

Suplementación de caseína y de mezclas vegetales a base de harina de soya, con metionina, hidroxí análogo de metionina y vitamina B₆¹

RICARDO BRESSANI² Y SILVIA DE ZAGHI³
Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP),
Guatemala, C. A.

RESUMEN

Se realizaron varios experimentos en perros, con el propósito de establecer la posibilidad de mejorar el valor nutritivo de dietas basadas en proteína de origen animal o vegetal, deficientes en metionina, al suplementarse con el hidroxí análogo de la metionina. Un segundo objetivo fue determinar si el agregado de nitrógeno no esencial, por un lado, y de piridoxina, por el otro, producían algún efecto al usarse juntamente con el análogo de metionina. La respuesta de las diversas adiciones se midió utilizando el método de balance de nitrógeno y los cambios en cuanto al peso de los animales.

Los resultados indicaron que el análogo de metionina es capaz de reemplazar a la metionina como suplemento de proteínas de origen animal o vegetal deficientes en ese aminoácido azufrado. Tal efecto pudo determinarse claramente tanto en la retención de nitrógeno como en los cambios ponderales. No fue posible establecer ningún efecto adicional al agregar, a dietas ya suplementadas con metionina o con su análogo, piridoxina o nitrógeno no esencial, en forma de glicina.

1 La presente investigación se llevó a cabo con ayuda financiera de los Institutos Nacionales de Salud de los Estados Unidos de América (subvención No. AM-03811-07 NTN) y de la Fundación W. K. Kellogg, con sede en Battle Creek, Michigan, E.U.A.

2 Jefe de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del INCAP.

3 En la época en que se llevó a cabo este trabajo, la señora Zaghi era miembro del cuerpo de científicos de la citada División.

Publicación INCAP E-433.

Recibido: 21-8-1969

INTRODUCCION

Uno de los enfoques del problema de la desnutrición humana, orientados hacia su solución, ha sido el desarrollo y la elaboración de alimentos de alto contenido proteínico, usando proteínas de origen vegetal combinadas en proporciones que complementen con mayor eficacia los aminoácidos esenciales de cada uno de los componentes de su fórmula. Sin embargo, debido a deficiencias de ciertos aminoácidos, inherentes a la proteína vegetal o que son el resultado del proceso de elaboración, dichas mezclas son deficientes en ciertos aminoácidos, principalmente en lisina y metionina (1, 2), que las dietas rurales de consumo habitual generalmente contienen también en cantidades insuficientes.

Es necesario, por lo tanto, suplementar estos alimentos ricos en proteína con los aminoácidos en que son deficientes, sobre todo considerando que en los momentos actuales dichos suplementos son relativamente baratos. No menos importante, es posible que el efecto de complementación de la dieta con esa mezcla enriquecida sea mucho más benéfico.

Uno de los inconvenientes de la suplementación con aminoácidos, en particular con metionina, estriba en que tiene cierto olor o sabor desagradable. Sin embargo, estas características no son tan notorias en el hidroxí análogo de metionina, por lo que aun cuando ya se ha demostrado su eficacia como sustituto de la metionina, se consideró de interés investigar más a fondo la posibilidad de utilizarlo con ese propósito.

Las proteínas de origen vegetal se caracterizan, asimismo, por un alto porcentaje de aminoácidos no esenciales y por un mayor contenido de nitrógeno no proteico que las proteínas de origen animal. Varios investigadores han indicado que la adición de vitamina B₆ a proteínas complementadas con aminoácidos induce una mejor utilización de las mismas. Este hecho sugiere que dicho efecto se debe al importante papel que la vitamina B₆ desempeña en el metabolismo de la proteína en general, de los aminoácidos azufrados y, particularmente, en la síntesis de los aminoácidos no esenciales.

En consideración a lo expuesto, se juzgó importante determinar también si el agregado de vitamina B₆ inducía o no una mejora en la retención de nitrógeno de animales alimen-

tados con mezclas de proteínas vegetales, con y sin suplementos de aminoácidos.

MATERIAL Y METODOS

Estudios en perros

Se utilizaron 19 perros jóvenes que, antes de iniciar el experimento, fueron sometidos a tratamiento de desparasitación y vacunados contra el moquillo ("distemper"). Luego se alojaron en jaulas metabólicas de tela metálica para facilitar la recolección cuantitativa de heces y orina. Para el primero y segundo experimentos se usaron 4 perros (Nos. 121, 122, 123 y 124); para el tercero y cuarto se emplearon 6 (Nos. 125, 126, 127, 128, 129 y 130), y para el quinto ensayo, 7 (Nos. 131, 132, 133, 134, 135, 136 y 137). El peso inicial promedio de los perros, por experimento, así como la ingesta de proteína y de calorías en cada uno de los 5 ensayos, constan en el Cuadro N° 1.

Dietas

A efecto de decidir sobre la conveniencia de suplementar las dietas con el hidroxí análogo de metionina, en comparación con la metionina, se acordó someter a prueba dicha suplementación usando caseína, cuyo aminoácido limitante es la metionina. Así, se utilizó la dieta basal de caseína descrita en el Cuadro N° 2 que, por cálculo, contiene 23.0% de proteína y 424 Cal/100 g. Para ajustar la ingesta de calorías se usó la dieta libre de nitrógeno, cuya composición se detalla también en el mismo Cuadro.

Una vez comprobada la factibilidad de obtener respuesta a la suplementación de la dieta con el hidroxí análogo de metionina, se procedió al desarrollo de los experimentos usando la Mezcla Vegetal INCAP No. 14 (1); la base proteínica de ésta es la harina de soya, ingrediente cuya proteína, al igual que la caseína, es deficiente en el aminoácido metionina. Dicha dieta contiene, por cálculo, 21% de proteína y aproximadamente 424 Cal/100 g (Cuadro N° 2).

Plan de Estudio

Experimento No. 1

Se sometieron a estudio cuatro tratamientos: 1) la dieta basal de caseína; 2) la dieta basal suplementada con 0.20% de

CUADRO N° 1

PERROS INCLUIDOS EN EL ESTUDIO Y CONDICIONES EXPERIMENTALES

Experimento No.	Proteína estudiada	Perros No.	Peso inicial promedio kg	Ingesta de	
				Proteína g/kg/día	Calorías Cal/kg/día
1	Caseína	4	3.236	6	150
2	Caseína	4	4.857	4	125
3	MV 14	6	2.198	4	150
4	MV 14	6	4.065	4	120
5	MV 14	7	3.307	4	130

CUADRO N° 2

COMPOSICION DE LAS DIETAS UTILIZADAS EN EL ESTUDIO
(expresada en términos de porcentaje)

Ingredientes	Caseína	Dieta libre de Nitrógeno	MV 14 ¹
Caseína (libre de vitaminas)	25.0	-	-
Aceite hidrogenado	10.0	10.0	10.0
Minerales ²	2.0	2.0	2.0
Aceite de hígado de bacalao	1.0	1.0	1.0
Celulosa	3.0	3.0	-
Azúcar	15.0	15.0	-
Dextrina	7.0	32.0	0.9
Dextrosa	37.0	37.0	-
Mezcla Vegetal INCAP No. 14	-	-	86.0
Premix vitamínico ³	-	-	0.1
Total	100.0	100.0	100.0
Solución de vitaminas (ml) ⁴	5	5	5

¹ Los aminoácidos se agregaron a los niveles siguientes: L-lisina HCl, 0.20%; L-treonina, 0.20%; DL-metionina, 0.20%; sal de Ca hidroxí análogo de metionina, 0.20%, y glicina, 0.10%.

² Mezcla de minerales (Hegsted, D. M., R. C. Mills, C. A. Elvehjem & E. B. Hart. *J. Biol. Chem.*, 138: 459-466, 1941).

³ Contiene, por kg: vitamina A, 1,000,000 U.I.; riboflavina, 0.6 g; actividad de vitamina B₁₂, 1.0 mg; niacina, 3.0 g; d-ácido pantoténico, 1.0 g; colina, 30.0 g; vitamina D₃, 300,000 U.I.; vitamina E, 400 U.I., y menadiona, 0.05 g.

⁴ En los grupos en que se estudió el efecto de la vitamina B₆, ésta fue agregada o eliminada de la solución (Manna, L. & S. M. Hauge. *J. Biol. Chem.*, 202: 91-96, 1953).

CUADRO Nº 3

BALANCE DE NITROGENO E INCREMENTOS PONDERALES DE PERROS ALIMENTADOS CON CASEINA,
CON Y SIN EL SUPLEMENTO DE METIONINA Y SU HIDROXI ANALOGO

Tratamiento	Nitrógeno					Aumentos en peso g/balance
	Ingesta mg/kg/día	Fecal mg/kg/día	Orina m/kg/día	Absorbido mg/kg/día	Retenido mg/kg/día	
Caseína	926 ± 6.8	51 ± 9.3	419 ± 12.6	875 ± 13.5	456 ± 11.3	175 ± 9.1
+ DL-Metionina	925 ± 5.8	46 ± 5.0	374 ± 26.5	879 ± 6.1	506 ± 28.7	217 ± 22.9
+ L-OH Metionina	925 ± 5.5	37 ± 3.6	404 ± 31.4	888 ± 7.0	484 ± 30.5	206 ± 23.4
+ L-OH Metionina + glicina	924 ± 6.2	45 ± 11.2	365 ± 16.9	878 ± 15.4	513 ± 21.6	237 ± 26.4
Caseína	628 ± 1.2	35 ± 3.7	286 ± 12.7	593 ± 4.0	307 ± 12.5	160 ± 7.9
+ DL-Metionina	628 ± 1.5	30 ± 2.7	265 ± 18.2	598 ± 3.2	333 ± 16.2	199 ± 22.0
+ L-OH Metionina	629 ± 0.7	31 ± 2.8	286 ± 22.8	598 ± 2.6	312 ± 23.1	182 ± 25.9
+L-OH Metionina + glicina	627 ± 1.5	29 ± 2.3	280 ± 16.9	598 ± 1.9	319 ± 17.9	181 ± 17.9

DL-metionina; 3) la misma dieta con el agregado de 0.20% del hidroxí análogo de metionina, y 4) este último tratamiento más 0.10% de glicina. Después de preparadas, se analizaron por separado las cuatro dietas para establecer su contenido de proteína.

Los animales recibieron sus raciones una vez al día y en cantidades equivalentes a 6 g de proteína y 150 Cal/kg/día, ajustándose estas últimas con la dieta libre de nitrógeno. La ingesta de agua se mantuvo a 400 cc diarios. Las dietas fueron distribuidas al azar entre los animales y mantenidas durante un período de 8 días a manera de obtener dos balances de nitrógeno de 4 días cada uno, durante los cuales se hicieron colecciones cuantitativas de heces y de orina. Al término de cada período de 8 días las dietas se sometieron a rotación, asignándose cada una de ellas a otro perro, de manera que al finalizar el estudio todos los animales habían consumido todas las dietas.

Experimento No. 2

En este segundo estudio se emplearon las mismas raciones del experimento anterior, siguiéndose igual diseño en su ejecución y utilizando los mismos perros. La única diferencia estribó en que la ingesta de proteína se redujo a 4 g, y la de calorías a 125 Cal/kg/día. Los balances de nitrógeno se llevaron a cabo tal como se hizo en el estudio previo.

Experimento No. 3

Para su desarrollo se aplicaron los tratamientos siguientes: 1) Mezcla Vegetal INCAP No. 14, como dieta basal; 2) dieta basal suplementada con 0.20% de L-lisina HCl, 0.20% de L-treonina y 0.20% de DL-metionina; 3) dieta basal suplementada con los mismos niveles de lisina y treonina que la anterior y con 0.20% de L-OH metionina; 4) dieta igual a la tercera, salvo que se le agregó 0.10% de glicina, y 5) dieta basal de caseína.

Las raciones fueron distribuidas al azar entre los 6 perros, recibiendo cada 2 perros la misma dieta; sin embargo, al finalizar el estudio todos los animales habían consumido todas las dietas. Al igual que en los ensayos anteriores, se obtuvieron dos balances de nitrógeno cada 8 días, usando una ingesta de proteína de 4 g, y 120 Cal/kg/día.

Experimento No. 4

En este caso se sometieron a ensayo 6 tratamientos: 1) dieta basal; 2) la misma, pero suplementada con vitamina B₆ (0.3 mg/100 g); 3) dieta basal a la que se agregaron los mismos niveles de lisina, treonina o L-OH metionina que los usados en el experimento No. 3; 4) igual a la tercera, pero suplementada con vitamina B₆ (0.3 mg/100 g); 5) la dieta basal de caseína con el agregado de B₆, y 6) la misma dieta, pero libre de dicha vitamina.

De nuevo, las dietas fueron administradas al azar entre los 6 perros, haciéndose dos balances nitrogenados de 4 días cada uno, y de modo que a todos los perros se les administrasen los 6 tratamientos sometidos a estudio.

Experimento No. 5

Se aplicaron siete tratamientos, como sigue: 1) dieta basal con suplementación de B₆ (0.6 mg/100 g); 2) la misma dieta, sin ese suplemento; 3) dieta basal suplementada con 0.20% de DL-metionina más el agregado de B₆; 4) dieta igual a la anterior, pero sin B₆; 5) dieta basal suplementada con 0.25% de OH metionina con el agregado de B₆; 6) la misma dieta libre de la suplementación de B₆, y 7) dieta basal suplementada con 0.35% de OH metionina, pero sin vitamina B₆.

Este experimento se desarrolló de acuerdo al diseño descrito, salvo que cada tratamiento fue sometido a estudio durante 12 días a efecto de obtener 3 balances de nitrógeno de cuatro días por tratamiento.

Heces y Orina

Cada cuatro días se hizo una recolección completa, la cual fue homogeneizada por separado; luego se pesó o se midió su volumen, tomándose alícuotas para determinar su contenido de nitrógeno. La ingesta de proteínas y de calorías se ajustó cada 4 días en todos los experimentos.

RESULTADOS

Los hallazgos de los dos primeros ensayos, en los cuales se utilizó caseína como fuente de proteína, se resumen en el Cuadro N° 3. En la parte superior constan los datos obtenidos con una ingesta de nitrógeno de 925 mg/kg/día, y en la parte inferior los resultados que se observaron cuando la ingesta

fue de 628 mg de N/kg/día. En ambos estudios la adición de metionina indujo un aumento en la retención de nitrógeno, la cual fue más alta cuando la ingesta de ese elemento se hizo al nivel de 925 mg/kg/día. Lo mismo ocurrió al reemplazar la metionina por el hidroxí análogo. No obstante, esa respuesta fue muy pequeña y carente de importancia cuando la ingesta de nitrógeno fue de 628 mg. La adición de hidroxí análogo de metionina y de glicina se tradujo en una retención mayor que la obtenida sin este último suplemento, más notoria en el nivel alto de ingesta de proteína.

En el Cuadro N° 4 se dan a conocer los datos obtenidos usando la Mezcla Vegetal INCAP No. 14 como dieta basal (Experimento 3). Según puede notarse, la adición de lisina, treonina y metionina elevó los niveles de retención de nitrógeno sobrepasando los obtenidos con el tratamiento basal. Se logró una retención similar al reemplazar la metionina por su hidroxí análogo, con y sin agregado de glicina, pero en presencia de lisina y treonina. La dieta de caseína rindió retenciones más altas que las resultantes de la administración de la Mezcla Vegetal 14, con o sin el suplemento de aminoácidos.

Las observaciones recabadas en el cuarto experimento constan en el Cuadro N° 5. Como en el estudio anterior, la adición de lisina y treonina, así como del hidroxí análogo de metionina, aumentó la retención de nitrógeno, excediendo los niveles logrados con el tratamiento basal. El agregado de vitamina B₆, sin embargo, no alteró los resultados ni en el caso de la Mezcla Vegetal ni en el de la caseína.

Finalmente, en el Cuadro N° 6 se suman los datos correspondientes al último experimento. Según se observa, la adición de sólo metionina elevó la retención de nitrógeno por arriba de los niveles obtenidos con el tratamiento basal. Asimismo, el análogo usado en lugar de la metionina indujo retenciones de nitrógeno similares a las obtenidas con metionina, sobre todo al aplicar el análogo usado como suplemento al nivel de 0.35%. La adición de vitamina B₆ no produjo mejores resultados; incluso puede notarse que, como en el ensayo anterior, la retención fue menor al usarse este suplemento. Los datos referentes a incrementos en peso guardan una correlación bastante buena con los de balance de nitrógeno.

CUADRO Nº 4

BALANCE DE NITROGENO Y CAMBIOS PONDERALES EN PERROS ALIMENTADOS CON LA MEZCLA VEGETAL INCAP Nº 14, CON Y SIN EL SUPLEMENTO DE METIONINA Y SU HIDROXI ANALOGO

Tratamiento	Nitrógeno					Aumentos en peso g/balance
	Ingesta mg/kg/día	Fecal mg/kg/día	Orina mg/kg/día	Absorbido mg/kg/día	Retenido mg/kg/día	
Mezcla Vegetal INCAP 14	628 ± 1.7	137 ± 3.8	317 ± 24.6	491 ± 4.9	190 ± 15.0	68 ± 7.7
+ Lisina + Treonina + Metionina	625 ± 1.4	133 ± 9.3	260 ± 17.1	492 ± 9.2	231 ± 18.2	106 ± 15.7
+ Lisina + Treonina + L-OH Metionina	627 ± 2.5	129 ± 1.5	272 ± 13.0	498 ± 2.5	225 ± 11.8	118 ± 15.7
+ Lisina + Treonina + L-OH Metionina + Glicina	622 ± 1.3	130 ± 7.0	268 ± 15.3	492 ± 7.3	224 ± 13.8	124 ± 8.5
Caseína	648 ± 14.6	45 ± 2.9	259 ± 15.6	603 ± 12.8	344 ± 11.7	145 ± 17.2

CUADRO Nº 5

BALANCE DE NITROGENO Y CAMBIOS PONDERALES EN PERROS ALIMENTADOS CON LA MEZCLA VEGETAL INCAP Nº 14, CGN Y SIN EL SUPLEMENTO DE METIONINA, SU HIDROXI ANALOGO Y VITAMINA B₆

Tratamiento	Nitrógeno					Aumentos en peso g/balance
	Ingesta mg/kg/día	Fecal mg/kg/día	Orina mg/kg/día	Absorbido mg/kg/día	Retenido mg/kg/día	
Mezcla Vegetal INCAP 14	624 ± 2.1	146 ± 8.8	258 ± 12.7	478 ± 7.5	220 ± 15.6	102 ± 15.0
+ Vitamina B ₆	628 ± 2.9	145 ± 6.5	258 ± 12.9	483 ± 5.9	225 ± 14.9	99 ± 18.1
+ Lisina + Treonina						
+ L-OH Metionina	618 ± 4.2	144 ± 5.8	223 ± 15.3	475 ± 5.4	251 ± 17.6	131 ± 21.3
+ Lisina + Treonina						
+ L-OH Metionina						
+ Vitamina B ₆	626 ± 2.3	139 ± 5.9	236 ± 9.2	497 ± 9.7	259 ± 12.1	123 ± 22.1
Caseína	613 ± 3.7	35 ± 3.0	260 ± 22.4	578 ± 4.3	318 ± 18.8	197 ± 16.6
Caseína + Vitamina B ₆	616 ± 2.6	40 ± 2.8	270 ± 22.8	577 ± 4.4	306 ± 19.3	209 ± 24.6

CUADRO Nº 6

BALANCE DE NITROGENO Y CAMBIOS PONDERALES EN PERROS ALIMENTADOS CON LA MEZCLA VEGETAL INCAP Nº 14, CON Y SIN EL SUPLEMENTO DE METIONINA, SU HIDROXI ANALOGO Y PIRIDOXINA

Tratamiento	Nitrógeno					Aumentos en peso g/balance
	Ingesta mg/kg/día	Fecal mg/kg/día	Orina mg/kg/día	Absorbido mg/kg/día	Retenido mg/kg/día	
Dieta Basal	624 ± 3.2	128 ± 3.2	279 ± 14.6	496 ± 4.6	217 ± 12.4	119 ± 13.9
+ Vitamina B ₆	624 ± 3.1	128 ± 3.2	275 ± 14.9	496 ± 5.7	221 ± 12.9	113 ± 15.9
+ Metionina	623 ± 3.3	124 ± 3.2	252 ± 13.4	499 ± 4.9	247 ± 11.3	135 ± 12.8
+ Vitamina B ₆ + Metionina	624 ± 3.2	126 ± 2.5	251 ± 7.4	498 ± 4.9	247 ± 7.1	124 ± 8.8
+ Hidroxi análogo de Metionina ¹	623 ± 3.3	126 ± 3.2	259 ± 15.9	497 ± 5.7	238 ± 16.4	125 ± 11.2
+ Vitamina B ₆ + Hidroxi análogo de Metionina	622 ± 3.2	125 ± 3.1	264 ± 15.9	497 ± 4.3	233 ± 14.3	134 ± 9.7
+ Hidroxi análogo de Metionina ²	623 ± 3.1	126 ± 2.8	249 ± 14.2	497 ± 4.1	248 ± 14.4	133 ± 12.5

¹ Nivel de hidroxi análogo de metionina usado: 0.25%.

² Nivel de hidroxi análogo de metionina usado: 0.35%.

DISCUSION

Los resultados de estudios previos en ratas (3, 7) y en pollos (8, 14), en que los animales fueron alimentados con proteínas deficientes en metionina, corrigiéndose esta deficiencia con el hidroxí análogo de ese aminoácido, señalan la factibilidad de reemplazar la metionina por su análogo. Se usaron como parámetros de respuesta los aumentos ponderales y los índices de utilización de la proteína.

A los efectos de confirmar si esos mismos hallazgos se obtendrían en perros alimentados con proteína de origen vegetal, utilizando la técnica de balance de nitrógeno se realizaron ensayos preliminares con caseína para establecer la eficacia de dicha prueba como índice de utilización del hidroxí análogo de metionina. A pesar de que no se obtuvo una respuesta significativamente alta al suplementar la caseína con metionina, pudo apreciarse que el hidroxí análogo rendía una mayor retención de nitrógeno que el tratamiento basal, pero a un nivel inferior al obtenido con metionina. El agregado de nitrógeno no esencial, en forma de glicina, juntamente con el análogo, no mejoró la respuesta. Es posible que ello se haya debido a que la ingesta de nitrógeno fue alta, ya que el efecto del N no esencial sólo ha sido demostrado a ingestas bajas de proteína (15). Los efectos producidos tanto por la metionina como por el análogo también fueron evidentes en cuanto a ganancia ponderal.

En los experimentos con la Mezcla Vegetal No. 14, la adición de lisina, metionina y treonina se tradujo en un aumento de la retención de nitrógeno, hallazgo que corrobora los resultados de estudios en ratas (1). Asimismo, la sustitución de la metionina por su hidroxí análogo dio una respuesta parecida a la que produjo la metionina, hecho indicativo de que el análogo puede reemplazar a ésta sin que por ello se altere el valor nutritivo de la proteína. Sin embargo, los resultados fueron menos efectivos que cuando se usó caseína, debido a que la cantidad de nitrógeno excretado en las heces fue casi el triple. Cabe agregar que los cambios de peso por tratamiento, observados en cada perro, guardaron correlación con las respuestas en cuanto a balance. Por otra parte, los resultados indican también que la Mezcla Vegetal No. 14 es susceptible de mejoras en su valor proteico con la sola adición de

metionina, y que también se obtiene una respuesta similar en términos de balance de nitrógeno con el hidroxí análogo. El efecto producido por la metionina fue descrito ya en los estudios con ratas a que se alude en un párrafo previo (1).

Los hallazgos aquí notificados indican, además, que la adición de vitamina B₆ no indujo mejorías en la retención de nitrógeno ni siquiera al agregar ésta a la Mezcla, con o sin el suplemento de aminoácidos. Más bien pudo notarse que la adición de dicha vitamina redujo, aun cuando ligeramente, la retención de nitrógeno en la mayor parte de los casos. Estos resultados fueron un tanto desconcertantes, puesto que varios autores han informado que la vitamina B₆ participa en el metabolismo de los aminoácidos azufrados (3, 5, 9), en la síntesis de aminoácidos no esenciales (15) y en la absorción e incorporación de los aminoácidos (4, 15) en la célula.

Sauberlich (3), por ejemplo, encontró en sus estudios con ratas que al administrarles una dieta de contenido subóptimo de metionina, el agregado de piridoxina así como de metionina incrementaba su crecimiento. Con la administración de 1.0 a 6.0 mg de B₆/kg de dieta se aprovechó la D-metionina y la OH-metionina, tan bien como las cantidades correspondientes de L-metionina. En vista de tal hallazgo y de los informes de otros autores, no pueden explicarse los resultados que aquí se notifican. Bien podría ser que en el presente estudio la B₆ se agregó a niveles inferiores a los usados por otros investigadores; cabe también la posibilidad de que el perro sea diferente de la rata y del pollo en cuanto a sus necesidades de esta vitamina, o que el período de observación no hubiese sido suficientemente largo. Asimismo, es probable que la Mezcla Vegetal INCAP No. 14 contenga de por sí suficiente vitamina B₆, puesto que en los productos naturales ésta se encuentra en cantidades adecuadas (16).

SUMMARY

Supplementation of casein and of vegetable mixtures based on soybean flour with methionine, methionine hydroxy analogue and vitamin B₆.

The results of various studies performed with dogs are reported, in which the possibility of improving the protein quality of vegetable protein mixtures, with methionine hydroxy analogue, was tested. These tests were also carried out with and without additions of glycine and vitamin B₆. The response to the various dietary treatments was measured using the nitrogen balance method, and weight changes.

The results indicated that the methionine hydroxy analogue can replace the methionine supplement in mixtures where this amino acid is deficient, whether the protein is derived from animal or plant. The effect was observed in weight gained as well as in nitrogen balance.

The addition of glycine and/or pyridoxine with the hydroxy analogue did not result in further improvement over that obtained from the addition of methionine.

BIBLIOGRAFIA

- (1) Bressani, R. & L. G. Elías.—All-vegetable protein mixtures for human feeding. The development of INCAP Vegetable Mixture 14 based on soybean flour. *J. Food Sci.*, 31: 626-631, 1966.
- (2) Bressani, R. & L. G. Elías.—Cambios en la composición química y en el valor nutritivo de la proteína de la harina de semilla de algodón durante su elaboración. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 18: 319-339, 1968.
- (3) Sauberlich, H. E.—Effect of Vitamin B₆ on the growth of rats fed diets limiting in an essential amino acid and on the utilization of isomers of tryptophan, methionine and valine. *J. Nutr.*, 74: 289-297, 1961.
- (4) Jacobs, F. A. & J. M. Poston.—Influence of the individual B₆ vitamin factors on the intestinal absorption of L-Methionine. *Biochem. Biophys Acta*, 51: 602-603, 1961.
- (5) DeBey, H. J., E. E. Snell & C. A. Baumann.—Studies on the inter-relationship between methionine and vitamin B₆. *J. Nutr.*, 46: 203-214, 1952.
- (6) Srinivas, H., S. V. Rao, M. N. Rao, D. Rajalakshmi & M. Swaminathan.—The effect of supplementing raw soya bean meal proteins with DL-methionine hydroxy analogue (MHA) or DL-methionine on protein efficiency ratio and net protein utilisation in albino rats. *J. Nutrition Dietetics, India*, 1: 164-168, 1964.
- (7) Parthasarathy, H. N., K. Joseph, M. N. Rao, M. Swaminathan, A. N. Sankaran, A. Sreenivasan & V. Subrahmanyam.—The effect of supplementing processed soyabean meal proteins with dl-methionine hydroxy analogue (MHA) or dl-methionine on protein efficiency ratio and net protein utilisation. *J. Nutrition Dietetics, India*, 1: 14-18, 1964.
- (8) Sullivan, T. W. & H. R. Bird.—Effect of quantity and source of dietary nitrogen on the utilization of the hydroxy analogues of methionine and glycine by chicks. *J. Nutr.*, 62: 143-150, 1957.
- (9) Fuller, H. L. & R. L. Hill.—The relationship of vitamin B₆ and the utilization of the various forms of methionine by the chick. *Poultry Sci.*, 43: 1320, 1964.
- (10) Tipton, H. C., B. C. Dilworth & E. J. Day.—A comparison of D-, L-, DL-methionine and methionine hydroxy analogue calcium in chick diets. *Poultry Sci.*, 45: 381-387, 1966.
- (11) Gordon, R. S. & I. W. Sizer.—Conversion of methionine hydroxy analogue to methionine in the chick. *Poultry Sci.*, 44: 673-678, 1965.

- (12) Guttridge, D. G. A. & D. Lewis.—Chick bio- assay of methionine and cystine. 2. Assay of soya-bean meals, groundnut meals, meat meals, methionine isomers and methionine analogue. *Brit. Poultry Sci.*, 5: 193-200, 1964.
- (13) Dagher, N. J., S. S. Akrabawi & K. Rottensten.—Methionine supplementation of breeder diets. *Poultry Sci.*, 43: 1106-1109, 1964.
- (14) Machlin, L. J. & R. S. Gordon.—Equivalence of methionine hydroxy analog and methionine for chicks fed low-protein diets. *Poultry Sci.*, 38: 650-652, 1959.
- (15) Williams, M. A.—Vitamin B₆ and amino acids. Recent research in animals. *Vitamins Hormones*, 22: 561-579, 1964.
- (16) Toepfer, E. W. & M. M. Polansky.—Recent developments in the analysis for vitamin B₆ in foods. *Vitamins Hormones*, 22: 825-832, 1964.