

## SUBPRODUCTOS AGROINDUSTRIALES Y UREA EN CONCENTRADOS PARA TERNEROS DE LECHEA DESTETADOS PRECOZMENTE<sup>1</sup>

*Marco Tulio CABEZAS,<sup>2</sup> Beatriz MURILLO<sup>2</sup>  
Jorge Mario GONZALEZ,<sup>3</sup> Héctor MELENDEZ,<sup>4</sup>  
J. Edgar BRAHAM<sup>5</sup> y Ricardo BRESANNI<sup>5</sup>  
Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá  
(INCAP), Guatemala, Guatemala, C. A.*

### RESUMEN

Se estudió la respuesta de terneros de lechería destetados a las 5 semanas de edad al consumo de concentrados iniciadores (I), cuyos principales ingredientes fueron harina de algodón, granillo o afrecho de trigo, melaza de caña de azúcar, puntas y hojas de maíz, secas y molidas, y urea.

Los concentrados fueron tres: + I 1, sin urea y con 25% de proteína cruda, 7.1% de fibra cruda y 3 kcal de energía digerible (ED)/kg; + I 2, sin urea y con 16.1% de proteína cruda, 12.5% de fibra cruda y 2.68 kcal ED/kg, y el + I 2U, con niveles similares de proteína, fibra cruda y ED que los del I 2, pero con 2.2% de urea que suministraba 36.2% del nitrógeno total del concentrado. Se integraron 3 grupos de 8 terneros raza Holstein de 3 días de edad cada uno, y todos recibieron 70 litros de leche íntegra y 4.032 kg de I 1 durante las primeras cinco semanas de vida. El I 1, molido finamente, se diluyó en agua y se suministró mezclado con la leche, substituyendo cantidades equivalentes de este alimento. Desde la primera hasta la décimotercera semana, se suministró ad libitum I 2 ó

I 2U, de acuerdo a los siguientes tratamientos (T): T1 (control): I 2 durante las 13 semanas; T 2: I 2 desde la 1a. hasta la 5a. semana, y el + I 2U de la 6a. a la 13a. semana; T 3: I 2U durante las 13 semanas.

En las primeras cinco semanas, los aumentos de peso fueron de 0.36, 0.40 y 0.40 kg/animal/día, mientras que el consumo de I 2 ó de I 2U + 2U fue de 0.52, 0.57 y 0.60 kg/animal/día para los tres tratamientos. Después del destete, los aumentos de peso y el consumo de I 2 ó de I 2U 2U y la conversión alimenticia fueron: 0.78, 0.75 y 0.71 g/animal/día; 3.28, 3.26 y 3.33 kg/animal/día, y 4.20, 4.33 y 4.67, respectivamente. Los resultados de las trece semanas del experimento reflejaron los de las dos etapas mencionadas, pues ninguno de los tres tratamientos afectó en forma diferente los aumentos de peso y el consumo de alimento. Lo mismo sucedió con las mediciones de perímetro torácico y alzada, así como con las concentraciones de proteína, albúmina, nitrógeno de urea y amoníaco en el suero sanguíneo. El consumo de materia seca alcanzó niveles hasta de 5% del peso vivo de los terneros, lo que se atribuyó a la baja densidad calórica de los iniciadores. El consumo de proteína digerible en las últimas semanas del experimento excedió notablemente los requerimientos para aumentos de peso similares a los obtenidos. Se concluyó que es posible utilizar con éxito concentrados elaborados a base de subproductos agroindustriales en la alimentación de terneros destetados precozmente, y que éstos toleran cantidades relativamente altas de urea en la dieta.

<sup>1</sup> Se agradece la ayuda financiera de la Research Corporation, con sede en Nueva York, N. Y., E.U.A. (Subvención INCAP No. 710).

<sup>2</sup> y <sup>3</sup> División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del INCAP y Administrador de la Finca Experimental de la misma, respectivamente.

<sup>4</sup> Parte de la investigación constituyó tesis de este autor y presentada a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de San Carlos de Guatemala.

<sup>5</sup> Jefe Asistente y Jefe de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del Instituto, respectivamente.

Recibido, Noviembre 1976.

## SUMMARY

An experiment was conducted to determine the performance of dairy calves weaned at 5 weeks of age and fed starter concentrates (S) made with the following basic ingredients: cottonseed meal wheat bean, wheat midlings, sugarcane molasses, ground corn fodder and urea.

Three starters were used: S 1, without urea and with 25% crude protein (CP), 7.1% crude fiber (CF) and 3 kcal digestible energy (DE/kg); S 2, without urea and with 16.1% CP, 12.5% CF and 2.68 kcal/DE/kg, and S 2U, with similar CU, CF and DE content than S 2, but with 2.2% urea that provided 36.2% of the starter total nitrogen. The experiment utilized 24 Holstein males. All groups were fed 70 lt of whole milk and 4,032 g of S 1 during the first 5 weeks. The S 1 was finely ground, diluted in water and mixed with milk, substituting equivalent amounts of this feed. S 2 or S 2U was fed ad libitum beginning the first week, according to the following treatments (T): T1 (control): S 2 from the first to the 13th week, T2: S 2 from the first to the 5th week and S 2U from the 6th to the

13th week; T3: S 2U from the first to the 13th week, There were two groups of calves per treatment.

During the first five weeks, the average daily gains (ADG) were 0.36, 0.40 and 0.40 kg/head, and the daily intakes of S 2 or S 2U were 0.52, 0.57 and 0.60 kg/head, for the three treatments. After weaning, ADG, daily intake of S 2 or S 2U and feed/gain ratio were 0.78, 0.75, 0.71 kg/head; 3.28, 3.26, 3.33 kg/head, and 4.20, 4.33, 4.67, respectively. No differences in ADG, daily feed intake, feed/gain ratio, heart girth, height of the withers and serum protein, albumin, urea nitrogen and ammonia were found for the thirteen weeks period. The dry matter intake per day reached up to 5% body weight when calves were thirteen weeks of age as result of the low energetic concentration of the starters. The daily intake of digestible protein during the last weeks of the experiment exceeded the requirements for the ADG obtained. It was concluded that concentrates made from byproducts available locally, can be used successfully for early weaning of dairy calves, and that these animals tolerate fairly high amounts of urea in their diets.

## INTRODUCCIÓN

El destete precoz de terneros persigue promover el rápido desarrollo del retículo rumen y, consecuentemente, la transformación del animal en rumiante. Este sistema de crianza ha sido desarrollado empleando cantidades limitadas de alimento líquido y estimulando el consumo de concentrado en el transcurso de las primeras 3 a 5 semanas de vida del ternero (Roy, 1970). Para asegurar el éxito del destete precoz se ha recomendado el uso de concentrados iniciadores de alta calidad elaborados a base de cereales y fuentes naturales de proteína tal como la harina de soya (Roy, 1970). El costo de estos concentrados es relativamente alto en los países centroamericanos, lo que limita su empleo en la alimentación de terneros machos de lechería para la producción de car-

ne, ya sea que se aplique el sistema de destete precoz o bien al destete a los 4 o 5 meses de edad.

Uno de los objetivos del presente trabajo, por lo tanto, fue estudiar el crecimiento de terneros destetados a las 5 semanas de edad, utilizando concentrados iniciadores elaborados a base de subproductos agroindustriales disponibles en el área centroamericana. Un segundo propósito fue determinar la respuesta de los terneros a la presencia de nitrógeno no proteínico (NNP) en forma de urea en los iniciadores, aspecto que ha sido estudiado por diversos investigadores (Brown *et al.*, 1956; Kay *et al.*, 1967; Leibholtz y Naylor, 1971; Loosli y McCay, 1943; Stobo *et al.*, 1967; Winter, 1973), con resultados muy variados y contradictorios.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en la Finca Experimental del INCAP, situada a 41 km de la ciudad capital de Guatemala, a una altitud de 1 480 metros sobre el nivel del mar. Se utilizaron como animales experimentales 24 terneros Holstein, los que

recibieron calostro durante sus primeros tres días de vida. Al cuarto día, los terneros fueron alojados en corrales individuales de acuerdo a los tratamientos respectivos, y en donde tuvieron acceso libre al agua. Al llegar a la finca los terneros fue-

ron vacunados contra bronquitis, neumonía y tétanos, y fueron desparasitados periódicamente. Además, mensualmente recibieron dosis intramusculares de vitaminas A, D y E equivalentes a 1 000 000, 150 000 y 100 UI por mes, respectivamente.

CUADRO 1. COMPOSICION DE LOS INICIADORES PARA TERNEROS

	Iniciador 1 %	Iniciador 2 %	Iniciador 2U %
<b>Ingredientes:</b>			
Harina de algodón	50.0	26.0	8.0
Granillo de trigo	35.2	—	—
Afrecho de trigo	—	25.2	35.0
Melaza de caña de azúcar	10.0	16.0	19.0
Puntas y hojas de maíz, secas y molidas	—	28.0	29.0
Grasa vegetal	—	—	2.0
Urea	—	—	2.2
Fosfato de calcio	1.2	1.2	1.2
Carbonato de calcio	2.4	2.4	2.4
Cloruro de sodio	0.5	0.5	0.5
Elementos menores + vitaminas	0.2	0.2	0.2
Aurofac-10	0.5	0.5	0.5
<b>TOTAL</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>
<b>Nutrientes:</b>			
Materia seca, %	88.1	88.7	89.3
Proteína cruda, %	25.0	16.1	15.9
Proteína digerible, %*	18.0	11.5	11.5
N como NNP, %	—	—	36.2
Fibra cruda, %	7.1	12.5	11.5
Fibra ácido detergente, %	—	21.5	20.6
Energía digerible,* Kcal/kg	3 000	2 680	2 730

\* Calculados de acuerdo a los valores proporcionados por Mc Dowell *et al.* (1974).

Todos los terneros recibieron leche íntegra en polvo diluida en agua a razón de 130 gramos por litro. En base seca, ésta contenía 26.4% de proteína cruda, 26.0% de grasa y 530 kcal de energía digerible por 100 g. Además, se emplearon tres concentrados llamados Iniciador 1, Iniciador 2 e Iniciador 2U, cuya composición se detalla en el Cuadro 1. Los tres concentrados fueron elaborados a base de subproductos agrícolas e industriales disponibles en Guatemala. La diferencia entre el Iniciador 2 y el Iniciador 2U radicó en la inclusión, en este último, de 2.2% de urea a expensas de harina de algodón. Esta última se obtuvo por el proceso de pre-prensa solvente, que es la que comúnmente se emplea en el área para la alimentación de rumiantes. El Iniciador 1 se administró mezclado con la leche para lo cual previamente se molió finamente a través de un tamiz No. 60, y después fue diluido en agua a razón de 144 gramos por litro a modo de que proporcionara la misma cantidad de proteína cruda que un litro de leche. Los Iniciadores 2 y 2U tenían una textura más gruesa y fueron proporcionados *ad libitum* en forma sólida.

CUADRO 2. COMPORTAMIENTO DE LOS TERNEROS DURANTE LAS TRECE SEMANAS. OCHO TERNEROS POR TRATAMIENTO

	Tratamientos		
	1	2	3
Peso inicial, kg	35.12	35.68	35.81
Peso final, kg	91.56	91.81	89.81
Aumento de peso, kg:			
Total	56.44	56.13	54.00
Por día	0.62	0.61	0.59
Consumo de alimento, kg:			
Leche en polvo	9.10	9.10	9.10
Iniciador 1	4.03	4.03	4.03
Iniciador 2	202.30	20.12	—
Iniciador 2U	—	182.50	207.38
<b>TOTAL:</b>	<b>215.43</b>	<b>215.75</b>	<b>220.51</b>
Kg de alimento/kg de peso			
	3.81	3.91	4.08

Se usó como diseño experimental el de bloques al azar, aplicando tres tratamientos a grupos de 8 terneros subdivididos en 2 repeticiones de 4 animales cada uno. El plan de alimentación empleado en los tres tratamientos (Cuadro 2), es una modificación del utilizado por Jarquín *et al.* (1974). Todos los terneros fueron destetados precozmente a las 5 semanas de edad después de haber recibido un total de 70 litros de leche y 4.032 kg de Iniciador 1. La diferencia entre los tres tratamientos fue el tipo de concentrado sólido administrado *ad libitum* desde la primera semana o a partir del destete. Así, el grupo de terneros No. 1 recibió el Iniciador 2 todo tanto antes como después del destete; el grupo No. 2 fue alimentado con el Iniciador 2 desde la 1a. hasta la 5a. semana de vida, y luego recibió el Iniciador 2U de la 6a. a la 13a. semana; el grupo No. 3, consumió el Iniciador 2U todo el tiempo. De esta forma se trató de establecer si el consumo de urea antes del destete mejoraba la eficiencia de utilización del NNP por parte del ternero después de haber dejado de ingerir alimento líquido.

El crecimiento de los terneros se determinó al inicio del experimento y al final de cada semana, midiendo su peso corporal, alzada y perímetro torácico. El consumo de alimento también fue registrado semanalmente y, en base a este dato y el de aumento de peso, se calculó la eficiencia de conversión alimenticia.

Al inicio, al destete y al final del experimento se obtuvieron por punción yugular 20 cc de sangre de cada ternero, de la que se extrajo el suero que luego fue almacenado bajo refrigeración. Posteriormente se determinó su contenido de proteína total, albúmina, y nitrógeno de urea por medio de un autoanalizador Technicon. Se determinó también amoníaco utilizando el método de Olink (1955).

Cada dos semanas se tomaron muestras de los iniciadores para determinar su contenido de materia seca, proteína cruda y fibra cruda (A. O. A. C., 1970). En los Iniciadores 2 y 2U se estableció también su contenido de fibra ácido detergente (Goering y Van Soest, 1970). Todos los resultados obtenidos fueron sometidos a análisis de varianza aplicando los métodos de Snedecor y Cochran (1967).

## RESULTADOS

En el Cuadro 2 se da a conocer el comportamiento general de los terneros en el transcurso de las trece semanas que duró el experimento. Según se observa, los aumentos de peso fueron similares con los tres tratamientos, siendo los valores para cada grupo, de 0.62, 0.61 y 0.59 kg/día, respectivamente. Lo mismo sucedió con las otras medidas de crecimiento registradas que se detallan en el Cuadro 3. Como lo revelan los Cuadros 3, 4 y 5, tampoco se observaron diferencias significativas en el crecimiento de los terneros, antes y después del destete. La tasa de crecimiento de los tres grupos experimentales aumentó gradualmente a lo largo de las trece semanas, tendencia que se mantuvo incluso en la sexta semana, inmediatamente después del destete. El consumo de alimento fue similar en los tres grupos de terneros, sin que se observaran diferencias significativas debido a la inclusión de urea en el Iniciador 2 desde la primera o la sexta semana en los tratamientos 3 y 2, respectivamente (Cuadros 2, 4 y 5). El grupo testigo fue un tanto más eficiente en lo que a conversión del alimento se refiere, como resultado de su mayor incremento de peso a partir de la sexta semana. Sin embargo, esta superioridad sobre los

demás grupos no fue muy marcada. Estos resultados indican, pues, que la presencia de 2.2% de urea en el Iniciador 2 no afectó el rendimiento de los terneros del Grupo No. 3 durante la etapa en que su rumen no se encontraba del todo desarrollado, pero que tampoco propició una mejor utilización del NNP por estos mismos animales después del destete.

CUADRO 3. PERIMETRO TORACICO Y ALZADA DE LOS TERNEROS

Parámetro	Día del experimento	Tratamiento		
		1	2	3
Perímetro torácico, cm	1	78.75	78.50	78.12
	35	85.12	85.00	85.62
	91	103.50	104.00	102.37
Alzada, cm	1	74.36	74.37	72.87
	35	77.50	78.12	77.35
	91	87.75	88.00	87.37

**CUADRO 4. COMPORTAMIENTO DE LOS TERNEROS DE LA PRIMERA A LA QUINTA SEMANA DE ALIMENTACION\***

	<i>T r a t a m i e n t o s</i>		
	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Peso inicial, kg	35.12	35.68	35.85
Peso final, kg	47.87	49.68	49.93
Aumento de peso, kg:			
Total	12.75	14.00	14.08
Por día	0.36	0.40	0.40
Consumo de alimento, kg:			
Leche en polvo	9.10	9.10	9.10
Iniciador 1	4.03	4.03	4.03
Iniciador 2	18.23	20.13	—
Iniciador 2U	—	—	20.99
TOTAL:	31.36	33.25	33.11
Consumo de urea por día, g	—	—	13.20
Kg de alimento/kg de aumento de peso	2.46	2.38	2.35

\* Edad de los terneros a la quinta semana de alimentación: 39 días.

En las Figuras 1, 2 y 3 se muestran las cantidades de materia seca, energía digerible (ED) y proteína digerible ingeridas diariamente por los terneros a lo largo del experimento. Se incluyen también los valores proporcionados por Roy (1970) en lo referente a la capacidad de consumo de materia seca y los requerimientos de energía y proteína digeribles para lograr aumentos ponderales diarios de 0.5 y 1.0 kg por ternero, con iniciadores de alta calidad. En la Figura 1 se observa que el consumo de materia seca aumentó ininterrumpidamente después del destete, alcanzando niveles hasta de 5% del peso vivo, porcentaje que es notablemente superior al indicado por Roy (1970). El alto consumo de materia seca dio como resultado que los animales ingirieran cantidades de energía y proteína digeribles que sobrepasaron los requerimientos para lograr aumentos de 1.0 kg por día a partir de los 75 y los 55 kg de peso, respectivamente. Sin embargo, como ya se mencionó antes, en el presente estudio los terneros no alcanzaron dicha tasa de crecimiento después del destete.

**CUADRO 5. COMPORTAMIENTO DE LOS TERNEROS DE LA SEXTA A LA DECIMOTERCERA SEMANA DE ALIMENTACION**

	<i>T r a t a m i e n t o s</i>		
	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Peso inicial, kg .	47.87	49.68	49.93
Peso final, kg	91.56	91.81	89.81
Aumento de peso, kg:			
Total	43.69	42.13	39.88
Por día	0.78	0.75	0.71
Consumo de alimento, kg: .			
Iniciador 2	183.50	—	—
Iniciador 2U	—	182.50	186.40
TOTAL:	183.50	182.50	186.40
Consumo de urea por día, g	—	71.72	73.26
Kg de alimento/kg de aumento de peso	4.20	4.33	4.67

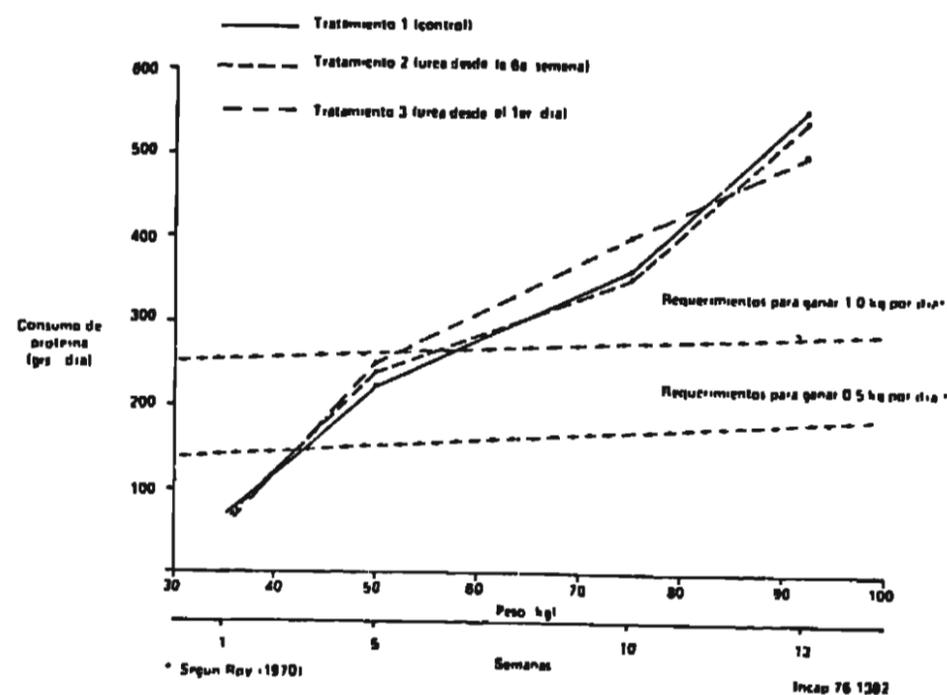


Fig. 1. Consumo de materia seca, por ternero, comparado con la capacidad de consumo, establecido con iniciadores utilizados en Europa.

En el Cuadro 6 se muestra las concentraciones de proteína, albúmina, nitrógeno de urea y amoníaco determinadas en el suero sanguíneo de los terneros, al inicio y al final de la quinta y la décimotercera semana. No se observaron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) en los niveles de proteína y albúmina. El nitrógeno de urea aumentó con la edad de los animales, principalmente en aqué-

llos cuyos tratamientos contenían urea, hallazgo que difiere de las observaciones de Leibholtz y Naylor (1971). Las concentraciones de amoníaco fueron similares en todos los tratamientos y tiempos de muestreo, con excepción del tratamiento 3, en el que disminuyó en el último día del estudio. Estas diferencias en nitrógeno de urea y amoníaco tampoco fueron significativas ( $P < 0.05$ ).

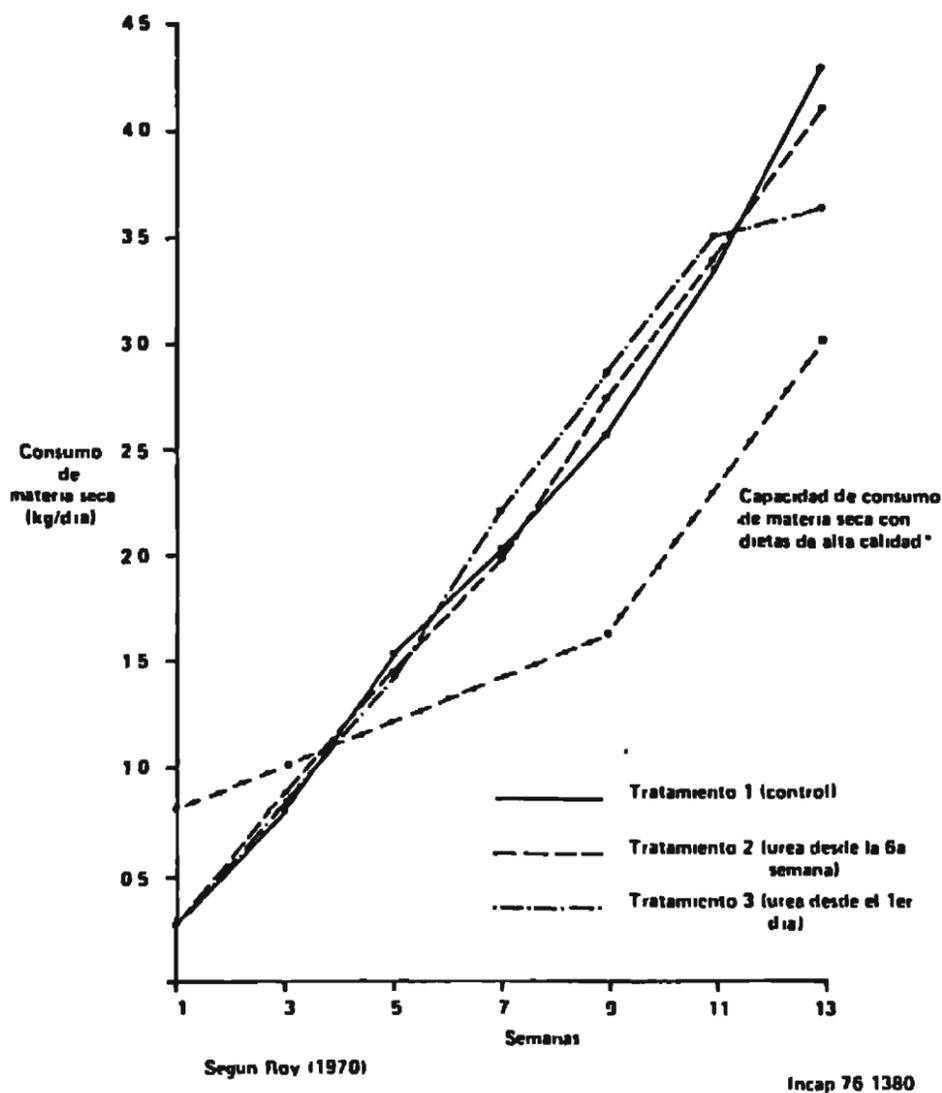


Fig. 2. Consumo de energía digerible, por ternero, comparado con los requerimientos para aumentos de peso de 0.5 y 1.0 kg por día.

CUADRO 6. CONCENTRACION DE METABOLITOS EN EL SUERO DE LOS TERNEROS EN DIFERENTES DIAS DEL EXPERIMENTO

Metabolitos	Día del Tratamiento			
	experimento	1	2	3
Proteína (g/100 ml)	1	6.31	6.06	5.86
	35	4.15	5.77	5.70
	91	6.46	6.30	6.55
Albúmina (g/100 ml)	1	2.31	2.47	2.36
	35	2.56	2.48	2.59
	91	3.17	3.20	3.19
Nitrógeno de urea (mg/100 ml)	1	10.00	12.00	10.00
	35	14.00	13.00	15.00
	91	13.00	17.00	16.00
Amoníaco (mg/100 ml)	1	1.57	1.52	1.52
	35	1.46	1.37	1.57
	91	1.27	1.40	1.09

## DISCUSIÓN

Los resultados de este estudio demuestran que el destete precoz de terneros puede realizarse utilizando concentrados elaborados con subproductos agroindustriales, cuya calidad es inferior a la de los que se recomienda para la aplicación de tal sistema (Roy, 1970). Sin embargo, la respuesta de los terneros fue un tanto diferente a la obtenida con concentrados de alta calidad, que es la que ha servido de base para establecer las normas de alimentación para estos animales (Roy, 1970).

Consideramos que tales diferencias están relacionadas con la concentración energética de ambos

tipos de alimento. Los concentrados elaborados a base de cereales contiene de 3.5 a 3.7 kcal ED/kg, mientras que los empleados en este trabajo tenían una concentración energética estimada en 2.7 kcal/kg. Kay *et al.* (1970) encontraron que a medida que la concentración energética de la dieta disminuía, el consumo de materia seca por terneros de 3 a 15 semanas de edad aumentaba significativamente. De acuerdo a Jahn *et al.* (1970) el consumo de alimento por terneros de 8 a 21.5 semanas de edad aumenta cuando el contenido de fibra ácido detergente (FAD) de la dieta aumenta hasta un

máximo de 23%, y que incrementos subsecuentes de fibra producen disminuciones en el consumo de alimento. Estos resultados indudablemente están relacionados con la concentración energética de la dieta, la cual guarda una relación inversa con el contenido de fibra de los alimentos (Blaxter, 1964). En el trabajo que nos ocupa los iniciadores 2 y 2U tenían un promedio de 21.0% de FAD, pero el consumo de alimento fue superior al observado por Jahn *et al.* (1970) en terneros de más edad.

No obstante los altos consumos de materia seca y energía digerible, los incrementos de peso fueron inferiores a los que cabría esperar con tales ingestas de alimento. Estos resultados pueden atribuirse a que la eficiencia de utilización de la energía de los alimentos por los rumiantes disminuye cuando su contenido de fibra aumenta y su densidad calórica decrece (Blaxter, 1964). Jahn y Chandler (1976) han confirmado estos hallazgos en sus estudios con terneros de 8 a 20 semanas de edad.

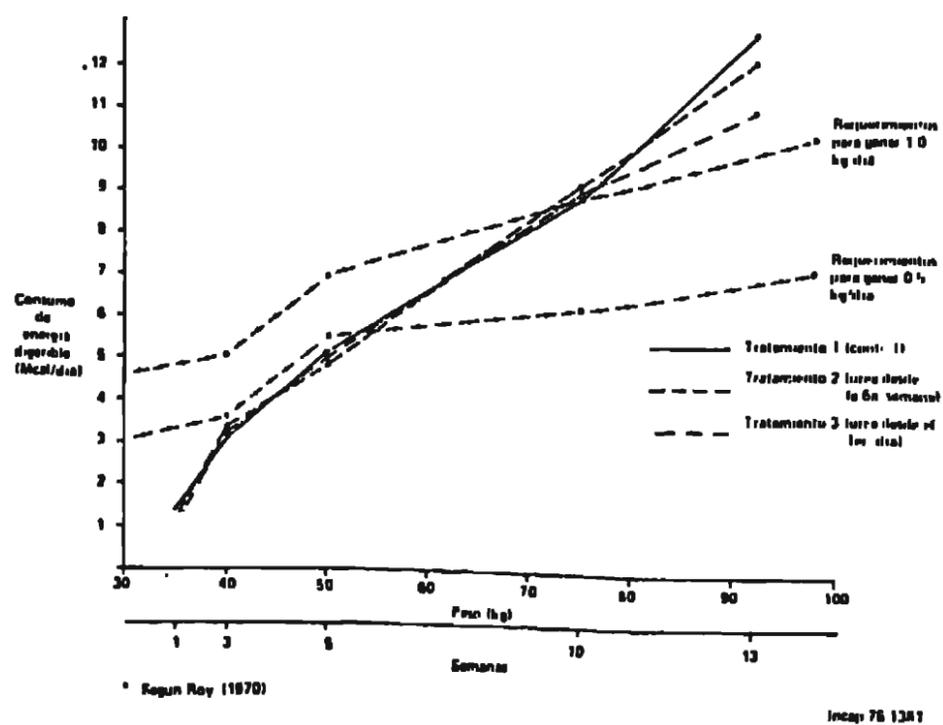


Fig. 3. Consumo de proteína digerible, por ternero, comparado con los requerimientos para aumentos de peso de 0.5 y 1.0 kg por días.

En base a los aumentos de peso y del consumo y requerimientos de proteína digerible (Figura 3), es posible formular algunas observaciones con respecto al grado de utilización del NNP por los terneros incluidos en nuestro estudio. El bajo consumo de proteína digerible que en relación a los requerimientos, se observó durante las primeras semanas de vida de los terneros, indica que los animales del Grupo 3 utilizaron, al menos parcial-

mente, el NNP presente en el Iniciador 2U para satisfacer sus requerimientos protéicos en esa etapa. Esta posibilidad la sustentan los estudios de Bressani *et al.* (1973) y Braham *et al.* (1974), quienes encontraron que terneros pre-rumiantes eran capaces de utilizar pequeñas cantidades del NNP incluido en sustitución del nitrógeno de la proteína láctea. Después del destete los terneros ingirieron cantidades de proteína digerible superiores a los requerimientos establecidos con dietas altas en concentrado y bajas en fibra (Roy, 1970). Jahn y Chandler (1976) demostraron que los requerimientos protéicos de terneros rumiantes alimentados con dietas altas en fibra son mayores que las de aquellos que consumen dietas bajas en fibra. Con estas dietas, el requerimiento de proteína cruda para lograr un aumento de 0.75 kg/día por terneros de 100 kg de peso, fue de 525 g/día. En el presente estudio el consumo de proteína cruda cuando los terneros de los Grupos 2 y 3 pesaban 90 kg fue de 770 y 715 g, respectivamente, de los cuales, 490 y 455 g correspondían a proteína verdadera. Esto significa que en las últimas semanas del experimento prácticamente todo el requerimiento protéico de los terneros fue satisfecho por proteína verdadera, y que el NNP no fue utilizado, excretándose por la orina. Lo mismo puede decirse del nitrógeno protéico ingerido en exceso de los requerimientos por los terneros del Grupo 1. De estas observaciones se deduce que el contenido de proteína cruda de los iniciadores para terneros destetados precozmente puede reducirse a niveles inferiores a 16% después de la sexta o séptima semana del periodo de alimentación, lo cual coincide con lo informado por Morrill y Melton (1973) así como por Gardner (1968), con dietas de alta concentración energética suministradas *ad libitum*.

En lo que respecta al crecimiento y al consumo de alimento por los terneros que recibieron urea, los resultados obtenidos en nuestro estudio son similares a los publicados por Winter (1973), quien observó que la inclusión de 2.3% y 2.6% de urea en reemplazo de harina de soya, en iniciadores que contenían entre 16.2 y 17.2% de proteína cruda, no disminuyó el rendimiento de terneros de 6 a 13 semanas de edad. En dicho caso, el contenido de proteína verdadera del iniciador fue prácticamente el mismo del iniciador 2 empleado en este trabajo, o sea, aproximadamente el 10% de la proteína cruda total. En los trabajos de Kay *et al.* (1967), Stobo *et al.* (1967) y Leibholtz y Naylor (1971) los resultados fueron diferentes a los de Winter

(1973) y los del presente estudio, ya que en todos ellos se observó un menor crecimiento en los terneros destetados precozmente cuando la proteína natural del iniciador se redujo a niveles de 12% o menos, a causa de su substitución parcial por urea. En todos estos casos el consumo de alimento fue afectado negativamente por la presencia de urea en el iniciador, lo que posiblemente haya sido la causa fundamental de la disminución de la tasa de crecimiento de los terneros.

En los estudios de Loosli y McCay (1943) y Brown *et al.* (1956) se encontró que el crecimiento mejoraba en forma significativa al agregar urea a concentrados que contenían niveles muy bajos de proteína cruda, i.e. 4.4 y 6.7%, respectivamente. Estos constituyen ejemplos claros de deficiencia de nitrógeno total en los que la suplementación con NNP se traduce en una mejor utilización del nitrógeno ingerido, hecho que no debe confundirse con el reemplazo de proteína verdadera por NNP.

En ninguno de los trabajos antes citados ni en el presente estudio se observaron efectos tóxicos producidos por la urea, no obstante las cantidades relativamente altas ingeridas por los animales, in-

cluso cuando aún se encontraban en la etapa de pre-rumiantes. De acuerdo con Stiles *et al.* (1970), por ejemplo, la ingestión de 1.08 g de urea por kg de peso, por día, produce efectos tóxicos en bovinos adultos ya adaptados al consumo de esa sustancia. En el presente estudio, en cambio, los terneros del Grupo No. 3 consumieron 0.75 y 1.01 g de urea por kg de peso por día a la edad de 5 y 13 semanas, respectivamente. Estos resultados muestran la gran capacidad de becerros para consumir urea cuando ésta es administrada gradualmente, así como las posibilidades que existen de emplear NNP como sustituto o suplemento de la proteína natural en la alimentación de esos animales.

Este trabajo, al igual que el de Jarquín *et al.* (1974), demuestra que es factible desarrollar y aplicar sistemas de alimentación para la crianza artificial de terneros de lechería que resulten económicos y que permitan incluir becerros de lechería para la producción de carne. La base de tales sistemas debe ser el destete de los terneros a una edad no mayor de 9 semanas, y el uso de materias primas de producción local para la elaboración de iniciadores de formulación simple y de bajo precio.

#### LITERATURA CITADA

- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. 1970. Official Methods of Analysis of the AOAC. 11th ed. The Association. Washington, D. C., p. 957.
- BLAXTER, K. L. 1964. Metabolismo Energético de los Rumiantes. Editorial Acribia, España, p. 314.
- BRAHAM, J. E., R. JARQUÍN, J. M. GONZÁLEZ y R. BRESSANI. 1974. Utilización de urea en terneros de dos días a cinco y doce semanas de edad. Arch. Latinoamer. Nutr. 24: 201-222.
- BRESSANI, R., J. E. BRAHAM, J. M. GONZÁLEZ y R. JARQUÍN. 1973. Efecto de la sustitución del nitrógeno de la proteína de la leche por nitrógeno de urea en terneros no rumiantes. Arch. Latinoamer. Nutr. 23: 389-407.
- BROWN, L. D., C. A. LASSITER, J. P. EVERETT and J. W. RUST. 1956. The utilization of urea nitrogen by young dairy calves. J. Anim. Sci. 15: 1125-1132.
- GARDNER, R. W. 1968. Digestible protein requirements of calves fed high energy rations ad-libitum. J. Dairy Sci. 51: 888-897.
- GOERING, H. K. and P. J. VAN SOEST. 1970. Forage Fiber Analysis (apparatus, reagents, procedures and some application). USDA, ARS, Washington, D. C. (Agricultural Handbook No. 379).
- JAHN, E. and P. T. CHANDLER. 1976. Performance and nutrient requirements of calves fed varying percentages of protein and fiber. J. Anim. Sci. 42: 724-735.
- JAHN, E., P. T. CHANDLER and C. E. POLAN. 1970. Effects of fiber and ratio of starch to sugar on performance of ruminating calves. J. Dairy Sci. 53: 466-474.
- JARQUÍN, R., J. M. GONZÁLEZ, M. T. CABEZAS, J. E. BRAHAM y R. BRESSANI. 1974. Crecimiento de terneros utilizando cantidades limitadas de leche y formulaciones con niveles proteínicos diferentes. Turrialba, 24: 250-255.
- KAY, M., N. A. MACLEOD, G. M. MCKIDDIE and E. B. PHALIP. 1967. 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. Anim. Prod. 9: 197-201.
- KAY, M., N. A. MACLEOD and M. McLAREN. 1970. Nutrition of the early weaned calf. XI. Intake of diets differing in energy concentration. Anim. Prod. 12: 413-418.
- LEIBHOLTZ, J. and R. W. NAYLOR. 1971. 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.
- LOOSLI, J. K. and C. M. McCAY. 1943. Utilization of urea by young calves. *J. Nutr.* 25: 197-202.
- MCDOWELL, L. R., J. E. CONRAD, J. E. THOMAS y I. H. HARRIS. 1974. Latin american tables of feed composition. Universidad de Florida, Gainesville, Florida, EUA, 509 p.
- MORRILL, J. L. and S. L. MELTON. 1973. Protein required in starters for calves fed milk once or twice daily. *J. Dairy Sci.* 56: 927-931.
- OLRINK, K. J. 1955. A modified conway unit for micro-diffusion analysis. *J. Biochem.* 59: 134.
- ROY, J. H. B. 1970. *The Calf*. Vol. 2. Nutrition and Health. 3rd. ed. Iliffe Books Ltd., London, England.
- SNEDCOR, G. W. and W. COCHRAN. 1967. *Statistical Methods*. 6th. ed. The Iowa State University Press, Ames, Iowa. 593 p.
- STILES, D. A., I. E. BARTLEY, R. M. MEYER, C. W. DEYOE and H. B. FROST. 1970. Feed processing. VII. Effect of an expansion processed mixture of grain and urea (stareca) on nitrogen utilization in cattle and on urea toxicity. *J. Dairy Sci.* 53: 1436-1447.
- STOBO, I. J. F., J. H. B., ROY and H. J. GASTON. 1967. 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. *Anim. Prod.* 9: 155-165.
- WINTER, K. A. 1973. Urea as a nitrogen supplement in starter feeds for early weaned calves. *Canadian J. Anim. Sci.* 53: 339-343.

A.I.P.A. Mem. 12:23-31. 1977