

Efecto de la sustitución del nitrógeno de la proteína de leche por nitrógeno de urea en terneros no rumiantes *

**RICARDO BRESSANI¹, J. EDGAR BRAHAM²,
JORGE MARIO GONZÁLEZ³ y ROBERTO JARQUÍN⁴**

Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), Guatemala, C. A.

RESUMEN

Se llevó a cabo una serie de experimentos en 7 grupos de ocho terneros Holstein de 3 días de nacidos, con un peso promedio que variaba, entre grupos, de 32.2 a 39.8 kg.

Se adicionó 0, 0.91, 1.83, 2.74 y 3.66% de urea a 100, 90, 80, 70 y 60% de leche íntegra en polvo, respectivamente. Todas las dietas, excepto la primera, fueron suplementadas con 0.20% de DL-metionina, utilizándose en su preparación glucosa hasta ajustarlas a 100%, y fueron administradas, la primera a un grupo control y las restantes a otros 4 grupos. Otros dos grupos recibieron proteína de leche diluida con glucosa para proporcionarles ingestas de leche iguales a las de los terneros alimentados con las dietas con 1.83 y 3.66% de urea. La ingesta aumentó con la edad, desde 2 a 8 litros al final de 56 días, usando una concentración de 130 g de sólidos totales por 1,000 cc hasta los 28 días; 140 g/lit hasta los 35 días, y 154 g/lit hasta los 56 días. Semanalmente se registró la ingesta de los terneros y los cambios en peso. Los resultados indicaron que a mayor contenido de urea en la leche, menor era el aumento ponderal, siendo estos valores de: 42.5, 38.5, 39.5, 33.3 y 26.7 kg, respectivamente. No hubo dife-

1. Jefe de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá.

2. Jefe Asistente de la misma División y Director del Curso de Ciencias de Alimentos y Nutrición Animal, a nivel de posgrado, INCAP Universidad de San Carlos de Guatemala.

3. Administrador de la finca experimental del INCAP.

4. Científico de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del Instituto.

* El trabajo aquí descrito se llevó a cabo con ayuda financiera de los Institutos Nacionales de Salud (NIH) del Servicio de Salud Pública de los Estados Unidos de América (Subvención R-22-HD 03552).

Publicación INCAP E-695.

Recibido: 11-12-1972.

rencias significativas entre la dieta a base de leche entera y las raciones que contenían 0.91 y 1.83% de urea. Los animales alimentados con proteína de leche diluida únicamente con carbohidratos, acusaron menores aumentos ponderales: 35.3 y 22.9 kg, que los respectivos controles, o sea aquellos que recibieron 1.83 y 3.66% de urea. La utilización del nitrógeno de urea se midió también por medio del método de balance nitrogenado y por análisis de los niveles sanguíneos de urea.

INTRODUCCION

Resultados previos obtenidos en varios laboratorios, tanto en animales de experimentación como en humanos jóvenes, adultos, revelan que es posible sustituir parte del nitrógeno de la proteína de la leche, del huevo y de otras proteínas, con fuentes de nitrógeno como la glicina o el citrato dibásico de amoníaco, en cantidades hasta de un 20%. Según ha podido comprobarse, su adición no induce un descenso en el valor biológico de la proteína, siempre y cuando los niveles de ingestión de este nutriente sean fisiológicamente adecuados (1, 2).

Otros informes, sin embargo, demuestran que el nitrógeno no específico reduce la calidad de la proteína, siendo este efecto más notorio cuando se trata de proteínas deficientes en aminoácidos esenciales, que en el caso de aquellas de alto valor biológico (3, 6).

Es un hecho reconocido que parte de la proteína de los alimentos destinados a rumiantes puede ser reemplazada por nitrógeno de urea, el cual se utiliza eficientemente si esta medida se aplica a modo de satisfacer varias condiciones nutricionales al mismo tiempo (7). A pesar de ello, esta práctica no ha sido recomendada o puesta a prueba en bovinos que todavía no son rumiantes. Ello se debe a que hasta que alcanzan más o menos 8 semanas de edad, se comportan como monogástricos con respecto a la digestión del alimento, en contraste con los animales adultos que sí pueden usar provechosamente el nitrógeno de urea a través de la microflora del rumen (7). No obstante, se ha informado que la urea puede reemplazar parte del nitrógeno de la proteína que contienen las fórmulas iniciadoras para reemplazar la leche en la alimentación de terneros, especialmente cuando la urea se agrega a fórmulas que contienen menos de 12% de proteína total (8).

Aparentemente, bajo estas condiciones, la utilización de la urea es menos eficiente cuando los niveles proteínicos del iniciador son elevados.

Las proteínas de la leche —cuyo valor biológico es ligeramente inferior al de las proteínas del huevo de gallina— contienen algunos o tal vez todos los aminoácidos esenciales en exceso de las cantidades requeridas, cuando la leche se administra a niveles altos de ingestión. En este caso los aminoácidos esenciales son catabolizados para satisfacer las necesidades calóricas del animal, o bien se usan para la síntesis de los aminoácidos no esenciales y de otros compuestos biológicos que contienen nitrógeno. Por consiguiente, el reemplazo del nitrógeno de los aminoácidos esenciales —presentes en la proteína de la leche en cantidades que exceden los requerimientos del animal— por cantidades iguales de nitrógeno no específico, como el N de urea, no debería reducir la utilización del nitrógeno total ingerido, ni afectar el desarrollo y crecimiento del animal. Partiendo de observaciones en varias especies, incluyendo el hombre, se consideró posible que el mismo resultado podría obtenerse también en terneros no rumiantes. El propósito de este trabajo es, precisamente, dar a conocer los resultados de una serie de estudios indicativos de que, en efecto, estos animales pueden crecer bien, alimentándoseles con leche cuya proteína es sustituida por 20% a 30% de nitrógeno no específico. En estos estudios se utilizó urea como fuente de este tipo de nitrógeno.

MATERIAL Y METODOS

Los experimentos se llevaron a cabo aplicando el programa de alimentación descrito en el Cuadro N^o 1 a terneros raza Holstein de 3 días de edad, que mamaban calostro de sus respectivas madres. Los animales recibieron la mitad de la cantidad señalada dos veces por día: a las 8:00 a.m. y a las 4:00 p.m. Los cambios en ingestión se hicieron al final de cada 7 días, registrándose los datos referentes a cambios de peso también semanalmente. Al finalizar la tercera semana se les permitió a los terneros consumir, *ad libitum*, un reemplazador que contenía 20% de proteína cruda. El experimento abarcó un total de 8 semanas. Al principio del estudio, la cantidad de dieta ofrecida suplía 40 Kcal y 1.6 g de proteína digerible

por kg de peso corporal, por día, respectivamente. A pesar de que la cantidad total de leche que se les administró durante la primera semana no llegaba a las cantidades comúnmente recomendadas (9, 10), se acordó emplear estos niveles para evitar el desarrollo de las diarreas que corrientemente ocurren cuando los terneros consumen niveles altos de leche durante los primeros 10 días de vida.

CUADRO N° 1

PROGRAMA DE ALIMENTACION EMPLEADO CON TERNEROS
HOLSTEIN DE 3 DIAS DE EDAD

Días	J día	Agua cc día
1 - 7	6	2,000
8 - 14	20	4,000
15 - 21	6	5,00
22 - 2	780	6,000
29 - 35	980	7 000
36 - 42	1 230	8,000
43 - 56	1,2 0	8,000

Los siete tratamientos dietéticos aplicados y la composición de las dietas usadas se describen en el Cuadro No. 2. Viene al caso señalar que la urea que se utilizó en el estudio era químicamente pura, con un contenido de 46.62% de nitrógeno. Se usó leche entera que contenía 26.4% de proteína y 26.0% de grasa. El nitrógeno de la proteína de la leche fue reemplazado por nitrógeno de urea en cantidades de 10, 20, 30 y 40%, las cuales corresponden a niveles de 0.91, 1.83, 2.74 y 3.66% de urea, según se observa en el mismo Cuadro. Ya que la proteína de la leche es deficiente en aminoácidos azufrados, todas las dietas, salvo la que no contenía urea, o sea la primera, fueron suplementadas con 0.2% de DL-metionina. Para ajustar las dietas a 100% se utilizó glucosa. Asimismo, con el fin de recabar información en cuanto al grado de utilización del nitrógeno de urea, se prepararon dos dietas más.

CUADRO Nº 2
TRATAMIENTOS DIETETICOS APLICADOS Y COMPOSICION DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES

Ingredientes	Grupos experimentales						
	1	2	3	4	5	6	7
Leche íntegra en polvo	100.00	90.00	80.00	70.00	60.00	80.00	60.00
Urea	-----	0.91	1.83	2.74	3.66	-----	-----
DL-metionina	-----	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Glucosa	-----	8.89	17.97	27.06	36.14	19.80	39.80
	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Total	100.00	100.00	100.00	1 0.00	100.00	100.00	100.00
Nitrógeno de leche	4.263	3.837	3.410	2.984	2.558	3.410	2.558
Nitrógeno de urea	0	0.424	0.853	1.277	1.706	0	0
	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Total	4.263	4.261	4.263	4.261	4.264	3.410	2.558
E.D. Kcal*	551	532	513	494	475	520	510

* Energía digerible.

A éstas no se les agregó urea, y contenían solamente proteína de leche diluida con glucosa a los niveles de 80 y 60% de leche íntegra en polvo. Estas dos raciones dieron los niveles de proteína verdadera correspondientes a las dietas con 1.83 y 3.66% de urea, respectivamente.

Cada tratamiento se sometió a prueba en 8 terneros machos, los cuales fueron asignados al azar entre los 7 grupos que incluyó el estudio. Al término de cada semana se obtuvo una muestra de sangre de 3 terneros de cada grupo, determinándose su contenido de proteína total, nitrógeno de urea, glucosa y creatinina (24, 25). Esos mismos animales se alojaron luego en jaulas metabólicas durante la 2ª y 6ª semana del ensayo con el propósito de medir en ellos el balance de nitrógeno resultante de cada tratamiento, a razón de 4 días por balance, período durante el cual se hicieron recolecciones cuantitativas de heces y orina.

RESULTADOS

Debido a que no todos los terneros estaban disponibles o bien se iniciaron al mismo tiempo con las fórmulas utilizadas en el estudio, no fue posible distribuirlos a modo de que el peso promedio inicial por grupo fuese igual.

El Cuadro No. 3 muestra las tasas de ganancia ponderal diaria, calculadas a partir de ecuaciones de regresión, así como el peso promedio final ajustado estadísticamente por análisis de covariancia a un peso promedio inicial de 35.9 kg. En este caso, los resultados revelan que el crecimiento de los terneros no se vió alterado por la urea hasta un nivel de 1.83%, y que no se constataron diferencias estadísticamente significativas (1%) entre los grupos comparables alimentados sin y con urea, salvo en el caso del grupo N^o 7, o sea el que recibió 60% de leche y glucosa.

Información más detallada referente a los grupos Nos. 3 y 6 y Nos. 5 y 7, respectivamente, se presenta en el Cuadro No. 4. Aquí, los resultados de los tratamientos Nos. 3 y 6 se dan a conocer en las dos primeras columnas. Al término de 4 semanas no se encontró ninguna diferencia en cuanto al peso, expresado éste como la tasa ponderal determinada a las 4 semanas de iniciado el tratamiento, en contraste con el peso

inicial (1.33 versus 1.31). No obstante, los animales sometidos a la dieta con urea mejoraron su crecimiento en el transcurso de las 4 semanas subsiguientes, de manera que, según parece, al finalizar el estudio estaban ya utilizando la urea de la dieta (1.62 versus 1.51). Es probable que a este nivel de ingesta de proteína de leche, el nivel proteínico no fuese limitante.

CUADRO N° 3

AUMENTO EN PESO, POR DIA, DERIVADO DE ECUACIONES DE REGRESION DEL INCREMENTO PONDERAL Y DEL PERIODO EXPERIMENTAL

Grupo No.	Tarient	Cofic.ente de regresión kg día	Peso promedio final*, kg
1	100% leche integra (L.I.)	.791	78.4 ^a
2	90% L.I. + 0.9% de ur a	0.7	74.4 ^{ab}
3	80% L.I. + 1.83% de urea	.68	75.4 ^{ab}
4	70% L.I. + 2.74% de ure	0.614	69.2 ^c
5	60% L.I. + 3.66% de urea	0.471	62.6 ^d
6	80% L.I. + 19.80% de glucosa	0.687	71.2 ^{bc}
7	60% L.I. + 39.80% de gluc ^{a**}	.45	58.8 ^d

* Peso promedio final ajustado a un peso promedio inicial de 35.89 kg. Peso promedio inicial real: grupos Nos. 1 a 7: 35.6, 36.4, 32.2, 35.1, 32.5, 36.8 y 39.8 kg, respectivamente.

Peso promedio final real: grupos Nos. 1 a 7: 77.9, 75.2, 69.4, 68.0, 57.1, 72.1 y 67.3 kg, respectivamente.

** Debido al desarrollo deficiente de los animales que recibieron esta dieta, este tratamiento tuvo que ser sustituido por el No. 5 al principiar la 5ª semana del estudio, cuya duración total fue de 8 semanas. Hubo necesidad de incluir 12 animales en el último grupo, ya que 4 de ellos murieron.

El comportamiento de los animales sometidos a los tratamientos Nos. 5 y 7 se detalla en las dos últimas columnas del mismo Cuadro No. 4. Esta comparación revela que al final de las primeras 4 semanas, los animales con leche + urea crecieron mejor que los que recibieron solo la dieta con 60% de leche y glucosa, a pesar de que el peso inicial del grupo No.

CUADRO N° 4

COMPORTAMIENTO DE LOS TERNEROS ALIMENTADOS CON DOS NIVELES DE LECHE INTEGRA EN LA DIETA, SIN Y CON UREA

Parámetro	Grupos experimentales			
	3	6	5	7
	80% leche integra 1.83 urea	0% urea	60% de leche integra 3.66% urea	0% urea
Peso inicial, kg	32.2	36.8	32.5	39.8
Peso, 4 semanas, kg	42.7	48.1	39.2	44.7
Aumento, 4 semanas, kg	10.5	11.3	6.7	4.9
<u>Peso 4 semanas</u> Peso inicial	1.33	1.31	1.21	1.12
<u>Aumento semanal, 4 semanas</u> Peso inicial	0.326	0.307	0.206	0.123*
Peso, 8 semanas, kg	69.4	72.7	57.1	67.3
Aumento, 4 semanas **, kg	26.7	24.6	17.9	22.6
<u>Aumento semanal, 4 semanas</u> Peso inicial	0.384	0.338	0.314	0.336
<u>Peso 8 semanas</u> Peso 4 semanas	1.62	1.51	1.4	1.50
Alimento disponible, kg	37.2	35.9	24.6	27.5
<u>Peso final</u> Peso inicial	2.16	1.97	1.76	1.69
Mortalidad,	0	0	0	30.6

Al principiar la 5^a semana, este grupo fue alimentado con la dieta que contenía 60% de L. I. + 3.66% de urea por 4 semanas más.

* Peso a las 8 semanas menos peso a las 4 semanas.

CUADRO Nº 5
INGESTA DE DIETA Y DE LA FORMULA INICIADORA, POR TERNERO, EN EL PERIODO DE 8 SEMANAS QUE
ABARCO EL ESTUDIO

Grupo No.	Tratamiento	Dieta, ingesta de materia seca, kg	*	Iniciador, ingesta de materia seca, kg	Eficiencia del alimento/aumento ponderal
1	100% leche integra (L.I.)	48.160		14.310	1.48
2	90% L.I. + 0.91% de urea	48.160		20.531	1.77
3	80% L.I. + 1.83% de urea	48.160		16.816	1.75
4	70% L.I. + 2.74% de urea	48.160		22.820	2.16
5	60% L.I. + 3.66% de urea	48.160		20.166	2.78
6	80% L.I. + 19.80% de glucosa	48.160		13.547	1.72
7	60% L.I. + 19.80% de glucosa	48.160		18.453	2.42

* Se ofreció como dieta líquida.

CUADRO Nº 6
VALORES SERICOS SEMANALES DE 3 ANIMALES POR GRUPO EN LOS DIFERENTES
TRATAMIENTOS DIETETICOS

Grupo	Dieta	C o m p o n e n t e	Semana							
			1	2	3	4	5	6	7	8
	Leche integral (100%)	Proteína, %	7.59	7.49	7.41	7.4	7.24	6.94	6.91	6.97
		Albúmina, %	4.46	4.4	4.4	4.6	5.1	4.5	4.94	4.65
		Urea, mg %	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.3	1.2	1.6
		Glucosa, mg	9.3	10.3	11.2	11.2	11.2	14.0	16.3	17.2
		Urea, g	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	139.7	186.0	190.7
2	Leche integral (90%) + 0.91% de urea	Proteína, %	7.85	7.5	7.25	7.2	6.99	6.82	6.61	6.60
		Albúmina, %	4.00	4.2	4.16	4.2	3.99	4.03	4.15	4.18
		Creatinina, mg %	1.4	1.6	1.4	1.5	1.4	1.2	1.1	1.1
		Urea, g %	11.3	17.0	14.3	13.7	13.7	11.7	10.3	13.7
		Glucosa, mg	92.7	88.0	93.0	120.7	40.0	156.7	170.7	182.0

Cuadro N° 6 (Continuación)

3	Leche íntegra	Proteína, %	7.43	6.91	7.13	6.61	6.98	6.75	6.85	6.81
	(80%) + 1.83%	Albúmina, %	3.94	4.11	4.26	4.24	4.09	4.07	4.03	4.35
	de urea	Creatinina, mg %	1.3	1.4	1.5	1.3	1.4	1.4	1.3	1.3
		N de urea, mg %	11.3	11.0	14.3	10.7	11.3	10.0	8.3	10.0
		Glucosa, mg %	101.3	72.0	98.0	113.3	97.3	99.3	100.7	114.0
4	Leche íntegra	Proteína, %	5.95	6.15	5.90	5.95	6.19	6.07	5.96	5.90
	(70%) + 2.74%	Albúmina, %	4.10	4.06	4.24	3.90	4.12	3.95	3.91	3.82
	de urea	Creatinina, mg %	1.2	1.3	1.3	1.1	1.1	1.0	1.0	1.2
		N de urea, mg %	8.0	16.0	12.3	16.7	17.3	10.3	9.0	9.0
		Glucosa, mg %	82.7	81.3	79.3	105.3	93.3	110.0	98.0	130.0
5	Leche íntegra	Proteína, %	7.29	7.09	6.99	6.72	6.51	6.16	6.10	5.96
	(60%) + 3.66%	Albúmina, %	4.20	4.70	4.51	5.35	4.13	4.11	4.02	4.32
	de urea	Creatinina, mg %	1.2	1.3	1.3	1.2	1.1	1.0	1.0	1.0
		N de urea, mg %	17.7	22.0	22.3	19.7	17.0	12.3	11.3	12.0
		Glucosa, mg %	106.0	75.3	100.7	122.7	112.0	105.3	151.7	157.3

Cuadro N° 6 (Continuación)

6	Leche íntegra (80%) + 19.0% de glucosa	Proteína, %	6.53	6.36	5.61	6.27	6.37	6.35	6.36	6.20
		Albumina, %	3.83	3.5	3.51	3.97	4.04	3.87	3.92	4.04
		Creatinina, g/l	1.0	1.0	0.9	1.	1.0	0.9	0.8	0.8
		N de urea, mg %	12.3	.	.0	9.	5.	3.7	4.0	4.0
		Glucosa, mg %	72.7	60.	6 .	72.	67.7	84.7	98.0	96.0
7	Leche íntegra (60%) + 39.80% de glucosa	Proteína %	6.53	6.6	5.1	6.27	6.37	6.35	6.36	6.20
		Albumina, %	3.83	.5	3.51	3.97	4.04	3.87	3.92	4.04
		Creatinina, mg %	1.0	1.0	0.9	1.0	1.0	0.9	0.8	0.8
		N de urea, mg %	12.3	11.7	8.0	9.3	5.0	3.7	4.0	4.0
		Glucosa, mg %	72.7	60.0	60.0	72.0	62.7	84.7	98.0	96.0

CUADRO N° 7

BALANCE DE NITROGENO DE TERNEROS ALIMENTADOS CON LECHE INTEGRAL ADICIONADA DE DIFERENTES NIVELES DE UREA*

Urea en la dieta %	Nitrógeno		
	Ingesta mg/kg/día	Absorción % ingesta	Retención % ingesta
<u>Segunda semana</u>			
0	532	91.7	44.9
0.91	542	90.2	43.2
1.83	608	85.8	29.3
2.74	642	92.0	33.8
3.66	683	86.2	1.4
<u>Sexta semana</u>			
0	874	94.6	67.5
0.91	862	91.1	57.9
1.83	1,011	95.9	57.0
2.74	1,117	93.3	48.9
3.66	1,141	92.6	42.6

* Balance de 4 días en 3 terneros, por dieta.

5 (leche + urea) era inferior. Al finalizar esas 4 semanas los valores fueron de 1.21 versus 1.12. Ya que 4 animales del grupo alimentado con 60% de leche y glucosa murieron al final de las primeras 4 semanas, los animales sobrevivientes fueron alimentados durante las 4 semanas restantes con la dieta que contenía 60% de leche íntegra y 3.66% de urea. Estos datos, identificados con asteriscos, se incluyen en la última columna del mismo Cuadro No. 4. Los resultados indican que los terneros fueron capaces de aumentar de peso, y lo mismo sucedió con aquellos que desde un principio fueron alimentados con esa dieta (1.76 versus 1.69).

En el Cuadro No. 5 donde se da a conocer la ingestión de la dieta y del reemplazador, por ternero, se incluyen también datos de conversión del alimento, los cuales guardan buena

correlación con las ganancias en peso. La ingestión de la fórmula iniciadora mostró cierta variabilidad, tanto entre los terneros del mismo grupo como entre los de un grupo y otro, sin mostrar un patrón fijo o constante, relacionado al tratamiento nutricional impuesto.

Los cambios en proteína total, albúmina, creatinina, nitrógeno de urea y glucosa en el suero, que se exponen en el Cuadro No. 6, fueron similares para todos los tratamientos, exceptuando aquellos en los que la ingesta proteínica fue menor (grupos No. 6 y No. 7). Obviamente los resultados referentes a nitrógeno de urea en el plasma son de interés. Todos los grupos mostraron un aumento en el período comprendido entre la primera y cuarta semanas, el cual disminuyó de la cuarta a la sexta semanas, para luego ascender de nuevo. Los cambios están influenciados por 2 variables: el aumento de ingesta y la posible utilización de la urea en función del tiempo.

Finalmente, el Cuadro No. 7 reseña la información relativa al balance de nitrógeno, el cual muestra el mismo tipo de respuesta, ya indicada, por el crecimiento de los animales. Se considera de importancia destacar el aumento que en retención de nitrógeno hubo entre la 2ª y 6ª semanas.

DISCUSION

En el transcurso de varios años se ha logrado obtener evidencia indicativa de que una vez el animal recibe el nitrógeno de los aminoácidos esenciales, el N adicional requerido por su organismo puede obtenerlo de otras fuentes, que no son necesariamente aminoácidos no esenciales (11-14). En repetidas ocasiones, por ejemplo, se ha podido demostrar, en ratas, que cuando los aminoácidos esenciales forman la única fuente de proteína, su tasa de crecimiento es menor que cuando ese mismo nivel de nitrógeno en la dicta se obtiene de una mezcla bien balanceada de aminoácidos que contiene aproximadamente cantidades iguales del aminoácido esencial y de los no esenciales (11-16).

Los resultados del presente estudio indicaron, en primer lugar, que el nitrógeno derivado de urea no interfiere con el desarrollo de los terneros hasta cuando éste reemplaza 30% del nitrógeno proteínico de la leche. En segundo lugar, los resultados revelaron que animales depletados de proteína —ta-

les como los que en este experimento fueron alimentados con dietas que contenían 60% de leche y glucosa— podían utilizar el nitrógeno de urea. En este caso, la dieta con solo 60% de leche íntegra y glucosa era limitante en nitrógeno proteínico. Los terneros alimentados con esta dieta tenían mala apariencia, carecían de apetito, y a las dos semanas de iniciado el estudio perdieron grandes áreas de pelo. Luego desarrollaron úlceras en la piel, debilitándose continuamente y llegando hasta a morir (4 animales) si la situación no era controlada a tiempo. En el resto de los casos, sin embargo, ello fue posible administrándoles la misma dieta pero con nitrógeno adicional proveniente de urea.

Estos efectos, no obstante, están condicionados por la calidad de la proteína, siendo los reemplazadores de mejor calidad más receptivos que los de peor calidad proteínica en cuanto a mantener su valor biológico por dilución con nitrógeno no específico. Braham y Bressani (3), por ejemplo, demostraron que la proteína del huevo de gallina podía ser diluida con nitrógeno no específico sin que ello produjese ninguna reducción en su valor nutritivo, pero no así la proteína de la harina de algodón. Otros investigadores han informado resultados similares, tanto en animales de experimentación (6) como en humanos (1, 2).

Los datos en la literatura relativa a este campo pueden clasificarse en dos grupos. El primero incluye información que sustenta el hallazgo de que el nitrógeno no específico, ya sea que éste provenga de aminoácidos no esenciales o de cualquier otra fuente, reemplaza o diluye el nitrógeno de los aminoácidos esenciales. En este caso las proteínas de mejor calidad resisten un descenso en su valor biológico hasta de 20 a 30% (1-3). El segundo grupo corresponde a datos indicativos de que cuando existe una deficiencia de nitrógeno total en presencia de un balance de aminoácidos esenciales bastante adecuado, el agregado de nitrógeno no esencial o específico se traduce en una mejor utilización del nitrógeno ingerido. En esta situación la ingesta de nitrógeno es el factor limitante, siendo varios los investigadores que han comprobado dicho efecto (17-19). Por el contrario, en la primera situación —o sea en el caso del reemplazo o dilución— el efecto neto es el de reducir la cantidad de aminoácidos esenciales a niveles que

no pueden mantener un crecimiento óptimo del animal. Esto ocurre más rápidamente con proteínas no balanceadas que con las que tienen un buen balance, siendo entonces necesario agregar aminoácidos deficientes, como lo demostraron Kornegay *et al.* (5, 20). Estos autores sugieren, por ejemplo, que los cerdos pueden hacer uso de raciones hasta con 1% de urea, solo cuando esas dietas se suplementen con los aminoácidos que pierden por la eliminación parcial de la proteína a través de la urea.

Además de los conceptos precedentes, existe otra situación en la que el nitrógeno no específico contribuye a una mejor utilización del nitrógeno ingerido; ello ocurre cuando el organismo ha sido o está depauperado de proteína, según lo constataron Snyderman *et al.* (21) por un lado, y Tripathy y colaboradores (22), por el otro. Se ha demostrado, asimismo, que alimentos básicos estudiados en humanos, tales como el maíz (17-19) y el arroz, en adultos (23) y en niños (21), son deficientes en nitrógeno total.

En resumen, los resultados del estudio aquí descrito indican que el nitrógeno de la proteína de la leche puede ser reemplazada por nitrógeno de urea en un 20% sin que ello induzca cambios significativos en cuanto a peso, ni en lo referente a proteína sérica total, albúmina y creatinina. Los resultados revelan que administrada a estos niveles, la urea puede ser utilizada eficientemente por el ternero, sobre todo si el animal está parcialmente depauperado de proteínas. Si se acepta una sustitución de 20% de nitrógeno proteínico por nitrógeno no específico, puede, pues, concluirse tentativamente que los requerimientos mínimos de aminoácidos esenciales para el ternero todavía no rumiante, son los que contienen un 80% de proteína de leche íntegra.

SUMMARY

Effect of replacing cow's milk protein nitrogen for urea nitrogen in non-ruminant calves

A series of experiments was carried out with 7 groups of eight 3-day old Holstein male calves with an initial weight ranging from 32.2 to 39.8 kg.

Urea in the amounts of 0, 0.91, 1.83, 2.74 and 3.66% was added to 100, 90, 80, 70 and 60% dry whole milk powder, respectively, representing 0, 10, 20, 30 and 40% protein nitrogen replacement by urea nitrogen. All

diets except the first were supplemented with 0.20% DL-methionine, and adjusted with glucose to 100%. Each diet was fed to a group of eight calves, while two additional groups were fed diets containing 80% and 60% whole milk powder and glucose, but no urea. Food intake increased with age from 2 to 8 liters at the end of 56 days using 130 g of total solids per 1,000 ml up to 28 days; 140 g/lit up to 35 days, and 152 g/lit up to 56 days. Feed intake and weight changes were recorded weekly.

Results indicated that average weight gain decreased as urea concentration or milk protein dilution increased. According to findings, the corresponding values were 42.5, 38.5, 39.5, 33.3 and 26.7 kg, respectively. No statistical significant differences were found between the control group fed milk and those groups fed 0.91 and 1.83% urea with milk. Calves fed carbohydrate diluted milk protein presented lower weight gains than the respective controls, that is, the groups fed 1.83 and 3.66% urea-milk diets: 35.3 and 22.9 kg. Utilization of the urea nitrogen was measured also by the nitrogen balance method and determination of urea levels in plasma. Nitrogen balances were lower from the diets containing urea, but increased with time, particularly with diets containing urea. Urea levels in plasma were high at the start of the study and decreased as the time of study increased. There was no correlation between urea concentration in the diet and in blood. Results suggest that dietary urea was being utilized by the calves.

BIBLIOGRAFIA

1. Huang, P. C., V. R. Young, B. Chelakos & N. S. Scrimshaw. Determination of the minimum dietary essential amino acid-to-total nitrogen ratio for beef protein fed to young men. *J. Nutrition*, 90: 416-422, 1966.
2. Scrimshaw, N. S., V. R. Young, R. Schwartz, M. L. Piché & J. B. Das. Minimum dietary essential amino acid to-total nitrogen ratio for whole egg proteins fed to young men. *J. Nutrition*, 89: 9-18, 1966.
3. Braham, J. E. & R. Bressani. Dilution of proteins with nonessential amino acids and inorganic nitrogen. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 19: 421-432, 1969.
4. Daniel, V. A., B. L. M. Desai, S. Venkat Rao, M. Swaminathan, & H. A. B. Parpia. Dilution of cow's milk and egg proteins with glutamic acid and the effect on the protein efficiency ratio. *J. Food Sci.*, 33: 432-435, 1968.
5. Kamegay, E. T., V. M. Sanghvi & R. D. Snee. Urea and amino acid supplementation of swine diets. *J. Nutrition*, 100: 330-340, 1970.
6. Young, V. R. & A. Villarreal. Effect in rats of partial replacement of cow's milk protein by supplementary nitrogen. *J. Food Sci.*, 35: 170-174, 1970.
7. Helmer, L. G. & E. E. Bartley. Progress in the utilization of urea as a protein replacer for ruminants. A review. *J. Dairy Sci.*, 54: 25-51, 1971.

8. Stobo, I. J. F., J. H. B. Roy & H. J. Gaston. The protein requirement of the ruminant calf. III. The ability of the calf weaned at five weeks of age to utilise urea given as a supplement to a low-protein concentrate. *Animal Production*, 9: 155-165, 1967.
9. Gardner, R. W. Digestible protein requirements of calves fed high energy rations ad-libitum. *J. Dairy Sci.*, 51: 888-897, 1968.
10. Jacobson, N. L. Energy and protein requirements of the calf. *J. Dairy Sci.*, 52: 1316-1321, 1969.
11. Breuer, L. H. Jr., W. G. Pond, R. G. Warner & J. K. Loosli. The role of dispensable amino acids in the nutrition of the rat. *J. Nutrition*, 82: 499-506, 1964.
12. Frost, D. V. & H. R. Sandy. Utilization of non-specific nitrogen sources by the adult protein-depleted rat. *J. Biol. Chem.*, 189: 249-260, 1951.
13. Recheigl, M. Jr., J. K. Loosli & H. M. Williams. The net utilization of non-specific nitrogen sources for the synthesis of non-essential amino acids. *J. Nutrition*, 63: 177-192, 1957.
14. Rose, W. C., L. C. Smith, M. Womack & M. Shane. The utilization of the nitrogen of ammonium salt, urea, and certain other compounds in the synthesis of nonessential amino acids in vivo. *J. Biol. Chem.*, 181: 307-316, 1949.
15. Moran, E. T. Jr., J. D. Summers & W. F. Pepper. Effect on non-protein nitrogen supplementation of low protein rations on laying hen performance with a note on essential amino acids requirements. *Poultry Sci.*, 46: 1134-1144, 1967.
16. Swendseid, M. E., J. B. Hickson & B. W. Friedrich. Effect of nonessential nitrogen supplements on growth and on amino acid content in plasma and muscle of weanling rats fed a low-protein diet. *J. Nutrition*, 78: 115-119, 1962.
17. Kies, C., E. Williams & H. M. Fox. Determination of first limiting nitrogenous factor in corn protein for nitrogen retention in human adults. *J. Nutrition*, 86: 350-356, 1965.
18. Kies, C., H. M. Fox & E. R. Williams. Effect of nonspecific nitrogen supplementation on minimum corn protein requirement and first-limiting amino acid for adult men. *J. Nutrition*, 92: 377-383, 1967.
19. Kies, C., E. Williams & H. M. Fox. Effect of "non-specific" nitrogen intake on adequacy of cereal proteins for nitrogen retention in human adults. *J. Nutrition*, 86: 357-361, 1965.
20. Kornegay, E. T., E. R. Miller, D. E. Ullrey, B. H. Vincent & J. A. Hoefler. Influence of dietary urea on performance, antibody production and hematology of growing swine. *J. Animal Sci.*, 24: 951-954, 1965.
21. Snyderman, S. E., L. E. Holt Jr., J. Dancis, E. Roitman, A. Boyer & M. E. Balis. "Unessential" nitrogen: a limiting factor for human growth. *J. Nutrition* 78: 57-72, 1962.

22. Tripathy, K., S. Klahr & H. Lotero. Utilization of exogenous urea nitrogen in malnourished adults. *Metabolism*, 19: 253-262, 1970.
23. Chen, S., Chii-Shya, H. M. Fox & C. Kies. Nitrogenous factors affecting the adequacy of rice to meet the protein requirements of human adults. *J. Nutrition*, 92: 429-434, 1967.
24. Technicon Autoanalyzer Methodology. Ardsley, New York, Technicon Corporation, 1967. (Bulletins N-38, N-16b, N-15c and N-14b).
25. Layne, E. Spectrophotometric and turbidimetric methods of measuring proteins. III. Biuret method. In: *Methods in Enzymology*, Vol. III. New York, Academic Press, Inc., 1957, p. 450.