Utilización de Urea en terneros de dos días a cinco y doce semanas de edad[1]

J. Edgar Braham[2], Roberto Jarquín[3],
Jorge Mario González[4] y Ricardo Bressani[5]
Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), Guatemala, C. A.

RESUMEN

Se llevaron a cabo cuatro experimentos con terneros Holstein de 2 días a 5 y 12 semanas de edad, a los que se alimentó con leche íntegra o con leche íntegra adicionada de 3.66 g% de urea, con o sin acceso a forraje y a concentrado. Durante un día a la semana los animales fueron pesados y sangrados en ayunas, alojándose en jaulas metabólicas; se les alimentó con la fórmula correspondiente y luego fueron sangrados a la media hora y después a intervalos de una hora durante un período total de ocho horas. Se recolectó la orina de 24 horas, determinándose en ésta así como en las muestras de sangre, nitrógeno de urea, creatinina y glucosa. En las muestras sanguíneas también se determinó su contenido de proteína total y albúmina.

Los resultados indicaron que ajeno al hecho de que los animales tuvieran o no acceso a forraje y a concentrado, los niveles de urea sanguínea ascendieron después de la administración de la fórmula, alcanzando el nivel máximo en el término de 4 a 6 horas, y descendiendo de ahí en adelante a los valores iniciales. La excreción de urea fue mayor en los animales que recibieron este compuesto en la fórmula, pero pudo observarse que a medida que el ternero crece la excreción de urea dietética dismi-

1. Presentado parcialmente en la IV Reunión Latinoamericana de Producción Animal, celebrada en Guadalajara, Jalisco, México, del 25 al 30 de junio de 1973, organizada por la Asociación Mexicana de Producción Animal (ALPA).
2. Jefe Asistente de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del INCAP y Director del Curso de Posgrado en Ciencias de Alimentos y Nutrición Animal, INCAP/Universidad de San Carlos de Guatemala.
3. Científico de la citada División.
4. Administrador de la Finca Experimental de la misma dependencia.
5. Jefe de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos.

Publicación INCAP E-759.
Recibido: 29-8-74.

nuye, hecho indicativo de una mayor utilización de esta fuente de nitrógeno no proteínico, a medida que aumenta la edad del animal. Las ganancias de peso para los terneros que recibieron urea fue de alrededor del 50% de las obtenidas por aquellos alimentados con leche únicamente. Se discuten estos resultados en términos de las implicaciones económicas y nutricionales de la producción de ganado de carne en la Región Latinoamericana.

INTRODUCCION

Es un hecho reconocido que la producción de ganado vacuno en América Latina debe incrementarse, ya que además de servir como fuente de divisas en un mercado de exportación en constante crecimiento, esa producción también debe ser lo suficiente para satisfacer las necesidades de consumo local. Sin embargo, la crianza de terneros machos no resulta económica para el productor de leche, ya que la cantidad que de ésta consume la cría es considerable, mermando así las ganancias del ganadero. Consecuentemente, gran número de terneros machos son sacrificados al nacer, animales éstos que, de contarse con métodos económicos de crianza que permitieran el uso de una cantidad mínima de leche, bien podrían enriquecer los hatos de los productores de carne.

Los reemplazadores de leche usados con éxito en otros países (1, 2) resultan onerosos para aquellas regiones que, como Latino América, carecen de las materias primas necesarias para elaborarlos. En este sentido, el ternero compite con otros animales de crianza, dado que durante sus primeras semanas de vida es un animal monogástrico y, por lo tanto, incapaz de utilizar los pastos y forrajes que más tarde son asimilados sin ningún problema por el rumen del animal, ya convertido en rumiante. Este también puede utilizar fuentes de nitrógeno no proteínico, las cuales pueden ser usadas por las bacterias del rumen para la síntesis de aminoácidos y, por ende, de proteínas, las que luego puede utilizar ventajosamente el propio animal. Una de estas fuentes de nitrógeno no proteínico, es la urea.

El uso de urea como substituto parcial de la proteína de una ración destinada a rumiantes está bien documentado (3, 4). No obstante, la literatura no cuenta con muchos informes

referentes a la administración de urea a terneros durante su fase monogástrica (5-7). El objeto del presente trabajo fue, por consiguiente, determinar bioquímicamente la posible utilización del nitrógeno de urea en substitución parcial de la proteína de la leche por terneros de 2 días a cinco y doce semanas de edad.

En un estudio previo (8) se había observado ya que terneros de 3 días de edad podían utilizar hasta 4% de urea aproximadamente en substitución de una cantidad equivalente del nitrógeno proteínico de la leche. Los resultados en referencia fueron obtenidos usando el aumento ponderal y el balance de nitrógeno como parámetros de utilización del nitrógeno de urea.

MATERIALES Y METODOS

Todos los experimentos de que aquí se da cuenta se llevaron a cabo en la Finca Experimental del Instituto; ésta se encuentra localizada en el altiplano guatemalteco a una altura de 1,480 m sobre el nivel del mar. Se integraron grupos de 5 terneros raza Holstein de 2 días de edad, los cuales fueron alimentados por un período de 5 semanas con la fórmula cuya composición se expone en el Cuadro No. 1.

El plan de alimentación a que se ciñó el estudio se presenta, asimismo, en el Cuadro No. 2. A cada animal se le administraron durante el día dos tomas de la fórmula en cantidades adecuadas para su edad. Los terneros fueron pesados semanalmente, alojándose durante 24 horas en una jaula metabólica, en donde se sangraron en ayunas y se les administró la primera toma del día. Transcurrida media hora y luego cada hora, por un período total de ocho horas, se les tomó una muestra de 10 ml de sangre de la yugular; ésta se dejó coagular y se separó el suero, en el cual se determinó proteína total y albúmina por el método del biuret (9), y nitrógeno de urea, creatinina y glucosa por los métodos del autoanalizador (10). Se colectó la orina de 24 horas de cada animal, con el fin de determinar su contenido de nitrógeno de urea, creatinina y glucosa aplicando los procedimientos ya señalados.

El día de la semana que permanecieron en la jaula metabólica, los animales recibieron, por la mañana, la fórmula que contenía urea únicamente; por la tarde sólo se les administró leche con el objeto de medir la excreción de urea resultante de la primera toma. Este mismo procedimiento se siguió para los cuatro experimentos de que aquí se informa, empleando los siguientes tratamientos.

Experimento Nº 1: Se administró la fórmula que contenía 3.66 g% de urea por un período de cinco semanas.

Experimento Nº 2: Los terneros recibieron la fórmula anterior salvo que la urea fue substituida por glucosa. Este grupo sirvió como control para el experimento Nº 1.

Experimento Nº 3: Los animales fueron alimentados con la fórmula que contenía urea, pero se les permitió libre acceso a un concentrado proteínico cuya composición se detalla en el Cuadro Nº 1, y a forraje de planta seca de maíz (tazol) desde el primer día del período experimental. En este caso, se llevó un registro del consumo de concentrado y de tazol.

Experimento Nº 4: Se administró la fórmula preparada con urea por un período de 12 semanas, y se permitió a los animales acceso al concentrado proteínico y al forraje mencionados (Cuadro Nº 4).

RESULTADOS

La ganancia de peso de los animales alimentados con la fórmula que contenía 3.66 g% de urea se presenta en el Cuadro Nº 3. Como puede verse, la ganancia ponderal promedio para el período experimental de cinco semanas fue de 6.3 kg, comparada con 12.6 kg para los animales que recibieron solamente leche (Cuadro Nº 4). En el Cuadro Nº 5 se detallan los niveles séricos de proteína, albúmina, nitrógeno de urea, creatinina y glucosa de los terneros que recibieron urea en la fórmula. Las diferencias en los valores de nitrógeno de urea fueron altamente significativas (< 0.01) con respecto a la hora en que los animales fueron sangrados. En efecto, los hallazgos revelaron un aumento paulatino de dichos valores durante las primeras seis horas, y un descenso gradual durante las últimas dos horas de haber sido sangrados los animales.

CUADRO Nº 1
COMPOSICION DE LA FORMULA USADA

Ingrediente	g/100 g
Leche íntegra deshidratada	60.00
Urea	3.66
DL-metionina	0.20
Glucosa anhidra	36.14
COMPOSICION DEL CONCENTRADO 2AP	
Harina de semilla de algodón*	24.5
Harina de pescado	8.0
Melaza	10.0
Granillo de trigo	20.0
Maíz amarillo	20.0
Mezcla mineral**	1.5
Grasa vegetal hidrogenada	15.0
Premix vitamínico***	1.0

* Procesada para consumo humano.

** Contiene 33% de harina de hueso molido; 33% de carbonato de calcio; 33% de cloruro de sodio y 1% de elementos menores.

*** Producto de la Casa Pfizer. Contiene, por libra: 1,200 U.I. de vitamina A; 400 U.I. de vitamina D; 900 U.I. de vitamina E; 40 mg de ácido fólico; 800 mg de riboflavina; 1,500 mg de ácido pantoténico; 4,000 mg de niacina; 40 g de colina; 1.8 mg de vitamina B_{12}; 11.35 g de metionina; 1,500 mg de terramicina; 12.26 g de manganeso; 9.08 g de zinc; 6.81 g de hierro; 0.73 g de cobre; 0.3 g de yodo; 0.04 g de cobalto; 4.54 g de etoxiquina, y 0.9 g de mycoban.

CUADRO Nº 2
PLAN DE ALIMENTACION SEMANAL DE LOS TERNEROS

	Fórmula*	
Días de edad	Agua	g/toma**
1 - 7	1,000	130
8 - 14	2,000	260
15 - 21	2,500	325
22 - 28	3,000	390
29 - 35	3,500	490
36 - 41	4,000	615
42 - 56	4,000	615
57 - 78	4,000	615

* Véase Cuadro Nº 1.

** Toma: una a las 8 horas, y otra a las 14:30 horas.

El Cuadro Nº 6 muestra los resultados de los análisis del suero sanguíneo de terneros alimentados con leche íntegra, sin adición de urea. Los valores de nitrógeno de urea revelan una ligera variación, y difieren de los observados en terneros alimentados con leche adicionada de urea, siendo esta diferencia estadísticamente significativa ($P<0.01$). La Figura 1 ilustra en forma gráfica los resultados de nitrógeno ureico obtenidos en terneros cuya fórmula contenía urea. Cabe señalar que a estos valores se les sustrajeron los valores correspondientes a los animales alimentados sólo con leche, adoptándose esta medida con el fin de obtener los valores debidos a la urea dietética únicamente. Según se observa, la urea sérica muestra un aumento significativo ($P < 0.01$) hasta alcanzar valores máximos 4 y 6 horas después de la administración de urea, para luego declinar gradualmente. Los valores de las excreciones totales de creatinina, nitrógeno de urea y glucosa se resumen en los Cuadros Nos. 7 y 8. Según revelan los datos la excreción total de nitrógeno ureico en los animales alimentados con urea fue más o menos el doble de la excretada por los terneros que consumieron leche solamente. Como puede observarse en la Figura 2, durante la primera semana los animales excretaron 239% de la dosis de urea administrada; este valor descendió a 57% a las cinco semanas, reducción ésta que indica un aumento gradual en la utilización de la urea ingerida.

El Cuadro Nº 9 muestra la ganancia de peso de los animales incluidos en el tercer experimento, a los que se alimentó con la fórmula que contenía 3.66 g% de urea y se les permitió acceso a forraje y concentrado desde el segundo día de edad. En este Cuadro también se presentan las cifras correspondientes al consumo de concentrado y de forraje. El consumo del primero fluctuó entre 1,973 y 15,686 g, y el de forraje de maíz fue de 1,512 a 4,711 g durante el período de cinco semanas. En el Cuadro Nº 10 se dan a conocer los resultados de las determinaciones practicadas en el suero de estos animales. En lo que respecta a los valores de nitrógeno de urea sérica, éstos mostraron la misma tendencia que en el experimento Nº 1, según se muestra en la Figura 3. Los niveles de excreción de creatinina, nitrógeno de urea y glucosa de estos ani-

males pueden apreciarse en el Cuadro Nº 11, y los valores de excreción de nitrógeno de urea, en la Figura 4. Al igual que en el caso del experimento Nº 1, la excreción de urea, en base a su ingestión, fue de 255% la primera semana y de 60% en la quinta semana. La ingestión de forraje y concentrado no afectó la utilización de la urea dietética. El Cuadro Nº 12 presenta las ganancias de peso y el consumo de forraje y concentrado de los terneros de 2 días a 12 semanas de edad. Comparado con los experimentos anteriores, cuando el tiempo experimental se prolongó a 12 semanas (Fig. 5), el patrón de la concentración de urea sérica no varió. En este caso los resultados se exponen sin corrección para al grupo control, que recibió sólo leche, debido a que este último no se consideró por un período de 12 semanas.

La Figura 6 muestra la excreción de nitrógeno de urea comparada con la ingestión de este compuesto. De nuevo, la utilización de la urea de la dieta aumentó progresivamente con la edad, y parece ser que a las 12 semanas de vida los animales ya están en capacidad de utilizar toda la urea ingerida.

Los resultados concernientes a las ganancias semanales de peso para todos los experimentos se exponen gráficamente en la Fig. 7. Como los datos lo revelan, en todos los experimentos hubo una baja inicial en el peso, después de lo cual los animales empezaron a incrementar sus ganancias ponderales. Estas fueron inferiores en los terneros que recibieron urea durante el período de 2 días a cinco semanas que en aquellos alimentados con leche íntegra durante el mismo período. El consumo de forraje y concentrado se tradujo en ganancias de peso superiores a las obtenidas en los dos grupos anteriores. Las ganancias ponderales de los animales que recibieron urea, forraje y concentrado durante un período de 12 semanas, indican una utilización progresiva de la urea, sobre todo después de transcurridas las primeras cinco semanas, lo que refleja la conversión acelerada del ternero monogástrico en rumiante.

CUADRO Nº 3

GANANCIA DE PESO DE TERNEROS ALIMENTADOS CON LECHE QUE CONTENIA 3.66 g% DE UREA
(Experimento No. 1)

Ternero Nº	Peso		Ganancia ponderal
	Inicial	Final	
	kg		kg
1	48.5	56.0	7.5
2	41.0	47.5	6.5
3	34.5	41.5	7.0
4	41.0	46.0	5.0
5	38.0	43.5	5.5
Promedio	40.6	46.9	6.3

CUADRO Nº 4

GANANCIA DE PESO DE TERNEROS DE 1 A 5 SEMANAS DE EDAD ALIMENTADOS CON LECHE INTEGRA

Ternero Nº	Peso		Ganancia ponderal
	Inicial	Final	
	kg		kg
6	31.0	45.0	14.0
7	62.5	71.0	8.5
8	44.5	59.0	14.5
9	36.5	52.0	15.5
10	41.5	52.0	10.5
Promedio	43.2	55.8	12.6

CUADRO Nº 5

NIVELES* DE PROTEINA, ALBUMINA, NITROGENO DE UREA, CREATININA Y GLUCOSA EN EL SUERO DE TERNEROS DE 1 A 5 SEMANAS DE EDAD, ALIMENTADOS CON LECHE Y 3.66 g% DE UREA (Experimento No. 1)

Constituyente sérico	Semana No.	Hora de sangrada									
		8:00	8:30	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00
Proteína	1	7.23	7.08	7.13	7.06	7.10	7.06	7.16	7.10	7.10	7.12
g/100 ml	2	7.31	7.06	7.01	7.10	7.17	6.94	6.91	6.95	6.83	6.89
	3	7.07	6.85	6.81	6.82	6.90	6.72	6.77	6.75	6.75	6.87
	4	6.95	6.77	6.60	6.72	6.62	6.57	6.58	6.65	6.65	6.57
	5	6.69	6.69	6.57	6.49	6.40	6.64	6.74	6.57	6.74	6.71
Albúmina	1	4.04	3.75	3.78	3.85	3.95	3.88	3.83	3.95	3.94	3.95
g/100 ml	2	3.85	3.79	3.89	3.89	3.78	3.79	3.71	3.81	3.73	3.68
	3	3.74	4.76	3.64	3.55	3.66	3.60	3.58	3.63	3.57	3.69
	4	4.41	4.02	4.02	4.02	4.20	4.29	4.14	4.05	4.06	4.00
	5	4.04	3.94	3.74	3.87	4.03	3.93	3.83	3.93	3.91	3.89
N de urea	1	11	12	13	14	14	14	15	15	15	14
mg/100 ml	2	16	15	16	18	19	21	20	20	19	18
	3	12	13	14	15	16	18	18	20	19	20
	4	24	24	24	23	22	22	24	23	24	23
	5	21	23	24	25	24	24	24	24	25	26
Creatinina	1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1
mg/100 ml	2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.0
	3	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	4	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	5	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Glucosa	1	70	84	88	98	78	90	85	82	86	81
mg/100 ml	2	94	92	134	140	135	127	93	82	72	71
	3	82	133	59	169	160	150	124	116	96	89
	4	75	128	167	150	148	159	106	87	78	76
	5	65	137	200	206	176	192	184	132	97	70

* Valores promedio de 5 terneros.

CUADRO Nº 6

NIVELES* DE PROTEINA, ALBUMINA, NITROGENO DE UREA, CREATININA Y GLUCOSA EN EL SUERO DE TERNEROS DE 1 A 5 SEMANAS DE EDAD, ALIMENTADOS CON LECHE INTEGRA (Experimento No. 2)

Constituyente sérico	Semana No.	Hora de sangrada									
		8:00	8:3	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00
Proteína	1	7.96	7.76	7.88	7.81	7.58	7.41	7.83	7.40	7.65	7.64
g/100 ml	2	7.73	7.43	7.57	7.50	7.48	7.44	7.34	7.23	7.37	7.55
	3	7.85	7.84	7.43	7.43	7.28	7.36	7.35	7.23	7.26	7.42
	4	7.82	7.50	7.48	7.41	7.14	7.19	7.42	7.40	7.30	7.24
	5	7.75	7.62	7.53	7.34	7.42	7.52	7.30	7.41	7.48	7.55
Albúmina	1	5.05	4.62	4.57	4.59	4.57	4.57	4.81	5.37	4.66	4.63
g/100 ml	2	5.22	4.90	4.89	4.97	4.91	4.92	4.82	4.82	4.64	4.98
	3	4.97	4.86	4.71	4.73	4.69	4.60	4.59	4.58	4.48	4.69
	4	4.74	4.62	4.69	4.60	4.48	4.48	4.51	4.53	4.52	4.48
	5	4.82	4.66	4.64	4.56	4.66	4.72	4.57	4.51	4.44	4.47
N de urea	1	10	10	11	11	10	10	11	11	12	12
mg/100 ml	2	16	16	16	16	16	14	15	14	14	16
	3	12	12	12	12	11	11	11	11	11	11
	4	14	14	14	14	13	13	13	13	12	13
	5	13	13	13	12	12	12	12	11	11	11
Creatinina	1	1.2	1.2	1.2	0.9	1.2	1.2	1.2	1.2	0.9	0.9
mg/100 ml	2	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.2
	3	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
	4	1.1	1.2	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.2	1.2
	5	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
Glucosa	1	83	88	98	86	82	86	88	91	89	92
mg/100 ml	2	80	97	103	101	90	83	83	79	81	82
	3	77	103	110	102	88	85	79	83	83	83
	4	82	102	122	123	105	95	90	86	90	92
	5	92	112	131	130	112	115	105	100	103	103

* Valores promedio de 5 terneros.

CUADRO Nº 7

NIVELES* DE EXCRECION DE CREATININA, NITROGENO DE UREA Y GLUCOSA EN TERNEROS DE 1 A 5 SEMANAS DE EDAD, ALIMENTADOS CON LECHE INTEGRA ADICIONADA DE 3.66 g % DE UREA

Semana No.	Ingestión de N de urea g/día	Excreción total en orina, g		
		Creatinina	Nitrógeno de urea	Glucosa
1	2.218	0.982	5.300	1.226
2	4.436	0.981	6.241	3.999
3	5.545	0.859	4.854	1.404
4	6.654	0.914	4.471	4.930
5	8.361	0.979	4.765	0.349

* Valores promedio de 5 terneros.

CUADRO Nº 8

NIVELES* DE EXCRECION DE CREATININA, NITROGENO DE UREA Y GLUCOSA EN TERNEROS DE 1 A 5 SEMANAS DE EDAD, ALIMENTADOS CON LECHE INTEGRA

Semana No.	Excreción total en orina, g		
	Creatinina	Nitrógeno de urea	Glucosa
1	0.887	2.227	1.945
2	0.928	3.745	0.634
3	1.031	1.483	1.160
4	1.175	1.220	1.641
5	1.358	3.441	1.750

* Valores promedio de cinco terneros.

CUADRO Nº 9

GANANCIA DE PESO DE TERNEROS DE 1 A 5 SEMANAS DE EDAD ALIMENTADOS CON LECHE ADICIONADA DE 3.66 g% DE UREA Y CON FORRAJE Y CONCENTRADO

Ternero No.	Peso		Ganancia ponderal kg	Consumo de concentrado g	Consumo de forraje de maíz, g
	Inicial l.c. kg.	Final			
11	33.0	46.5	13.5	1,974	1,512
12	49.0	63.5	14.5	15,686	3,151
13	39.0	48.0	9.0	3,981	2,327
14	36.5	53.0	16.5	2,230	4,711
15	34.0	51.5	17.5	5,688	3,166
Promedio	38.3	52.5	14.2		

CUADRO Nº 10

NIVELES* DE PROTEINA, ALBUMINA, NITROGENO DE UREA, CREATININA Y GLUCOSA EN EL SUERO DE TERNEROS DE 1 A 5 SEMANAS DE EDAD ALIMENTADOS CON LECHE ADICIONADA DE 3.66 g% DE UREA Y CON ACCESO A FORRAJE Y A CONCENTRADO

Constituyente sérico	Semana No.	Hora de sangrada									
		8:00	8:30	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00
Proteína	1	6.37	6.27	6.28	6.21	6.10	6.17	6.09	6.05	6.00	5.99
g/100 ml	2	6.09	5.89	5.74	5.69	5.70	5.73	5.73	5.62	5.60	5.62
	3	5.93	5.66	5.57	5.41	5.46	5.30	5.34	5.44	5.47	5.57
	4	5.73	5.59	5.43	5.34	5.42	5.31	5.40	5.28	5.34	5.36
	5	5.96	5.58	5.56	5.41	5.40	5.29	5.41	5.40	5.46	5.45
Albúmina	1	4.19	3.97	3.91	3.87	3.60	3.71	3.70	3.57	3.68	3.72
g/100 ml	2	4.13	3.84	3.57	3.59	3.60	3.52	3.45	3.48	3.55	4.03
	3	3.76	3.53	3.39	3.33	3.39	3.32	3.29	3.44	3.34	3.53
	4	3.41	3.32	3.26	3.24	3.27	3.19	3.25	3.17	3.20	3.31
	5	3.55	3.30	3.32	3.27	3.44	3.20	3.20	3.14	3.27	3.31
N de urea	1	15	15	16	17	17	17	17	17	17	16
mg/100 ml	2	16	18	18	21	21	22	21	22	21	22
	3	14	16	17	19	19	20	20	20	19	19
	4	17	20	21	23	24	25	25	25	25	25
	5	12	13	14	17	19	22	20	20	19	19
Creatinina	1	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
mg/100 ml	2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
	3	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1
	4	1.3	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
	5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0
Glucosa	1	82	107	114	114	99	99	94	88	82	80
mg/100 ml	2	67	99	124	133	126	116	105	97	81	73
	3	67	124	163	168	152	154	114	78	60	62
	4	48	133	182	191	163	157	124	101	82	70
	5	52	142	193	223	242	238	198	144	105	75

* Valores promedio de 5 terneros.

CUADRO Nº 11

NIVELES* DE EXCRECION DE CREATININA, NITROGENO DE UREA Y GLUCOSA EN TERNEROS DE 1 A 5 SEMANAS DE EDAD ALIMENTADOS CON LECHE INTEGRA ADICIONADA DE 3.66 g% DE UREA Y CON ACCESO A FORRAJE Y A CONCENTRADO

Semana No.	Ingestión de N de urea g/día	Excreción total en orina, g		
		Creatinina	Nitrógeno de urea	Glucosa
1	2.218	0.853	5.653	2.026
2	4.436	0.905	7.985	2.158
3	5.545	0.744	5.238	2.060
4	6.654	0.899	6.342	2.171
5	8.361	1.074	5.018	3.370

* Valores promedio de 5 terneros.

CUADRO Nº 12

GANANCIA DE PESO DE TERNEROS DE 2 DIAS A 12 SEMANAS DE EDAD, ALIMENTADOS CON LECHE ADICIONADA DE 3.66 g% DE UREA, Y CON ACCESO A FORRAJE Y A CONCENTRADO

Ternero No.	Peso		Ganancia ponderal kg	Consumo de concentrado g	Consumo de forraje de maíz, g
	Inicial l.c. kg	Final			
16	38.0	92.5	54.5	24,186	5,921
17	43.0	89.5	46.5	21,408	5,457
18	50.0	100.0	50.0	43,804	4,548
19	38.0	72.0	34.0	11,645	1,373
20	39.5	94.5	55.0	33,360	7,789
Promedio	41.7	89.7	48.0		

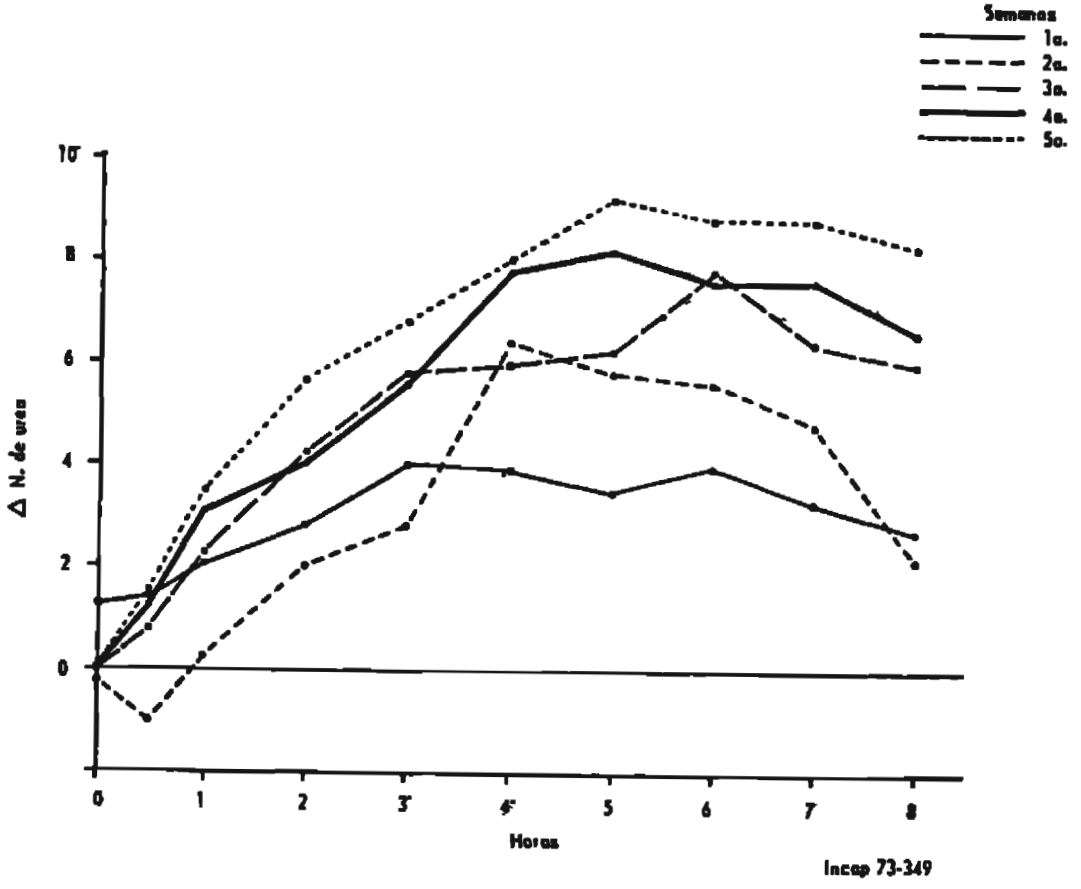

Figura 1. Nitrógeno de urea en el suero de terneros alimentados con leche íntegra y con leche íntegra más 3.66 g% de urea.

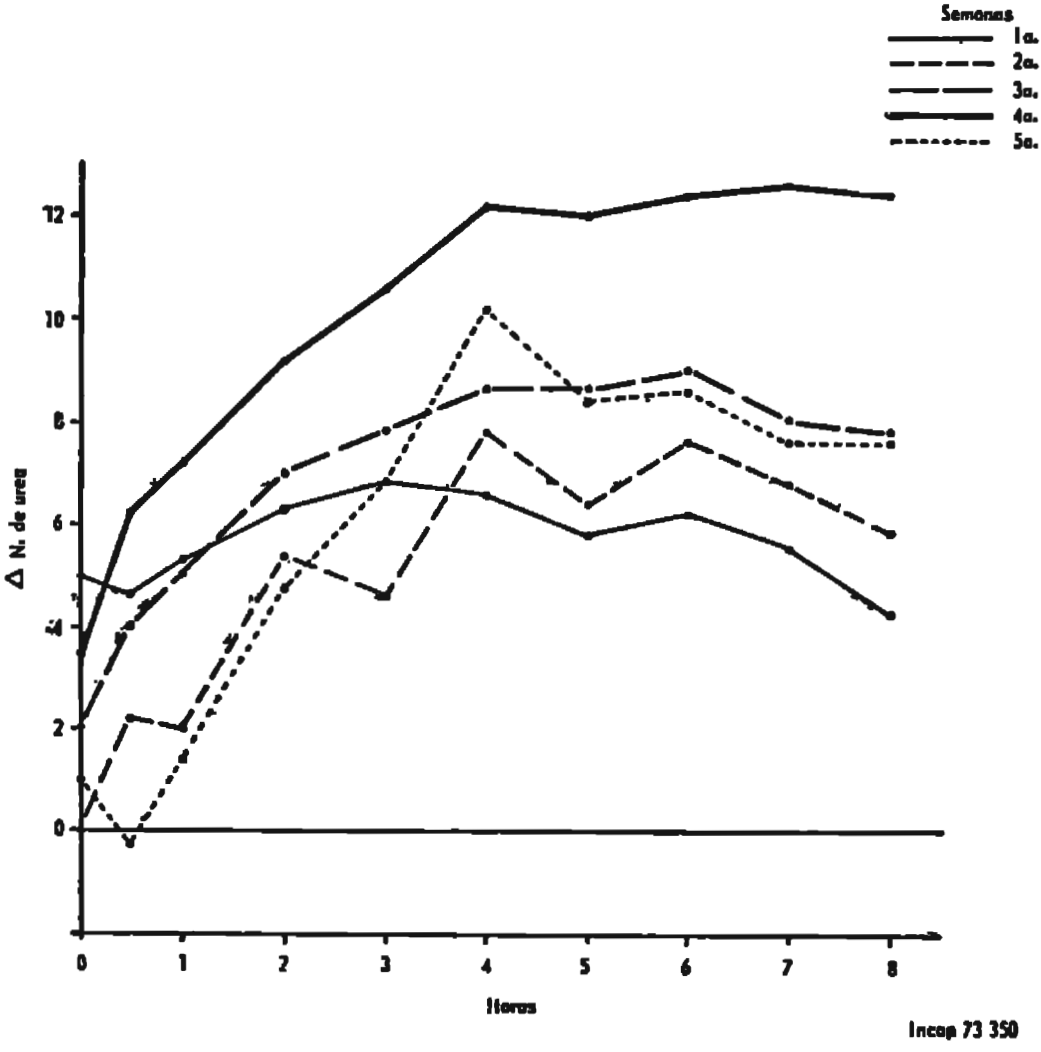

Figura 2. Niveles de N de urea en suero de terneros alimentados con leche íntegra con 3.66 g% de urea y con acceso a forraje y a concentrado.

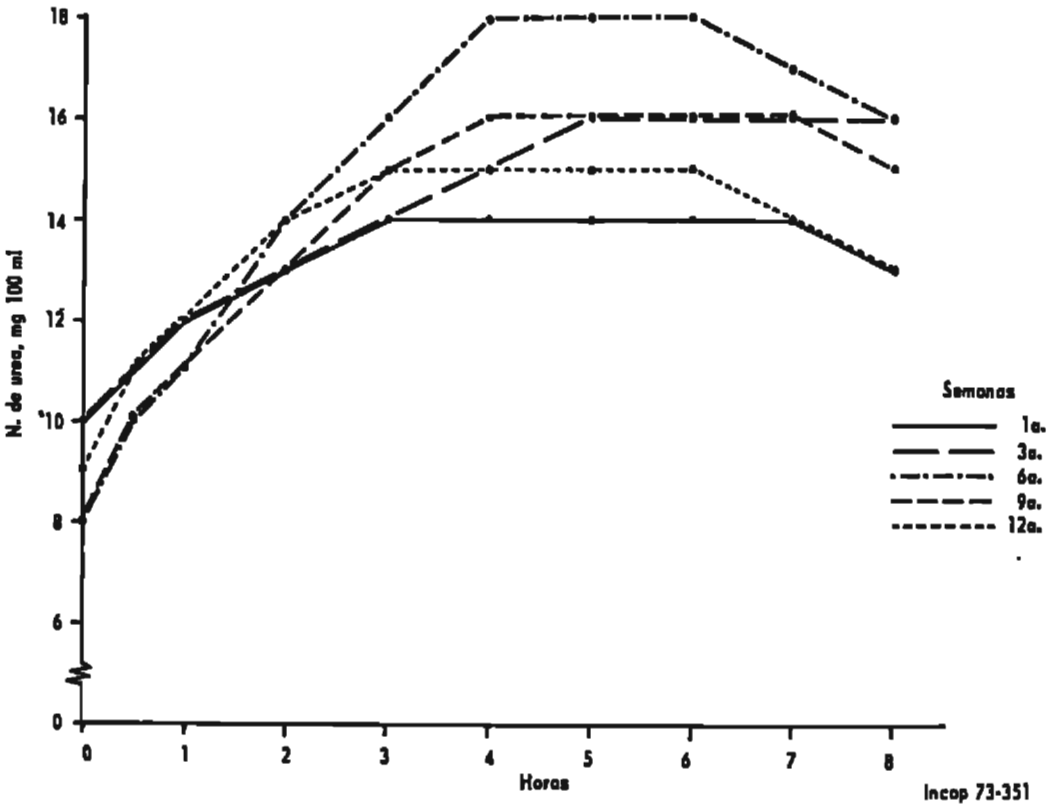

Figura 3: N de urea en suero de terneros alimentados con leche íntegra con 3.66 g% de urea y con acceso a forraje y a concentrado por 12 semanas.

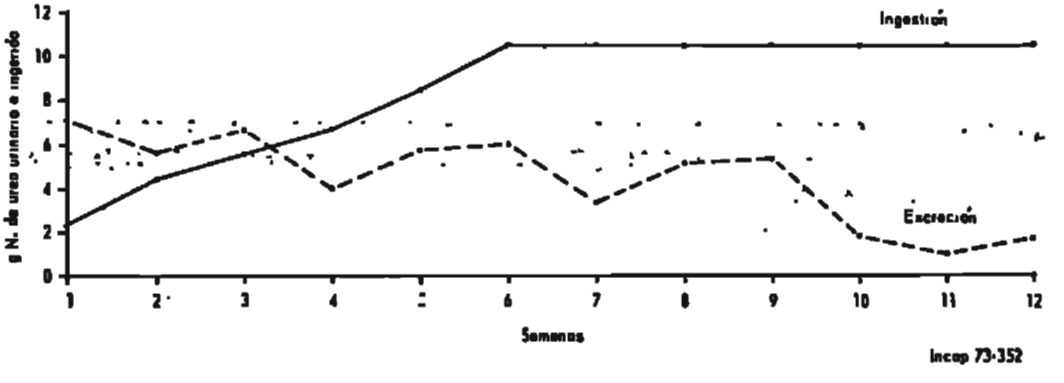

Figura 4. Excreción urinaria e ingestión de N de urea en terneros alimentados con leche íntegra más 3.66 g% de urea, y con acceso a forraje y a concentrado por 12 semanas.

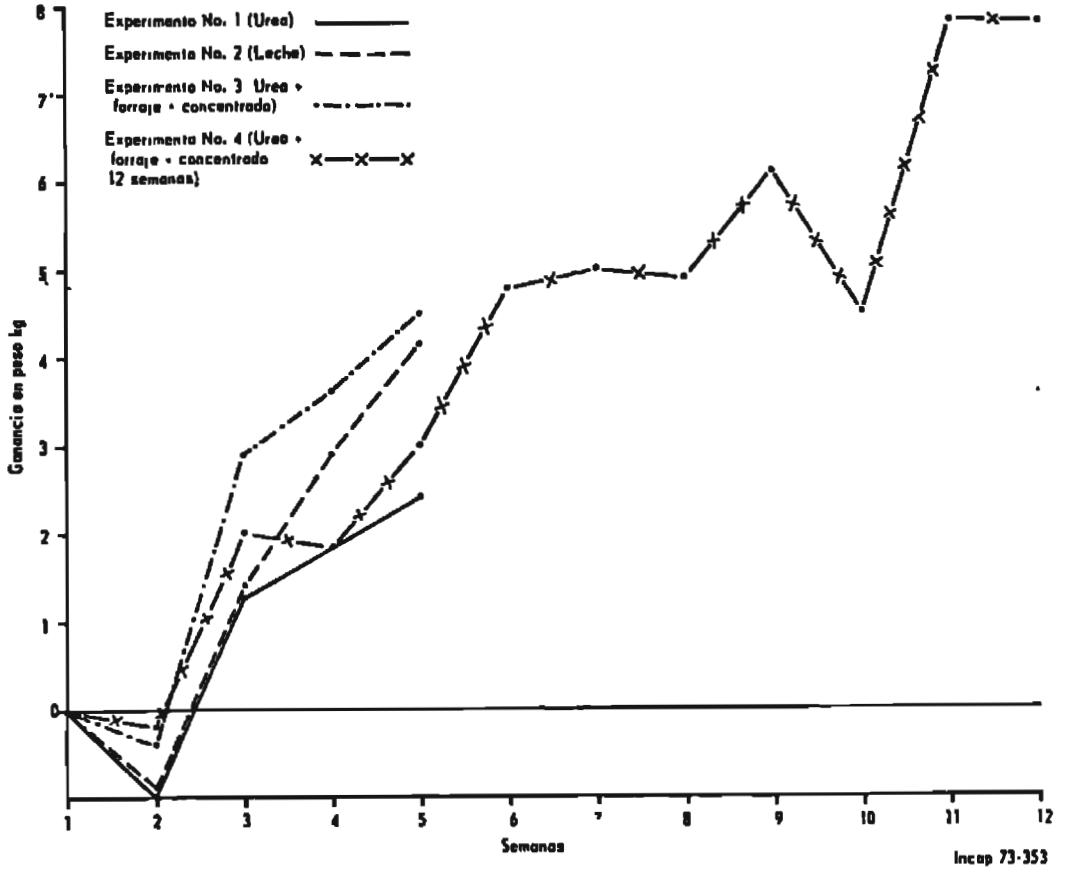

Figura 5. Ganancias de peso semanales de terneros alimentados con leche íntegra o con leche más 3.66 g% de urea.

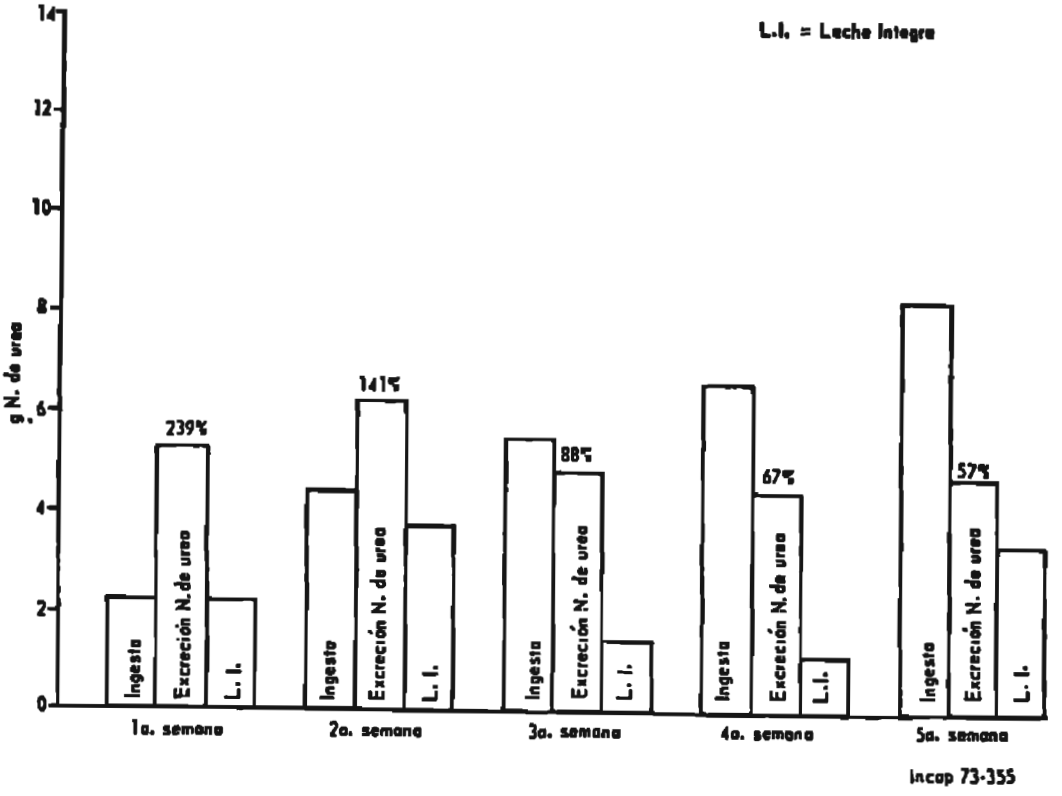

Figura 6. Excreción urinaria e ingestión de urea en terneros alimentados con leche íntegra más 3.66 g% de urea, y con acceso a forraje y a concentrado.

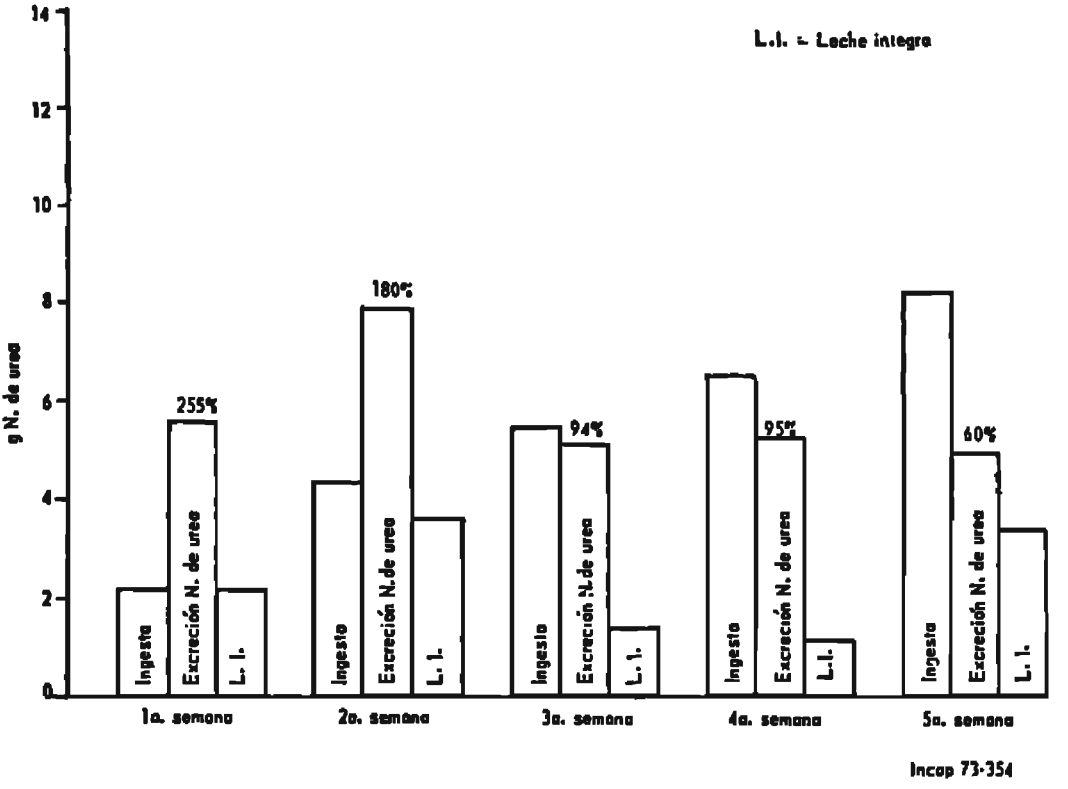

Figura 7. Excreción urinaria e ingestión de urea en terneros alimentados con leche íntegra y con leche íntegra más 3.66 g% de urea.

DISCUSION

Los resultados expuestos indican que la utilización de nitrógeno no proteínico aumenta gradualmente en terneros Holstein de 2 días a cinco semanas de edad. Sin embargo, las ganancias de peso de los animales que recibieron urea durante ese período fueron, en la mayoría de los casos, inferiores en un 50% a la de aquellos alimentados con leche únicamente. Por lo tanto, la substitución parcial de la proteína de leche por urea es poco efectiva en estos animales. Leibholtz y Naylor (7) y Stobo y colaboradores (5) informan hallazgos similares en terneros de cinco semanas de edad en adelante, y Bressani y col. (8), en terneros no rumiantes.

El consumo de forraje y concentrado que debiera acelerar la conversión del sistema digestivo del ternero —de monogástrico a rumiante— no resultó efectivo en las primeras cinco semanas de edad a juzgar por los resultados de excreción de urea, los cuales fueron similares en animales con o sin acceso a pasto y a concentrado. Sin embargo, sí se obser-

vó una mayor utilización de la urea en terneros hasta de 12 semanas de edad, hecho indicativo de que la conversión de monogástrico a rumiante bajo el régimen alimenticio utilizado, se aceleró después de las primeras cuatro o cinco semanas de edad del animal, a juzgar por las ganancias ponderales y la excreción de urea dietética.

Las altas excreciones de urea en la orina de los animales de menos de cinco semanas de edad sugieren que la urea es rápidamente absorbida por el rumen y luego es excretada como urea o como ion de amonio. Teóricamente, bien puede ser que esto se deba, ya sea a que la ración no contenía suficientes carbohidratos para que los microorganismos del rumen utilizaran la urea, o bien a que la flora microbiana del rumen no se ha establecido aún del todo a esa edad, y, en consecuencia, la utilización del nitrógeno no proteínico es ineficiente. En vista de los resultados relativos que se observan a medida que los animales crecen en cuanto a un mejor aprovechamiento de la urea, es más probable que la segunda razón antes aducida, sea la más importante a este respecto.

Los demás parámetros séricos medidos no acusaron mayor variación ni diferencias significativas entre un experimento y otro o dentro del mismo experimento. Se exceptúa la glucosa, cuya concentración —como era de esperar— asciende después de la ingestión del alimento y luego desciende gradualmente a los valores iniciales.

Si bien es cierto que las ganancias ponderales de los terneros que recibieron urea fueron inferiores a las de los animales que consumieron leche únicamente, este hecho no excluye la urea como un substituto parcial de la proteína de leche en la alimentación de terneros de temprana edad. Considerando que económica y nutricionalmente se ganaría mucho con el incremento de ganado de carne en la Región Latinoamericana, el conservar las crías machos contribuiría a la mayor producción de carne en estas áreas. La menor ganancia de peso de los terneros que consumen urea durante las primeras semanas de vida, sería compensada más tarde cuando el animal, ya rumiante establecido, tenga acceso a pastos, forrajes y concentrados adecuados. Este hecho lo demuestra claramente la ganancia ponderal que lograron los animales de más de cinco semanas de edad que formaron parte del estudio aquí descrito.

SUMMARY

Urea utilization in calves from two days to five and twelve weeks of age

Four experiments were carried out with 2-day to 5- and 12-week-old Holstein calves fed either whole milk or whole milk with 3.66 g% urea added, with or without access to pasture and concentrate. Once a week the animals were weighed, bled, placed in a metabolic cage and fed; half and hour later, and from then, on an hourly basis for an 8-hour period, they were bled from the jugular vein. Twenty-four-hour urine collections were carried out, and the urine and blood samples were analyzed for urea nitrogen, creatinine and glucose. In the blood samples, total protein and albumin were also determined.

Results indicated that irrespective of whether or not the animals had access to pasture and concentrate, those fed urea showed higher levels of blood urea nitrogen than those fed milk alone. Maximum values were obtained between 4 and 6 hours after feeding, after which time the values of urea nitrogen returned to fasting levels. Urea nitrogen excretion levels were higher in those animals fed urea, but it could be observed that as they grew older, their excretion levels decreased gradually indicating a better utilization of the dietetic urea as the animal changed from monogastric to ruminant. Weight gains of animals fed urea were about 50% of those fed milk alone. The economic and nutritional implications of these results, in terms of beef production in Latin America, are discussed.

BIBLIOGRAFIA

1. Preston, T. R. Studies on the rearing of calves weaned between two and four weeks of age. En: Proceedings of the British Society of Animal Production. Edinburgh, Scotland, Oliver and Boyd, 1956, p. 67-77.
2. Castle, M. E. & J. N. Watson. A comparison between an early weaning and a more conventional system of rearing dairy calves. Animal Prod., 1: 31-36, 1959.
3. Chalupa, W. Problems in feeding urea to ruminants. J. Animal Sci., 27: 207-219, 1968.
4. Tillman, A. D. & K. S. Sidhu. Nitrogen metabolism in ruminants: rate of ruminal ammonia production and nitrogen utilization by ruminants - a review. J. Animal Sci., 28: 689-697, 1969.
5. 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 utilize urea given as a supplement to a low-protein concentrate. Animal Prod., 9: 155-165, 1967.
6. Kay, M., N. A. MacLeod, G. McKiddie & E. B. Philip. The nutrition of the early-weaned calf. X. The effect of replacement of fish meal with either urea or ammonium acetate on growth rate and nitrogen retention in calves fed ad-libitum. Animal Prod., 9: 197-201, 1967.
7. Leibholzt, J. & R. W. Naylor. The effect of urea in the diet of the early-weaned calf on weight gain, nitrogen and sulphur balance, and plasma urea and free amino acid concentrations. Australian J. Agric. Res., 22: 655-662, 1971.

8. Bressani, R., J. E. Braham, J. M. González & R. Jarquín. Efecto de la sustitución del nitrógeno de la proteína de leche por nitrógeno de urea en terneros no rumiantes. Arch. Latinoamer. Nutr., 23: 389-407, 1973.
9. Layne, E. Spectrophoretic and turbidimetric methods of measuring proteins. III. Biuret method. En: Methods in Enzymology. Vol. III. New York, Academic Press, Inc., 1957, p. 450.
10. Technicon Autoanalyzer Methodology. Ardsley, New York, Technicon Corporation, (Bulletins N-38, N-16b, N-15c y N-14b), 1967.