

Crecimiento de terneros utilizando cantidades limitadas de leche y formulaciones con niveles proteínicos diferentes^{*1/}

ROBERTO JARQUIN**, JORGE MARIO GONZALEZ***, MARCO TULIO CABEZAS**, J. EDGAR BRAHAM****, RICARDO BRESSANI****

ABSTRACT

A total of thirty male Holstein calves that had received colostrum were fed with limited amounts of milk for a five-week period. From the third week on, part of the milk was replaced by a calf starter diluted in water, and the same calf starter was also provided ad libitum in dry-powder form. The average daily weight gain during the first five-week period was 402 g, at the end of which the same calves were distributed in six experimental groups. All of them were then exposed for 8 weeks to a feeding system based on rations with a protein content ranging from 17.8 to 25.1 per cent. Daily weight gains did not show significant differences among treatments.

The addition of increasing amounts of a filler, consisting of dry chopped corn plant tops, at the expense of protein in the rations, increased their fiber content as the protein in the formulations decreased. This exerted a beneficial effect on the incidence of bloating observed in the animals, which was appreciably reduced.

It is concluded that calves reared on limited amounts of milk under the system described, allow an adequate development of animals fed rations containing 17.8 per cent protein.

According to the market prices of the ingredients at the time the study was carried out, the cost of the rations leads to the conclusion that the feeding system described can be economically applied to dairy calves. — The authors.

Introducción

LOS sistemas tradicionales de crianza de terneros se basan en el empleo de grandes cantidades de leche por períodos variables. Según investigaciones efectuadas por Neville y colaboradores (16) en

lo que a ganancias de peso se refiere durante las primeras seis semanas de vida, existen diferencias altamente significativas cuando a los terneros se les alimenta con leche en cantidades de 10, 14 y 18 por ciento del peso vivo del animal. Gardner y colaboradores (8), por otra parte, constataron un crecimiento satisfactorio y una incidencia baja de diarrea al suministrarles leche, *ad libitum*, tres veces diarias. Marshall y Smith (14), en cambio, en sus estudios con terneros Jersey, notifican un menor crecimiento de éstos al administrarles leche entera en cantidades equivalentes a 9 por ciento de su peso corporal, en comparación con el obtenido al ser alimentados con leche entera, leche descremada y colostro *ad libitum*.

Debido al alto costo de la leche y a su baja disponibilidad en el mercado, los autores del presente trabajo consideran que deben hacerse esfuerzos por eliminar parte de la leche de la dieta de los terneros, reemplazándola por mezclas que contengan proteína vegetal a

* Recibido para su publicación el 26 de abril de 1974.

1/ Esta investigación se llevó a cabo con fondos de la Research Corporation, con sede en la ciudad de Nueva York, N.Y., E.U.A.

** Científicos de la Sección de Nutrición Animal, División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), Guatemala, C. A.

*** Agrónomo, Administrador de la Finca Experimental del INCAP, situada en San Raymundo Sacatepéquez, Guatemala.

**** Jefe Asistente y Jefe de la misma División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del INCAP, respectivamente.

Publicación INCAP E-765.

fin de permitir una mayor disponibilidad de leche para consumo de la población humana.

Existe además, gran interés por aprovechar los terneros machos provenientes de las explotaciones lecheras que generalmente se sacrifican a muy temprana edad a causa del costo tan elevado de los sistemas de alimentación actuales. Entre las posibilidades en este sentido, cabe mencionar el sistema de destete precoz. En América Latina, por ejemplo, las investigaciones de Butterworth y colaboradores (4, 5, 6), y de Quiñónez y Preston (18), han sido muy valiosas a este respecto.

En vista de la gran preocupación actual por reducir los costos que la crianza artificial de terneros exige, así como por desarrollar sistemas de alimentación fáciles de aplicar, el trabajo aquí descrito tuvo dos objetivos primordiales. El primero fue estudiar la respuesta de terneros recién nacidos, raza Holstein, a un sistema de alimentación a base de leche en cantidades limitadas y con un iniciador proteínico suministrado a discreción. La duración de esta etapa experimental fue de 5 semanas. El segundo objetivo fue investigar diferentes porcentajes de proteína en la ración, con miras a determinar cuáles de éstos satisfacían las necesidades de dicho nutrimento en terneros destetados, aplicando este sistema durante las ocho semanas subsiguientes a la primera etapa.

Materiales y métodos

Se utilizaron 30 terneros castrados raza Holstein, cuyo peso inicial promedio era de 38,3 kg, con una desviación estándar de 4,7. Todos recibieron calostro durante los primeros cuatro días de vida y luego fueron sometidos a un sistema de alimentación líquida (leche) por 35 días, según el plan alimenticio descrito en el Cuadro 1, efectuando dos tomas diarias directamente del balde. A partir de la tercera semana, el iniciador cuya fórmula se describe en el Cuadro 2, fue diluido en agua y administrado juntamente con leche. Por análisis químico éste contenía: humedad, 11,0 por ciento; extracto etéreo, 4,6 por ciento; fibra cruda, 10,2 por ciento; cenizas, 8,0 por ciento; proteína cruda, 25,1 por ciento; extracto libre de nitrógeno (por diferencia), 41,1 por ciento y 306 Kcal/100 g (calculada). En términos de proteína, la cantidad de iniciador agregada corresponde a la cantidad de leche que se disminuye. A partir de la tercera semana este mismo iniciador también fue ofrecido *ad libitum*, en forma sólida, a todos los terneros. Se llevó un registro semanal del consumo de alimento y del peso individual de los animales.

Al concluir la etapa inicial de 35 días, los terneros fueron distribuidos en seis grupos experimentales, y expuestos a un sistema de alimentación a base de raciones de contenido proteínico diferente. La harina de algodón y el granillo de trigo* utilizados en la elaboración de las raciones se sometieron a análisis para determinar su contenido de proteína, siguiendo los métodos de la AOAC (1), y de acuerdo a ese contenido

Cuadro 1.—Plan alimenticio aplicado a terneros durante sus primeras cinco semanas de edad.

Edad días	Leche en polvo, por toma g	Fórmula proteínica, por toma g	Leche ingerida semanalmente g	Fórmula proteínica ingerida semanalmente g*
1 — 7	130	—	1.820	—
8 — 14	195	—	2.730	—
15 — 21	130	72	1.820	1.008
22 — 28	130	72	1.820	1.008
29 — 35	65	144	910	2.016
Promedio de ingestión	701	281	9.100 g	4.032 g

La leche y parte de la fórmula proteínica fueron diluidas en 98 litros de agua para cada animal.

- * Consumo *ad libitum* por ternero, de la fórmula proteínica: 16,3 $\pm$ 5,2 kg.
 Peso inicial de 30 terneros = 38,3 $\pm$ 4,7 kg.
 Peso final de 30 terneros = 52,4 $\pm$ 7,1 kg.
 Aumento en peso de 30 terneros = 14,1 $\pm$ 4,0 kg.
 Ganancia ponderal diaria promedio = 402 $\pm$ 114 g.

se diseñaron las formulaciones que se detallan en el Cuadro 2. Según se observa, la ración N° 1 corresponde al iniciador usado en la primera etapa y, por lo tanto, sirvió de control para el resto de las raciones. Todas ellas se analizaron químicamente, valiéndose de los mismos métodos (1), para determinación de humedad, grasa, proteína y fibra cruda; los carbohidratos se determinaron por diferencia.

Los animales provenientes de la primera etapa experimental se alojaron luego en corrales apropiados, asignando cinco terneros por grupo, donde tuvieron libre acceso a la formulación correspondiente, consumiendo también *ad libitum*, agua y una mezcla de minerales. El período experimental duró 8 semanas, y se llevó un registro semanal del peso de los animales así como del consumo de alimento.

Durante la primera y segunda etapa experimental, se observó la práctica de inyectar quincenalmente a todos los animales por vía intramuscular, con 2 cc de vitaminas A, D y E*. Además, se aplicó un plan profiláctico de vacunación propio para animales de esta edad, acompañado del mejor manejo posible y de los cuidados de higiene necesarios.

Resultados

Durante la primera etapa experimental, la ganancia ponderal promedio diaria de los 30 terneros utilizados en el estudio fue de 402 $\pm$ 114 gramos. Durante esta primera fase del experimento, cada ternero ingirió un

* Producto formado por las capas internas del grano, localizadas entre el afrecho y la parte almidonada del endospermo (7).

* Las concentraciones vitamínicas fueron: vitamina A, 500.000 UI/cc; vitamina D₂, 75.000 UI/cc; y vitamina E, 50 UI/cc.

Cuadro 2.—Formulación de las raciones administradas a terneros de 6 a 13 semanas de edad.

Ingredientes	Tratamientos N°					
	1*	2	3	4	5	6
Harina de algodón	50,0	46,0	42,3	38,9	35,8	32,4
Granillo de trigo	35,2	32,4	29,8	27,4	25,2	23,2
Melaza	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Hueso molido	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1
Carbonato de calcio	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Sal yodada	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Elementos menores + vitaminas	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Aurofac 10	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Tazol molido	—	6,8	13,1	18,9	24,2	29,6
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Proteína por análisis	25,1	23,2	21,8	20,1	19,5	17,8
Fibra cruda	10,1	11,0	12,0	13,0	14,0	16,0
Energía calculada, Kcal/100 g de ración	305,2	309,4	292,2	280,8	270,3	262,6

* Iniciador.

total de 70 litros de leche, equivalentes a 9.100 g de leche en polvo y 4.032 g de iniciador diluidos en 28 litros de agua. El consumo individual promedio del iniciador ofrecido *ad libitum* en forma sólida fue de 16,3 kg.

En la parte inferior del Cuadro 2 se detallan los resultados de los análisis de proteína, fibra cruda y energía calculada de las raciones empleadas en la segunda etapa experimental, o sea cuando los terneros tenían de 6 a 13 semanas de edad. Como lo revelan los datos, el contenido proteínico se manifiesta en relación inversa al de harina de algodón y granillo de trigo; esto era de esperar, ya que las raciones fueron diseñadas de acuerdo al tenor proteínico de estos ingredientes. Lo contrario ocurre con respecto al contenido de fibra cruda, lo que se debió al aumento progresivo de tazol* molido, empleado como relleno, a medida que se reducía el contenido proteínico de las raciones. La energía también disminuyó conforme aumentaba el contenido de fibra.

La respuesta de los animales a este plan de alimentación se describe en el Cuadro 3. En lo referente a la diferencia de los pesos iniciales entre los diversos grupos, esto no pudo evitarse, ya que al completar cinco terneros su etapa inicial de 35 días de alimentación, pasaban a la segunda etapa integrando un solo

grupo. Por existir una variabilidad relativamente grande entre el peso de los animales al nacer, era más que natural que esta variación se mantuviese en la etapa inicial de su crecimiento. Sin embargo, al ajustar los pesos iniciales por métodos estadísticos, los aumentos en peso de los animales sujetos a los diversos tratamientos proteínicos no fueron estadísticamente significativos. Los índices de eficiencia de alimentación registrados para los diferentes tratamientos pueden considerarse como favorables.

En general, la respuesta de los terneros a los diferentes tratamientos se considera satisfactoria, exceptuando la ración N° 1, con la que se obtuvo la menor ganancia diaria de peso. Es probable que ello se haya debido a las molestias ocasionadas por el timpanismo de que padecieron los animales, lo cual podría atribuirse hasta cierto grado al menor contenido de fibra cruda de la ración, ya que ésta es la única dieta en cuya formulación no se utilizó tazol molido.

Discusión

Los resultados de nuestro estudio indican que el programa de alimentación de cinco semanas dado a conocer en el Cuadro 1, rinde ganancias de peso aceptables que permiten un crecimiento adecuado de los animales. La cantidad de leche ingerida por ternero es un poco menor que las empleadas por Butterworth y colaboradores (5, 6) en sus investigaciones de destete

* El término tazol denota la parte vegetativa y deshidratada de la planta de maíz, desde el punto en que se recolecta la mazorca, hacia arriba.

Cuadro 3.—Crecimiento de terneros de 6 a 13 semanas de edad, con raciones de niveles proteínicos diferentes.

Niveles proteínicos %	Peso inicial promedio kg	Peso final promedio kg	Ganancia ponderal promedio kg	Peso inicial ajustado* kg	Eficiencia de alimentación**	Ganancia ponderal diaria kg
17,8	51,7	101,2	49,5	47,8	3,30	0,884
19,5	66,6	124,8	58,2	55,7	3,90	1,039
20,1	56,6	108,5	51,9	52,4	4,00	0,927
21,8	56,4	108,4	52,0	52,5	3,93	0,928
23,2	59,7	116,4	56,7	53,8	3,79	1,013
25,1	55,5	102,3	46,8	52,4	3,60	0,836

Los aumentos de peso de los animales sometidos a los diversos tratamientos proteínicos no fueron estadísticamente significativos.

* Ajustados por análisis de covariancia.

** Alimento consumido/ganancia de peso.

precoz. Además, en el estudio realizado por nosotros, el iniciador se incluyó a la tercera semana juntamente con la leche, a fin de asegurar su ingestión y obtener un desarrollo más temprano de la función del rumen, que es de donde deriva en general el éxito del destete precoz. Convendría explorar el comportamiento de los terneros, agregando el iniciador a la leche desde el principio —en la forma ya explicada y con miras a asegurar su consumo— ofreciéndoles a la vez el iniciador en forma sólida, *ad libitum*, desde la primera semana de alimentación artificial. En general, estos sistemas de crianza presentan una serie de posibilidades y modalidades factibles de aplicación. Sin embargo, el investigador se ve obligado a asociar la respuesta nutricional del animal a una secuencia lógica de alimentación, al igual que al costo en sí del sistema, a fin de que éste cobre suficiente atractivo para llevarlo a la práctica.

En cuanto a los ingredientes utilizados en la elaboración del iniciador, conviene indicar que siempre ha prevalecido cierto temor en lo que respecta al uso de harina de algodón en animales monogástricos, como lo es el ternero durante las primeras semanas de vida, sobre todo por la estrecha relación existente entre el contenido de gopipol y su toxicidad (9). Asimismo, se ha informado que algunas razas presentan mayor resistencia a la toxicidad del gopipol que otras (13). No obstante, existe suficiente evidencia experimental indicativa de que el sulfato de hierro y el hidróxido de calcio contrarrestan totalmente el efecto adverso que el gopipol ejerce en los animales monogástricos (2, 3, 10, 11). Siendo la harina de algodón la fuente más abundante de proteína en América Latina (17), los hallazgos de que se da cuenta permiten utilizarla con mayor confianza en el campo de la nutrición animal, en particular para el ternero. En nuestro estudio no se empleó ninguna de las sales de calcio y hierro mencionadas, utilizándose harina de algodón de producción corriente por el sistema de prensa, cuyo contenido de gopipol se mantiene en 0,06 g/100 g. Sin embargo, no se detectó ningún efecto adverso atribuible al gopipol.

Con fines comparativos, en la Figura 1 se muestra la curva de crecimiento de los 30 terneros en el transcurso de los 35 días que estuvieron sometidos al régimen alimenticio descrito, y el crecimiento de 7 terneros de la misma edad, raza y peso, empleados en otros estudios*. Debe aclararse que estos últimos, sin embargo, recibieron una alimentación a base de leche en

* Jarquín, R. Datos inéditos.

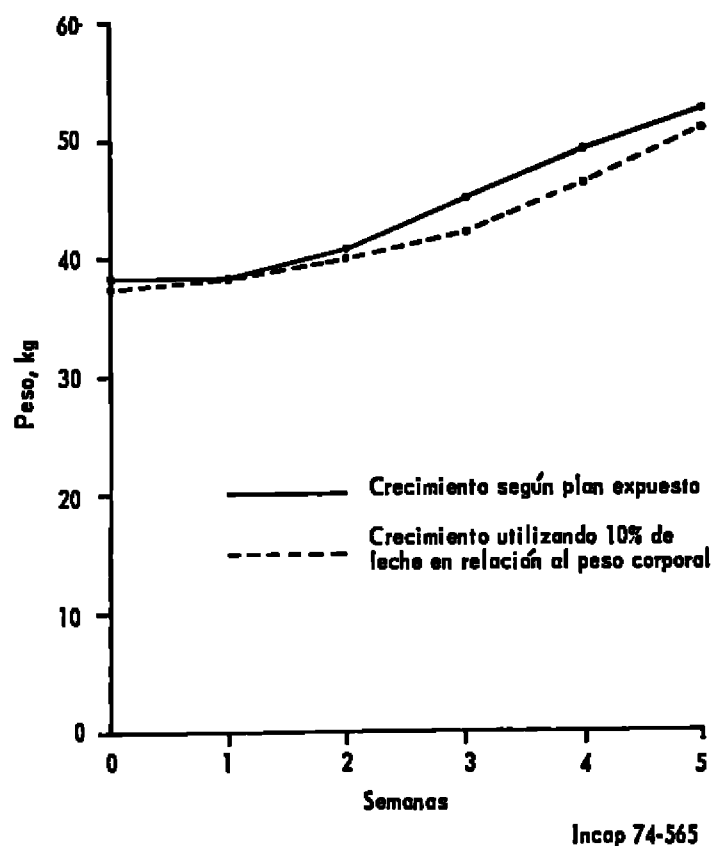


Fig. 1.—Crecimiento de terneros empleando alimentación restringida y alimentación en relación al peso del animal.

cantidades correspondientes al 10 por ciento de su peso corporal; además se les proporcionó a discreción, una fórmula proteínica de alta calidad. Las ganancias ponderales alcanzadas fueron superiores en los terneros sujetos al plan de alimentación restringida, expuesto en este trabajo, que en aquéllos cuya alimentación se hizo a base de leche en relación al 10 por ciento del peso del animal, a pesar de que en esta última forma los segundos ingirieron doble cantidad de leche que los primeros. Se reconoce que bajo el sistema de alimentación restringida, los terneros mantienen una ingestión deficiente en proteínas y calorías (15). Esto se refleja en un crecimiento lento durante las dos primeras semanas principalmente, y comienza a mejorar a la tercera semana, es decir, al permitírseles libre acceso a la fórmula proteínica. Si bien es cierto que con el suministro de leche a los terneros, en relación al 10 por ciento de su peso vivo, mejora el plan alimentario, bajo las condiciones experimentales utilizadas por nosotros los problemas digestivos aumentan, sobre todo los casos de diarrea, que, como es sabido, retrasan el crecimiento de los animales.

Las formulaciones usadas en la segunda etapa experimental se diseñaron con el propósito de obtener una variación de 16 a 25 por ciento en su contenido de proteína, proveniente de la combinación de harina de algodón y granillo de trigo. No obstante, las raciones Nos. 3, 4, 5 y 6 (Cuadro 2) muestran valores ligeramente más altos de los calculados, debido al aporte de la proteína proveniente del tazol molido. El nivel más bajo empleado es comparable a 17 por ciento de proteína, que es el que recomiendan Kay y MacLeod (12). En vista de que el sistema utilizado para alimentar terneros en la segunda etapa experimental con formulaciones que contengan más de 17 por ciento de proteína no ofrece ninguna ventaja, convendría modificar el programa de alimentación durante la primera etapa, suministrando a los terneros —juntamente con la leche— el mismo iniciador de alto contenido en proteína, pero proporcionándoseles *ad libitum* y en forma sólida, la fórmula con 17 por ciento de proteína. Se lograría así reducir el costo de la alimentación durante la primera etapa de crecimiento del ternero.

En el trabajo aquí descrito se hizo un análisis de los costos de alimentación utilizando los precios vigentes de los materiales utilizados. Puede así indicarse que durante la etapa inicial de 35 días, la ganancia de un kilogramo de peso cuesta US\$0,61 mientras que en la segunda etapa, los costos por kg de aumento de peso se reducen a US\$0,25. En términos generales se considera, pues, que el sistema de alimentación empleado es a todas luces económico.

Resumen

Se emplearon 30 terneros Holstein que, después de recibir calostro, fueron alimentados con cantidades limitadas de leche por el término de cinco semanas. De la tercera semana en adelante, parte de la leche fue substituida por un iniciador proteínico diluido en agua,

proporcionándoles a la vez, el mismo iniciador *ad libitum*, en forma sólida. La ganancia ponderal promedio diaria durante esta primera etapa experimental, fue de 402 g. Al finalizar la primera fase del estudio los terneros fueron distribuidos en seis grupos experimentales y sometidos durante 8 semanas a un sistema de alimentación con raciones cuyo contenido proteínico variaba de 17,8 a 25,1 por ciento. Los resultados correspondientes a ganancias diarias de peso no revelaron diferencias significativas entre tratamientos.

La inclusión de cantidades progresivas de "tazol" molido como material de relleno, a medida que el contenido proteínico era disminuido en la formulación respectiva, aumentó el contenido de fibra de la misma, disminuyendo la incidencia de timpanismo.

Se concluye que un sistema de cría de terneros con una alimentación como la que aquí se comenta, a base de cantidades limitadas de leche, permite un crecimiento adecuado de los animales con raciones cuyo contenido proteínico sea de 17,8 por ciento.

El costo de las raciones, de acuerdo a los precios de los materiales empleados, vigentes en la época en que se llevó a cabo el estudio, permite concluir que la utilización del sistema descrito para la crianza de terneros provenientes de lecherías, es económicamente factible.

Literatura citada

1. ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. Official Methods of Analysis of the AOAC. 9th Ed. Washington, D.C., The Association, 1960. 832 p.
2. BRAHAM, J. E. *et al.* Effect of gossypol on the iron-binding capacity of serum in swine. *Journal of Nutrition* 93:241-248. 1967.
3. ——— *et al.* Effect of calcium and gossypol on the performance of swine and on certain enzymes and other blood constituents. *Journal of Nutrition* 91:47-54. 1967.
4. BUTTERWORTH, M. H. Destete precoz de becerros bajo condiciones desfavorables: crecimiento, consumo de alimento y eficiencia de conversión alimenticia. *Turrialba* 21(4):381-386. 1971.
5. ——— y BUENO, S. V. Destete precoz de becerros bajo condiciones desfavorables: el uso de la harina de algodón como fuente principal de proteína. *Turrialba* 20(3):322-324. 1970.
6. ——— y MURILLO, D. E. Destete precoz de becerros lecheras bajo condiciones desfavorables: comparación con un sistema convencional. *Turrialba* 20(3):376-378. 1970.
7. ELIAS, L. G. y BRESSANI, R. Uso de recursos alimenticios centroamericanos para el fomento de la industria animal. V. Composición química de algunos subproductos derivados de la industria de los cereales: trigo, arroz y maíz. *Turrialba* 20(2):166-170. 1970.

8. GARDNER, K. E. *et al.* Growth stimulants and *ad libitum* feeding in the production of milk-fed veal. *Journal of Animal Science* 11:761-762. 1952. (cf. *Nutrition Abstracts and Reviews* 23:435 (Abstract 2391). 1953).
9. HOLLON, B. F. *et al.* Cottonseed meals as the primary protein supplement in concentrate feeds for young calves. *Journal of Dairy Science* 41:286-294. 1958. (cf. *Chemical Abstracts* 52: Abstract 16651b. 1958).
10. JARQUIN, R. *et al.* Effect of cooking and calcium and iron supplementation on gossypol toxicity in swine. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 14:275-279. 1966.
11. ——— *et al.* Estudio del uso de harina de semilla de algodón en el crecimiento y engorde de cerdos. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* 18: 39-63. 1968.
12. KAY, M. y MACLEOD, N. A. The protein requirements of early-weaned calves. *Proceedings of the Nutrition Society* 27:36A. 1968.
13. LEIGHTON, R. E. *et al.* Relation of breed and free gossypol levels to cottonseed meal toxicity in dairy calves. *Journal of Dairy Science* 36:601-602. 1953. (cf. *Nutrition Abstracts and Reviews* 24:248 (Abstract 1411). 1954).
14. MARSHALL, S. P. y SMITH, K. L. Effect of different milks and levels of intake upon growth of young dairy calves. *Journal of Dairy Science* 53:1622-1626. 1970.
15. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. Washington, D. C., National Academy of Sciences - National Research Council. 1971. 54 p.
16. NEVILLE, W. E. *et al.* The effect of three levels of milk feeding to young calves on their growth rate and feed consumption. *Journal of Animal Science* 11:772. 1952. (cf. *Nutrition Abstracts and Reviews* 23:433 (Abstract 2378). 1953).
17. ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION. Anuario de Producción. Vol. 22. Roma, FAO. 1968. 814 p.
18. QUIÑONEZ, M. y PRESTON, T. R. Destete temprano de terneros lecheros con diferentes cantidades de leche entera con o sin alfalfa en los concentrados. *Revista Cubana de Ciencias Agrícolas* 2:191-194. 1968.