

TRABAJOS DE INVESTIGACION

El valor nutritivo de una salchicha tipo Frankfurt, preparada utilizando harina de semilla de algodón como relleno

ENSAYO BIOLÓGICO DE SU VALOR SUPLEMENTARIO
PARA DIETAS DE CEREALES

J. DUCKWORTH y A. A. WOODHAM
The Rowett Research Institute. Aberdeen. Scotland.

En dos informes (1), (2), remitidos a los Gobiernos de Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá, se recomendó, entre otros puntos, la adopción de medidas tendientes a incrementar la producción ganadera, la industria asociada de elaboración de carnes y la producción algodonera en aquella región. Se señaló asimismo, tanto en dichos informes como en las conversaciones celebradas con los señores ministros y funcionarios, que la producción de la semilla de algodón obtenida de la actual producción algodonera era superior a la demanda local, y que por tal motivo era exportada, aunque existían valiosas razones para conservarla en la región e incluso producir más aún, partiendo de una mayor producción de algodón.

Se observó así que existía la posibilidad de producir una mayor cantidad de aceite de semilla de algodón por el método de la hidrogenación, substituyendo en tal forma las grasas importadas y obteniendo al mismo tiempo una harina de semilla de algodón de mejor calidad para forraje del ganado. Asimismo, se sugirió que las fábricas de aceite de semilla de algodón existentes, actualmente podrían producir con facilidad harina de semilla de algodón de alta calidad para su empleo en la alimentación humana y que los fabricantes de aceite de esa

región habían manifestado vivo interés por el incremento de su producción. Se puso de manifiesto el hecho de que, si una harina de semilla de algodón de este tipo, producida localmente, puede utilizarse como "rellenador" en los productos a base de carne, éstos pueden llegar a constituir una fuente económica de proteínas para los sectores menos favorecidos de la población, los cuales ya consumen considerables cantidades de dichos productos.

Se observó que, en cualquier matadero, la distribución de las carnes de calidad inferior de vacas o toros viejos, así como la de recortes de carnes de mejor calidad, constituye siempre un problema, y que la utilización de este material para la producción de harina de carne y hueso, para alimento del ganado, no se justificaba en aquellas regiones donde la población carece de proteínas dietéticas de bajo precio. Se aconsejó, por lo tanto, la realización de un estudio por parte de un experto en alimentación, para hallar la forma de combinar la carne de calidad inferior con la harina de semilla de algodón, que permita elaborar productos de bajo precio, pero de alto valor nutritivo, parecidos a los productos de carne de buena aceptación entre los sectores menos favorecidos de la población.

Mucho ya se ha hecho para llevar a la práctica estos proyectos efectuados por la señorita Elena Musmanno, como parte de su trabajo de Oficial Regional de Nutrición de la FAO, y por el señor John P. Allchin, del Instituto Centro-Americano de Investigaciones y Tecnología Industrial (ICAITI), quienes efectúan un estudio de los tipos de salchichas existentes en el mercado de América Central. Asimismo, se desarrolló un proyecto financiado conjuntamente por los Gobiernos de El Salvador y Guatemala y la FAO, para la elaboración de una salchicha del tipo Frankfurt, utilizando harina de semilla de algodón en vez de harina de trigo. Refiriéndose el presente informe a nuestros ensayos sobre el valor nutritivo de este tipo de salchicha, como fuente suplementaria de proteínas, agregado a dietas en las cuales el resto de las proteínas provienen de cereales combinados.

Los detalles sobre la elaboración, la preparación y los ensayos de aceptabilidad de las salchichas serán publicados oportunamente en un próximo artículo (3).

A primera vista, podría parecer innecesario el llevar a cabo ensayos en animales para estudiar el valor nutritivo de un

tipo de salchicha que contiene carne de vaca y harina de semilla de algodón, ya que es conocido que la proteína contenida en ambos ingredientes es buena. Sin embargo, como en todos los casos en que las proteínas son sometidas al calor se tiene el riesgo de perjudicar su valor nutritivo, siendo el peligro tanto mayor cuanto más alta es la temperatura y cuando determinadas substancias están presentes en la mezcla; por lo tanto, es conveniente, antes de recomendar el uso de cualquier producto nuevo, efectuar los ensayos previos para asegurarse de que no se ha perjudicado el valor nutritivo de la proteína.

Para el momento de realizar el presente ensayo se estaba estudiando en nuestro Instituto el valor nutritivo de los concentrados de proteínas de hojas verdes. El proceso de extracción de las proteínas a partir de las hojas verdes ha sido desarrollado en Rothamstead por el señor N. W. Pirie. En vista del interés actual por esta fuente de proteínas para su uso en la alimentación humana y animal, se ha considerado útil el publicar, a título comparativo y de información, los resultados obtenidos en este Instituto con un producto seco comercial elaborado a partir del trigo en fase de crecimiento.

MATERIAL ENSAYADO

El señor Allchin y la señorita Musmanno elaboraron una variedad de salchichas en el Matadero Nacional de la ciudad de Panamá y después de ensayar varias fórmulas, que sólo diferían entre sí por pequeñas modificaciones en la proporción de los ingredientes; eligiéndose una fórmula definitiva y seguidamente, el trabajo se encaminó a buscar diferentes formas de elaboración. Fundamentalmente, la preparación utilizada en la etapa final fue la siguiente:

Carne magra de vaca	34,5 %
Grasa de cerdo	10,0 %
Harina de semilla de algodón	14,0 %
Hielo	35,5 %
Aditivos	6,0 %

Una muestra congelada de salchichas preparadas según la fórmula P (vii), se envió por vía aérea a Aberdeen. La elaboración de las salchichas incluyó el ahumado durante 30 minutos en un horno a una temperatura de 185° - 190°F. (85° -

88°C.). El contenido de proteínas calculado para la mezcla cruda de la salchicha fue del 14,16%, así repartido:

34,5% de carne magra de vaca con un contenido del 17,8% de proteínas	6,14
14% de harina de semilla de algodón, con un contenido del 54,7% de proteínas	7,66
10% de grasa de cerdo con un contenido del 3,6% de proteínas	0,36
	14,16%

La pérdida registrada durante la elaboración fue del 9,8%.

EXPERIMENTO EN ANIMALES

Cada salchicha se cortó en lonjas de unos 5 mm. de espesor, las cuales se secaron al vacío a una temperatura inicial de 40°C. y una temperatura de 60°C. al finalizar el proceso. Se molió luego el producto desecado, y el polvo grueso resultante presentó una humedad del 8,04% con un contenido de proteínas del 42,1%. Este último era equivalente al 45,8% de proteínas sobre base seca ó 16,0% de proteínas en la salchicha tal como se recibió, según lo previsto de acuerdo con la composición de las materias primas y de las pérdidas debidas a la elaboración.

Para determinar el valor nutritivo de la proteína de las salchichas se procedió a un ensayo, tomando junto con la muestra del concentrado de proteína de hojas secas, tres productos de referencia para fines de comparación, a saber: leche descremada en polvo, harina de semilla de algodón y harina de cacahuete. Estos materiales de referencia fueron seleccionados entre nuestras existencias de concentrados de proteínas, con los cuales previamente se habían efectuado ensayos de crecimiento en pollos y cada uno de los cuales representaba, dentro de su género, el producto que había dado en este bio-ensayo el valor más alto. A continuación se especifican las características correspondientes:

Leche descremada en polvo.—De las 23 muestras que ha-

bían dado en el bio-ensayo un valor medio de 87 unidades* y un margen de variación entre 65 y 101 unidades; se escogió la muestra cuyo valor era de 97 unidades.

Harina de semilla de algodón.—De las 17 muestras que habían dado en el bio-ensayo un valor medio de 47 unidades y un margen de variación entre 19 y 88 unidades, se utilizó la que había dado un valor de 88 unidades. Esta constituyó una muestra especialmente elaborada por el Dr. Aaron M. Altschul, del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, para nuestros estudios sobre la variabilidad debida a una elaboración inadecuada, en el valor nutritivo de los concentrados de proteínas.

Harina de cacahuete.—De 20 muestras que dieron en el bio-ensayo un valor medio de 46 unidades y un margen de variación entre 32 y 64 unidades, se utilizó la muestra que dio el valor de 64 unidades.

La composición de las dietas utilizadas en este experimento se indican en el cuadro N^o 1. El contenido proteico de cada dieta fue del 11,4%, del cual el 5% procedía de los tres cereales y el 1,4% de la levadura seca; el 5% restante se aportó mediante una cantidad apropiada de la fuente proteica en ensayo. Por contener la salchicha un alto contenido de grasa se añadió a cada una de las otras cuatro dietas un 3,1% de aceite de cacahuete de tal manera que el contenido en energía metabolizable de cada una de las cinco dietas resultó aproximadamente igual. Las cantidades de CaCO_3 y CaHPO_4 añadidas, fueron las requeridas para igualar los contenidos en Ca y P de las dietas, añadiéndose almidón de maíz para completar las 100 partes de cada dieta.

Las cinco dietas se distribuyeron al azar entre ratas recién destetadas provenientes de 8 camadas de 8 animales cada una, en razón de 16 animales para cada una de las dietas a base de leche descremada en polvo, harina de semilla de algodón y concentrados de proteínas de hojas, y 8 animales para cada dieta de salchicha y harina de cacahuete. Los animales se alojaron en jaulas individuales, suministrándoseles alimentación *ad libitum* en cantidades conocidas y pesándose luego el desperdicio con el fin de determinar los consumos netos. La duración del experimento fue de cuatro semanas a partir del

* Este ensayo mide el valor nutritivo de un gramo de proteína, comparado con una muestra normalizada de caseína, cuyo valor es de 100 unidades por gramo.

momento en que los animales llegaron a los 27 ó 28 días de edad. Los mismos se destetaron a los 23 días, con un período de cuatro o cinco días para que se acostumbraran a la cautividad individual.

RESULTADOS EXPERIMENTALES

En el cuadro N^o 2 se presentan los resultados correspondientes al promedio de ingestión de los diferentes tipos de alimentos consumidos y al aumento de peso de los animales durante las cuatro semanas que duró el experimento, conjuntamente con el análisis estadístico de dichos resultados, pudiéndose deducir las siguientes conclusiones:

- 1.—Se registraron diferencias importantes en las cantidades de alimentos ingeridos por las ratas machos con las diferentes dietas, siendo consumida con preferencia aquella que contenía salchichas.
- 2.—Las mismas diferencias, aproximadamente, se encontraron en las ratas hembras, aunque la preferencia por la dieta de salchicha no fue tan pronunciada como en los machos.
- 3.—Los aumentos de peso en las ratas machos sometidas a la dieta de salchicha fueron similares a los correspondientes a la dieta de leche descremada; igualmente, los aumentos de peso de los machos sometidos a la dieta de concentrado de proteína de hojas y de harina de semilla de algodón fueron muy parecidos; mientras que el crecimiento de las ratas machos sometidas a la dieta de cacahuets fue el más bajo.
- 4.—Los aumentos de peso de las ratas hembras sometidas a dietas de leche descremada en polvo, salchichas, concentrado de proteínas de hojas y harina de semilla de algodón fueron bastante parecidos, y prácticamente iguales desde el punto de vista estadístico. Los aumentos de peso de las ratas de ambos sexos sometidos a la dieta de harina de cacahuete fueron los más bajos.

En el cuadro N^o 3 se presenta el Coeficiente de Eficiencia Proteica (aumento de peso en gramos, por cada gramo de proteína ingerida) para machos y hembras, después de dos y cuatro semanas de dieta. Se deducen las siguientes conclusiones:

- 1.—El Coeficiente de Eficiencia Proteica (CEP) disminuyó en los machos sometidos a la dieta de salchichas, pudiendo situarse entre el CEP de la dieta de leche descremada en polvo y el de la semilla de algodón; con dietas de 2 y 4 semanas.
- 2.—El CEP correspondiente a la dieta de proteína de hojas en los machos fue igual a los de la dieta de salchicha después de 4 semanas de dieta, aunque el valor fue bastante más bajo a las 2 semanas.
- 3.—El CEP correspondiente a la dieta de harina de cacahuete en los machos fue bajo tanto a las dos como a las cuatro semanas.
- 4.—El CEP correspondiente a la dieta de salchichas fue igual, en las hembras, al de la dieta de leche descremada, tanto a las dos como a las cuatro semanas.
- 5.—En las hembras, el orden en que disminuyeron los CEP correspondientes a las dietas de concentrado de proteínas de hojas, harina de semilla de algodón y harina de cacahuete fue igual que en los machos, pero las diferencias entre una y otra dieta fueron menores tanto a las dos semanas como a las cuatro. En cuanto a los machos, la dieta de concentrado de proteínas de hojas dio a las cuatro semanas un CEP parecido al de la dieta de salchichas, aunque se mantuvo significativamente más bajo a las dos semanas.

Además, en el mismo cuadro N^o 3 puede apreciarse también el valor proteico bruto de la leche descremada en polvo, de la harina de semilla de algodón y de la harina de cacahuete, según nuestros bio-ensayos con los pollos, referidos más arriba. Como puede notarse, estos tres suplementos de proteínas corresponden al mismo orden, tanto para los pollos como para las ratas. Aunque no se determinó el valor proteico bruto del concentrado de proteínas de hojas, se supone que el mismo sea de 86. según recientes ensayos efectuados con materiales análogos. Por supuesto que no existe concordancia entre los valores de este material para los pollos y las ratas, ya que con respecto a las ratas machos la proteína de hojas fue considerablemente superior a la de harina de semilla de algodón, aunque en los pollos fue aproximadamente igual. Hemos llevado a cabo extensos estudios con cerdos, en los que se ha demos-

trado que los concentrados de proteína de hojas poseen un valor nutritivo más alto de lo que puede suponerse en base a los bio-ensayos realizados con pollos.

DISCUSION

Debido a que más de un 50% de las proteínas de las salchichas fueron aportadas por la harina de semilla de algodón y el resto de fuentes animales, es de suponer que su valor nutritivo se halla comprendido entre los correspondientes a la leche descremada en polvo y a la harina de semilla de algodón, lo que en efecto se comprobó en nuestros experimentos con ratas machos. Por lo contrario, resulta mucho más difícil de distinguir la diferencia entre los valores nutritivos de las diferentes fuentes de proteínas en las ratas hembras, pues por razones no muy claras aún, éstas no mostraron en nuestros experimentos diferencias tan marcadas como en el caso de los machos. Sin embargo, debido a que, al contrario de estos últimos, mostraron una mayor preferencia por las proteínas de las salchichas con relación a las demás proteínas que se les suministraron, los datos obtenidos para las ratas hembras corroboran los obtenidos para los machos, de que la calidad de la proteína de las salchichas es más elevada.

Evidentemente, el proceso de preparación de las salchichas, el cual incluye la picada y mezcla de los materiales durante 15-20 minutos a una temperatura de 50°F. (10°C.) o menos, y el ahumado por 30 minutos a una temperatura de 185-200°F. (85°-93°C.), no daña seriamente la calidad de la proteína. El hecho de que los resultados indican que los valores de las proteínas nutritivas de este producto son elevados de acuerdo con las previsiones, es una prueba de las buenas condiciones del procedimiento.

Debe subrayarse que las salchichas se ensayaron comparativamente con tres fuentes de proteínas que ya anteriormente habían demostrado poseer elevados valores nutritivos para el crecimiento de los pollos. La comparación fue, pues, más rigurosa que si se hubiera efectuado con sustancias de referencia elegidas al azar y de valor nutritivo desconocido. Debe observarse también que se trata de un ensayo realizado con el fin de estudiar las fuentes de proteínas suplementarias en las dietas a base de cereales.

Como este nuevo tipo de salchicha contiene aproximadamente una tercera parte más de proteínas que las de tipo Frankfurt, es sin duda más aceptable y puede producirse a un costo inferior al tipo convencional, siendo las perspectivas, al parecer, bastante favorables.

El concentrado de proteína de hojas ensayado al mismo tiempo también indicó un alto valor nutritivo.

RESUMEN

Se ensayó el valor nutritivo como fuente de proteínas suplementarias a dietas de cereales, de salchichas tipo "Frankfurt", preparadas con 34,5% de carne y el 14% de harina de algodón como ingredientes proteicos.

Se usaron ratas como animal experimental. Los resultados se compararon con los obtenidos con dietas a base de leche descremada, concentrado de proteína de hojas, harina de semilla de algodón y harina de cacahuete.

Cada dieta contenía el 11,4% de proteína, de la cual el 5% provenía del material de ensayo y el resto (6,4%) de cereales mixtos y levadura.

El aumento de peso de ratas machos con la dieta de salchichas fue similar al logrado con la dieta de leche descremada, y superior al de los grupos que recibieron dietas de concentrado de hojas, de semilla de algodón y de harina de cacahuete. Esta última provocó el crecimiento más deficiente.

Los ensayos en las ratas hembras no permitieron distinguir estadísticamente entre las dietas a base de salchicha, leche descremada, concentrado de hojas y harina de algodón, pero la de cacahuete fue de nuevo inferior a las otras cuatro.

Con ratas machos, el Coeficiente de Eficiencia Proteica (CEP) de la dieta de salchichas y de la dieta de concentrado de hojas fueron iguales (a las 4 semanas de ensayo). La dieta de leche descremada dio un CEP superior y las de semilla de algodón y cacahuete, inferior a las dos dietas anteriores.

Con ratas hembras el CEP de la dieta de salchicha fue similar al de la dieta de leche descremada. Las otras dietas mostraron CEP interiores en el mismo orden decreciente que para las ratas machos.

SUMMARY

Frankfurter sausages containing 34.5% meat and "extended" with 14% cottonseed flour were fed to rats at a 5% level as a source of supplementary protein, added to a basal diet containing 6.4% of protein from cereal grains and yeast. Weight gains of male rats on the sausage diet were similar to those on a dried skimmed milk diet, less on diets containing leaf protein concentrate and cottonseed meal and least on groundnut meal. In female rats, weight gains were statistically indistinguishable on dried skimmed milk, sausage, leaf protein concentrate or cottonseed meal diets, and, as for male rats, poorest on groundnut meal. The Protein Efficiency Ratio (PER) for male rats on the sausage diet fell midway between those for dried skimmed milk and cottonseed meal diets; for sausage and leaf protein concentrate the PERs were similar, and low for the groundnut diet. For females, the PERs were similar on the sausage diet and the skimmed milk diet. The order of diets containing leaf protein concentrate, cottonseed meal and groundnut meal was the same as for males but with less difference between them.

CUADRO N° 1

INGREDIENTES DE LA MEZCLA BASICA A LA QUE SE AÑADIERON
LOS SUPLEMENTOS RICOS EN PROTEINAS SOMETIDOS A ENSAYO

Material	Por cada 100 gr. de dieta
Ingredientes invariables:	
Cebada molida	18,8 gr.
Harina de trigo	18,6 "
Maíz molido	18,8 "
Azúcar	10,0 "
Levadura seca	3,0 "
NaCl	0,7 "
Vitamina A	1,6 mg.
Vitamina D	0,008 "
Pantotenato de calcio	0,5 "
Cobalamina	2,5 μ g.
Piridoxina	0,5 mg.
Riboflavina	0,5 "
Tiamina HCl	0,25 "
Ingredientes variables:	
Fuente de proteínas sometida a ensayo	. . .
Aceite de cacahuete	. . .
Almidón de maíz	. . .
CaCO ₃	. . .
CaHPO ₄	. . .

CUADRO N° 2

PROMEDIOS DE ALIMENTOS INGERIDOS Y PROMEDIOS DE AUMENTO DE PESO, DURANTE CUATRO SEMANAS, DE LAS RATAS ALIMENTADAS CON DIETAS QUE CONTIENEN LECHE DESCREMADA EN POLVO, SALCHICHA, CONCENTRADO DE PROTEINAS DE HOJAS, HARINA DE SEMILLA DE ALGODON Y HARINA DE CACAHUETE, COMO FUENTES DE PROTEINAS SUPLEMENTARIAS. CON LOS ERRORES STANDARD DE LOS PROMEDIOS

Dieta	Promedio de alimentos ingeridos (en seco)		Promedio de aumento de peso	
	Machos	Hembras	Machos	Hembras
	gr.	gr.	gr.	gr.
Leche descremada en polvo	350 ± 8	304 ± 8	118 ± 2,9	83 ± 2,9
Salchichas	378 ± 12	326 ± 12	111 ± 4,0	88 ± 4,0
Concentrado de proteína de hojas	333 ± 8	299 ± 9	96 ± 2,7	78 ± 3,0
Harina de semilla de algodón	354 ± 8	318 ± 13	89 ± 2,7	82 ± 3,0
Harina de cacahuete	333 ± 9	305 ± 10	71 ± 4,7	70 ± 3,6

ANALISIS ESTADISTICOS:

	<u>Alimentos ingeridos</u>	<u>Aumento de peso</u>
Tratamiento × interacción de sexo	N. S.	* * *
Diferencias de tratamiento	{ Machos * ‡ Hembras ‡	{ * * * *

N. S. = No significativo
 ‡ = No significativo, pero $P < 0,1$
 * = Significativo, $P < 0,05$
 * * * = Significativo, $P < 0,001$

CUADRO Nº 3

COEFICIENTES DE EFICIENCIA PROTEICA DETERMINADOS EN RATAS, DE DIETAS QUE CONTIENEN LECHE DESCREMADA EN POLVO, SALCHICHA, CONCENTRADO DE PROTEINA DE HOJAS, HARINA DE SEMILLA DE ALGODON Y HARINA DE CACAHUETE, COMO FUENTES DE PROTEINAS SUPLEMENTARIAS, DESPUES DE 2 Y 4 SEMANAS DE ALIMENTACION, CON LOS ERRORES STANDARD DE LOS PROMEDIOS

Dieta	Valor Proteico bruto	COEFICIENTE DE EFICIENCIA PROTEICA *			
		2 semanas de dieta		4 semanas de dieta	
		Machos	Hembras	Machos	Hembras
Leche descremada en polvo	Unidades 97	2,70 ± 0,06	2,27 ± 0,06	2,68 ± 0,06	2,17 ± 0,06
Salchicha	. . .	2,35 ± 0,09	2,35 ± 0,09	2,29 ± 0,08	2,12 ± 0,08
Concentrado de proteina de hojas	(86) ‡	2,16 ± 0,06	1,99 ± 0,07	2,26 ± 0,05	2,06 ± 0,06
Harina de semilla de algodón	88	1,96 ± 0,06	1,90 ± 0,07	1,97 ± 0,05	1,94 ± 0,06
Harina de cacahuete	64	1,68 ± 0,10	1,83 ± 0,08	1,75 ± 0,09	1,81 ± 0,07

* Coeficiente de Eficiencia Proteica = aumento de peso en gramos, por gramo de proteínas ingeridas.

‡ Valor previsto.

ANALISIS ESTADISTICO:

	2 semanas de dieta	4 semanas de dieta
Tratamiento × interacción de sexo	‡	* *
Diferencias de tratamiento	Machos	* * *
	Hembras	* * *

‡ = No significativo, pero $P < 0,1$

* = Significativo, $P < 0,05$

* * = Significativo, $P < 0,01$

* * * = Significativo, $P < 0,001$

BIBLIOGRAFIA

- (1) Duckworth, J., y Musmanno, E.—Informe a los Gobiernos de Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá sobre política alimentaria y nutricional. Roma, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 1958. Informe FAO N° 857.
- (2) Duckworth, J., y Musmanno, E.—Informe a los Gobiernos de Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá sobre política alimentaria y nutricional. Roma. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Informe FAO N° 1025.
- (3) Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial (ICAITI). Monografía en preparación.