el crecimiento tanto de la masa corporal como de la hipófisis. Aquí puede radicar la razón de las demás variaciones; ya que este hecho nos está revelando que la restricción de alimentos interfiere en el crecimiento de la hipófisis y de la masa corporal, pero no sería suficiente para disminuir la producción de gonadotrofinas, corticotrofina y tirotrofina, razón por la cual la tiroides, suprarrenales y ovarios pueden crecer más que la masa corporal.

En cuanto al esqueleto se observa que a pesar de la restricción de alimentos el animal dispone de las sustancias nutritivas necesarias para desarrollar paralelamente el esqueleto a la masa corporal.

Referente a las reacciones de Friedmann, podemos decir que en todos los casos, con excepción de los números 416 (gran restricción), 548 (pequeña restricción, murió antes de las 24 horas después de inyectada) y 398 (pequeña restricción) en las que sólo reaccionó un ovario en forma positiva, las conejas reaccionaron en forma notoria a la gonadotrofina coriónica.

SUMARIO

Se estudió la influencia de una deficiencia nutritiva global, sobre el desarrollo del conejo, apreciada por la evolución del peso corporal, del peso del esqueleto y de las glándulas endocrinas (hipófisis, tiroides, suprarrenales y ovarios).

Como índice de la actividad ovárica se estudió el momento de la maduración sexual, mediante el test de Friedmann.

Por los resultados obtenidos se observó que el peso corporal del esqueleto, de la hipófisis, de la tiroides, de las suprarrenales y de los ovarios disminuyen con la restricción grave de alimentos.

En lo referente a la relación con el peso corporal, el esqueleto y la hipófisis mantienen la misma relación, a pesar de la restricción de alimentos. La tiroides de los grupos con alimentación ad libitum y gran restricción es del mismo orden, en cambio en los con pequeña restricción crece en proporción mayor que la masa corporal. Las supra-renales aumentan en proporción mayor que la masa corporal con las restricciones leves y graves de alimentos. Los ovarios aumentaron relativamente más que la masa corporal. No se observó retardo en la sensibilidad ovárica.

En el grupo con raciones con gran restricción las bajas fueron significativamente más altas que en los otros grupos y sólo la cuarta parte de las muertes fueron producidas por enfermedades infecciosas y el resto por inanición. En los otros grupos, en cambio, estas fueron la única causa.

SUMMARY

We have studied the influence of the global nourishing deficiency in the development of the rabbit, as seen by the evolution of bodily weight, of the weight of the skeleton and the endocrin glands (hypophysis, thyroids, adrenals and ovaries).

As an index of the ovaric activity we have studied the moment of the sexual maturity through the Friedmann's test.

From the results obtained it was observed that the bodily weight of the skeleton, of the hypophysis, of the thyroids, of the adrenals and of the ovaries decrease with a severe restriction of the food.

With regard to the relationship with the bodily weight, the skeleton and the hypophysis maintain the same relationship in spite of restriction of food.

The thyroids of the groups with ad libitum nourishment and those with greatly restricted nourishment is of the same type whereas in those with a slight restriction it grows in greater proportion than the bodily mass. The adrenals increase in greater proportion than the bodily mass. No delay in the ovaries sensibility was observed.

In the group with greatly restrictive rations, the deaths were meaningfully higher than in the other groups and only one fourth of the deaths were produced by infections diseases and the rest by inanition. In the other groups, on the other hand the latter was the only cause.

BIBLIOGRAFIA

- 1.—FUENZALIDA, E. — "Técnica y detalles de la práctica de la reacción de Friedmann en el uso veterinario". Bol. de la Soc. Med. Vet. de Chile 1 (4 y 5): 23-29, 1938.
- 2.—HOUSSAY, B. A. — "Fisiología humana" 801, 1946.
- 3.—KIBLER, H. H.; BERGMAN, A. J. y TURNER, C. W. — "Pituitary weight growing New Zeland white rabbits in relation to live weight". Endocrinology 31: 59, 1942.
- 4.—MIXNER, J. P.; BERGMAN, J. P. y TURNER, C. W. — "Relation of certain endocrine glands to body weight in growing and mature guinea pigs". Endocrinology 23: 298, 1943.