

CURVAS DE CRECIMIENTO DEL GANADO BOVINO EN LA SABANA DE BOGOTA Y VALLE DE TUNJA

Por

MARIO RUIZ M. D.V.M., MS. *

RICARDO POSADA P. D.V.M.

MARIO MARIÑO P. D.V.M.

INTRODUCCION

El crecimiento es la base de los procesos productivos y está íntimamente ligado a la agricultura; la producción de leche, huevos, lana, carnes, etc., son tipos especializados de crecimiento (1).

Informados de la no existencia de un estudio sobre curvas de crecimiento del ganado bovino en Colombia y convencidos de que este trabajo será una base importante para diversas investigaciones en el futuro, se resolvió elaborar esta investigación con el fin de averiguar los aspectos del crecimiento en nuestro medio para algunas de las razas bovinas existentes en el país.

Con el conocimiento de las curvas resultantes se pueden apreciar los períodos de mayor y menor incremento de peso a lo largo de la vida del animal, conocimiento éste que es de gran importancia, no solo para trabajos científicos, sino de

utilidad para la industria ganadera, ya que con estos datos puede saberse cuándo es más necesario y rentable prodigar a los animales mayor cuidado.

Como bien se puede apreciar, son elementos básicos para este estudio los datos peso y edad del animal con los cuales se elaboraron las gráficas que son el fundamento de esta experiencia.

Siendo necesario para la exactitud y veracidad estadísticas el número de casos tabulados, se trató de incluir el mayor número de animales posible. Esta operación es un tanto problemática debido a la carencia de elementos en las fincas particulares para obtener estos datos en forma precisa y por la relativa falta de control en el manejo de la misma.

LOCALIZACION

Los datos de peso y edad para este trabajo han sido tomados de los siguientes hatos:

* Profesor de Fisiología, Facultad de Medicina, Universidad Nacional. Bogotá.

a) *Facultad de Medicina Veterinaria.*
Hato Holstein (alto mestizaje).

b) *Tibaitatá.*
Sección de carnes Redpoll (puro).
Sección de Icche Holstein (puro).

c) *Hacienda Santa Susana.*
Hato Holstein (alto mestizaje).

Los hatos de Tibaitatá y Facultad de Medicina Veterinaria se encuentran localizados en la Sabana de Bogotá, con las siguientes condiciones ambientales: *

Altitud: 2.555 metros sobre el nivel del mar.

Temperatura media: 13.2 grados centígrados.

Radiación solar: 403 calorías día.

Tensión de vapor: 8.40 milímetros de mercurio.

Humedad relativa: 76 por ciento.

Lluvia media: 940.9 milímetros anuales.

Horas de sol: 38 horas de sol efectivo mensual.

Vientos: Predominante Sur - Sureste (S.S.E.).

Presión atmosférica 563.8 milímetros de mercurio.

Nubosidad: 5.9 octavos.

La Hacienda Santa Susana está situada en el Valle de Tunja, Departamento de Boyacá. Allí, las condiciones ambientales predominantes son las siguientes:

Altitud: 2.532 metros sobre el nivel del mar.

Temperatura media: 13.0 grados centígrados.

Tensión de vapor: 11.0 milímetros de mercurio.

Humedad relativa: 64 por ciento.

Lluvia media: 580.3 milímetros anuales.

Nubosidad: 6.6 octavos.

* Información suministrada por la Oficina de Meteorología del Instituto Geográfico Agustín Codazzi de Bogotá. (6).

MATERIALES Y METODOS

Procedimiento.

Los datos tenidos en cuenta para este estudio son: La fecha de nacimiento y peso de cada animal al nacer. Conocidos estos datos, se procedió a agrupar los animales en diferentes lotes, de manera que para una edad determinada hubiera un número de animales representativos. El promedio de los pesos en cada lote indica un punto representativo de peso en cada período.

La mayoría de los pesos tomados fueron de hembras, dada la dificultad de encontrar suficiente cantidad de machos, ya que éstos son eliminados en sus primeros días de vida.

Los pesos se tomaron mensualmente hasta completar veinticuatro meses, época en que rutinariamente son cargadas las novillillas.

Los datos aquí mencionados fueron tomados con diferentes procedimientos: unos por medio de la cinta Weightband (n) (5) los otros utilizando la báscula para mayor precisión. Tanto los pesos de los animales tomados en la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional como los de la Granja Experimental de Tibaitatá fueron obtenidos por medio de la báscula.

Hato de la Facultad de Medicina Veterinaria (Raza Holstein).

La apreciación del peso en bovinos se hizo en este caso en las horas tempranas de la mañana, ya que el suministro de alimentos se efectúa hacia el mediodía, cuando se permite a los animales ir al po-

trero. Se procuró tomar el peso en los tres primeros días de cada quincena. Se trabajó con hembras cuyas edades oscilaban entre 0 y 24 meses de edad.

Hato de la Granja Experimental de Tibaitatá (Raza Holstein).

Los datos provenientes de la Sección de Lechería en la Granja de Tibaitatá se obtuvieron de diversos lotes de ganado correspondientes a los años de 1962, 1963, 1964 y 1965 (8). En estos datos están incluidos: el peso del animal al nacer y su peso mensual hasta los 24 meses. En estos datos figuran lotes de machos y hembras.

(Raza Redpoll).

Estos datos fueron obtenidos en la Sección de Carnes de esta misma Granja (9). Se prefirió la raza Redpoll a las otras razas existentes en esta Sección, dada su relativa abundancia en nuestro país.

Se considera que los datos correspondientes a esta raza son los más exactos, puesto que la principal finalidad de la raza Redpoll es producción de carne, y por tal circunstancia los datos de peso son llevados con especial interés.

Hacienda Santa Susana. (Raza Holstein).

Los pesos provenientes de esta finca fueron tomados por medio de una banda

para pesar ganado, Weightband (®) (5). Los controles de este método, en comparación con los obtenidos en báscula, dan más de un 90% de aproximación al peso real.

Como en los casos iniciales en la Facultad, todos los pesos se efectuaron entre las 7 y 10 de la mañana de los tres primeros días de cada mes. Se emplearon un total de 82 hembras, cuyas edades oscilaban entre un mes y diez y ocho meses. No se consideraron pesos de edades mayores, debido a que a partir de esa edad las novillas son cargadas en la citada hacienda.

Es de anotar en este caso, al igual que con los otros lotes de ganado Holstein, que no se trabajó con ningún macho, ya que éstos son desechados a los pocos días de vida.

En cuanto al peso al nacer, buscando una mayor exactitud, se llevó a cabo mediante una balanza romana.

PROCESAMIENTO DE DATOS

Dada la gran cantidad de datos por clasificar y computar y para omitir errores en los cálculos se empleó un computador electrónico (I.B.M. 14-01). Las tablas a continuación muestran los datos obtenidos del computador, los que se emplearon en la construcción de las gráficas que comprenden este estudio.

T A B L A N ° 1

DATOS DEL GANADO REDPOLL (Tibaitatá).

Mes	Peso	Delta (Δ)	Promedio	Porcentaje del Delta ($\Delta\%$)	Logaritmo
0	31.00				3.43398720
3	111.00	80.00	71.00	112.68	4.70953020
6	192.00	81.00	151.50	53.47	5.25749537
9	254.00	62.00	223.00	27.80	5.53733427
12	295.00	41.00	274.50	14.94	5.68697536
15	325.00	30.00	310.00	9.68	5.78382518
18	347.00	22.00	336.00	6.55	5.84932478
21	377.00	30.00	362.00	8.29	5.93224519
24	403.00	26.00	390.00	6.67	5.99893656

T A B L A N ° 2

DATOS DEL GANADO HOLSTEIN (Tibaitatá y Facultad de Medicina Veterinaria).

Mes	Peso	Delta (Δ)	Promedio	Porcentaje del Delta ($\Delta\%$)	Logaritmo
0	35.00				3.55534806
1	4.00	6.00	38.00	15.79	3.71357207
2	55.00	14.00	48.00	29.17	4.00733319
3	70.00	15.00	62.50	24.00	4.24849524
4	88.00	18.00	79.00	22.78	4.47733681

Mes	Peso	Delta (Δ)	Promedio	Porcentaje del Delta ($\Delta\%$)	Logaritmo
5	110.00	22.00	99.00	22.22	4.70048037
6	132.00	22.00	121.00	18.18	4.88280192
7	155.00	23.00	143.50	16.03	5.04342512
8	170.00	15.00	162.50	9.23	5.13579844
9	187.00	17.00	178.50	9.52	5.23110862
10	198.00	11.00	192.50	5.71	5.28826703
11	205.00	7.00	201.50	3.47	5.32300998
12	221.00	16.00	213.00	7.51	5.39816270
13	235.00	14.00	228.00	6.14	5.45958551
14	245.00	10.00	240.00	4.17	5.50125821
15	258.00	13.00	251.50	5.17	5.55295959
16	268.00	10.00	263.00	3.80	5.59098698
17	280.00	12.00	274.00	4.38	5.63478960
18	290.00	10.00	285.00	3.51	5.66988092
19	299.00	9.00	294.50	3.06	5.70044357
20	307.00	8.00	303.00	2.64	5.72684775
21	316.00	9.00	311.50	2.89	5.75574221
22	323.00	7.00	319.50	2.19	5.77765232
23	331.00	8.00	327.00	2.45	5.80211838
24	335.00	4.00	333.00	1.20	5.81413053

TABLA N° 3

DATOS DEL GANADO HOLSTEIN (Santa Susana). Los pesos fueron obtenidos por medio de la Weightband (R)

Mes	Peso	Delta (Δ)	Promedio	Porcentaje del Delta ($\Delta\%$)	Logaritmo
0	32.00				3.46573590
1	37.00	5.00	34.50	14.49	3.61091791
2	50.00	13.00	43.50	29.89	3.91202301
3	69.00	19.00	59.50	31.93	4.23410651
4	86.00	17.00	77.50	21.94	4.45434730
5	105.00	19.00	95.50	19.90	4.65396035
6	122.00	17.00	113.50	14.98	4.80402105
7	134.00	12.00	128.00	9.38	4.89783980
8	159.00	25.00	146.50	17.06	5.06890420
9	173.00	14.00	166.00	8.43	5.15329159
10	186.00	13.00	179.50	7.24	5.22574667
11	202.00	16.00	194.00	8.25	5.30826770
12	214.00	12.00	208.00	5.77	5.36597602
13	230.00	16.00	222.00	7.21	5.43807931
14	239.00	9.00	234.50	3.84	5.47646355
15	242.00	3.00	240.50	1.25	5.48893773
16	250.00	8.00	246.00	3.25	5.52146092
17	259.00	9.00	254.50	3.54	5.55682806
18	266.00	7.00	262.50	2.67	5.58349631

DESCRIPCION DE LAS TABLAS

a) COLUMNA PRIMERA.

- Período. - El período corresponde al intervalo de tiempo con que fueron efectuadas las lecturas del peso realizadas en forma quincenal, mensual o trimestral, según el lote de ganado.

b) COLUMNA SEGUNDA.

Peso. - Las cifras que aparecen bajo esta denominación son los promedios de peso en cada lote de animales y corresponden al período de edad.

c) COLUMNA TERCERA.

Cambio en el peso o Delta (Δ). - Esta cifra corresponde al incremento de peso en un determinado período de tiempo y se obtiene efectuando la diferencia de pesos entre dos períodos consecutivos.

d) COLUMNA CUARTA.

Promedio. - Esta cifra se obtiene de la semi-suma de dos datos de pesos consecutivos.

e) COLUMNA QUINTA.

Porcentaje del delta. - Las cifras que aparecen en esta columna son denominadas porcentaje del delta, o sea el porcentaje de incremento en el crecimiento que se obtiene en un período dado de tiempo.

f) COLUMNA SEXTA.

Logaritmo. - Esta última columna corresponde al logaritmo natural (\ln) del peso.

Las gráficas en este trabajo son indispensables, porque con ellas se describe y evalúa el crecimiento.

En las gráficas, el eje horizontal (abscisa) corresponde a los períodos tiempo o edad desde el nacimiento (día cero) hasta el período correspondiente a la terminación de la experiencia. En el eje vertical (ordenada) fueron colocados los valores correspondientes al peso.

En la ejecución de estas gráficas se usaron dos sistemas:

1. Sistema cartesiano y papel milimetrado con el que se elaboraron las curvas promedios de crecimiento. Se incluyeron también los valores correspondientes a los pesos máximos y mínimos que representan tanto al animal de mayor peso como al de menor peso en el lote para cada período. (Figs. 1-4-7).

Con base en este sistema, se elaboraron las gráficas que indican el incremento sucesivo del crecimiento expresado en tanto por ciento o delta % ($\Delta\%$). Se empleó con este propósito un eje vertical adicional (ordenada) a la derecha, en el que figura el incremento o tasa de cambio en el peso corpóreo ($\Delta\%$ por período), sobre el eje de la abscisa se construyeron las líneas equivalentes de cada período; en el de las ordenadas se colocaron los valores correspondientes al porcentaje en el incremento del crecimiento para cada período. (Figs. 2-5-8).

2. Sistema gráfico semilogarítmico con el que se construyó un último sistema de gráficas. En el eje de la ordenada van los valores de peso representados en logaritmos naturales (\ln). En el eje de la abscisa van los valores correspondientes al tiempo. La curva resultante se obtuvo de la unión de los diferentes puntos de intersección entre ordenada y abscisa.

En el segundo período se calculó la tangente de la curva resultante que indica el valor instantáneo de crecimiento en este punto. (Figs. 3-6-9).

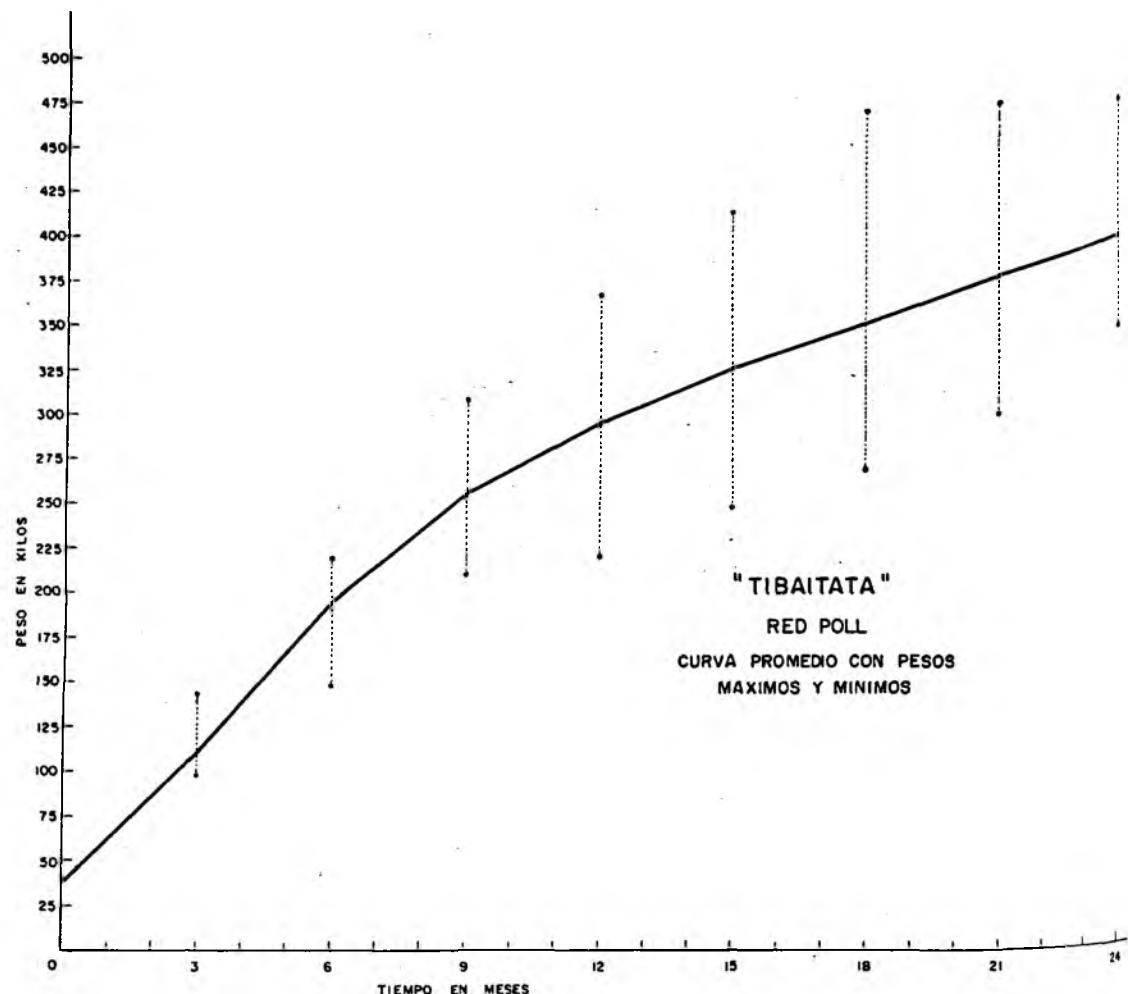


Fig. 1.—En esta gráfica el eje de la ordenada representa una escala con los valores de los pesos de cero hasta quinientos kilogramos, dividida en veinte secciones. Cada marca representa 25 kilos. En el eje de la abscisa se colocó otra escala que va de cero hasta veinticuatro meses, dividida en ocho períodos de tres meses. Por cuanto que los datos de peso fueron tomados en esta forma. Se observa en esta línea, que en su iniciación (entre 0 y 12) hay un pronunciado ascenso, el que luego se atenúa al sobrepasar los 12 meses.

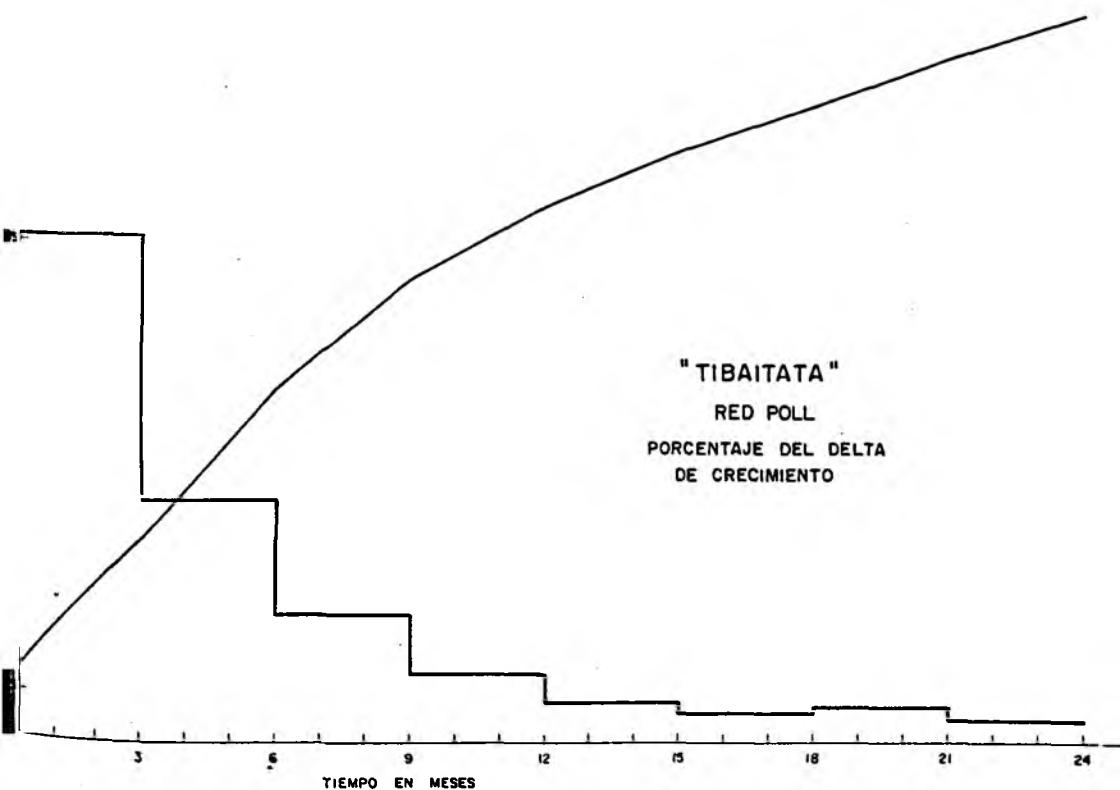


Fig. 2. — En esta gráfica se encuentran dos escalas en el eje de las ordenadas. La de la derecha representa el incremento en el crecimiento (% por período), cuyos valores van desde cero hasta ciento sesenta por ciento. A la izquierda se encuentra la escala correspondiente a los valores de peso en kilos. En el eje de las abscisas figura la escala tiempo-edad, que va desde cero a veinticuatro meses y se halla dividida en ocho períodos trimestrales. La gráfica para los valores de incremento en el porcentaje se construyó de la unión de los distintos puntos obtenidos con líneas verticales y horizontales.

La línea resultante tiene una forma escalonada y presenta un fuerte descenso de izquierda a derecha, demostrando que el porcentaje en la ganancia de peso decrece respecto a la edad. En la primera parte de la gráfica (0 a 12 meses) se observa que la diferencia entre períodos es cada vez menor. En la segunda parte estas diferencias son mínimas, indicando que la magnitud en las variaciones de peso durante este segundo período de crecimiento son de poca consideración.

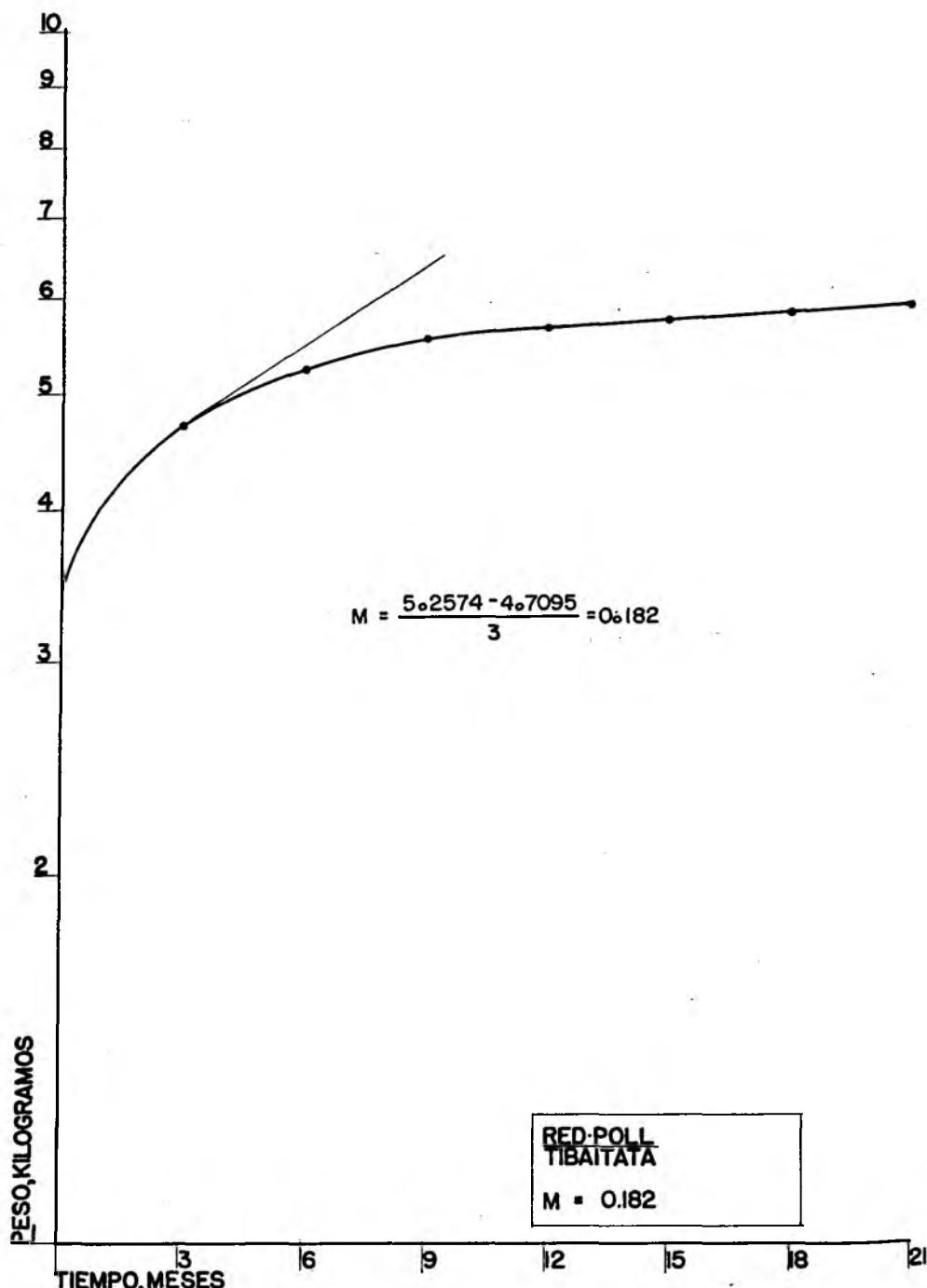


Fig. 3.—En el eje de las ordenadas de esta gráfica se encuentran los valores logarítmicos naturales (\ln) de los diferentes promedios de peso. En el eje de las abscisas se encuentran los períodos de tiempo correspondientes a la edad, desde el primero hasta el vigésimo primero meses de edad. La curva resultante es la unión de los diferentes puntos de intersección entre ordenadas y abscisas, y presenta en su trayecto inicial una pronunciada tendencia al ascenso, para luego hacerse casi horizontal (asintota).

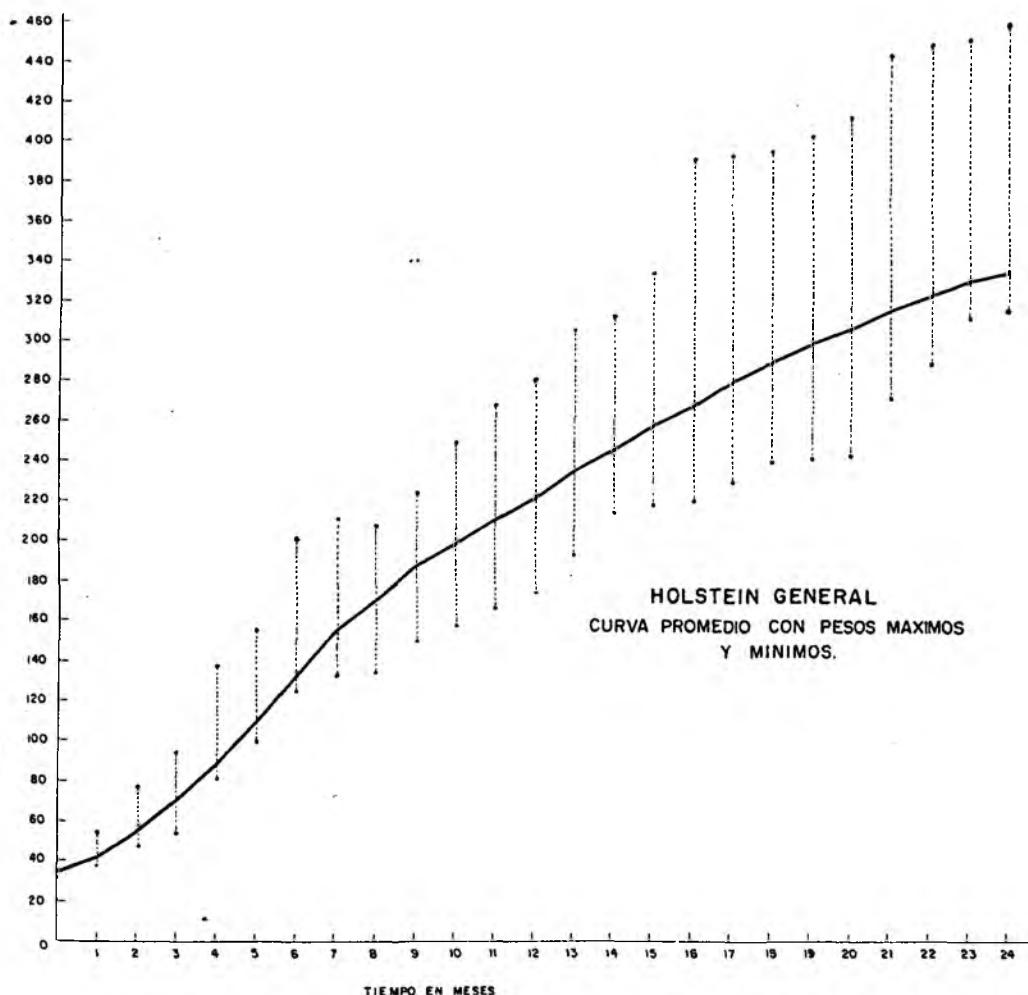


Fig. 4.—En el eje de las ordenadas se encuentra la escala correspondiente a los valores de peso; en el de la abscisa se encuentra la escala tiempo-edad, que incluye datos desde 0 hasta 24 meses. La curva resultante corresponde a la línea de crecimiento normal del ganado Holstein y muestra con claridad el aspecto sigmoidal característico del crecimiento.

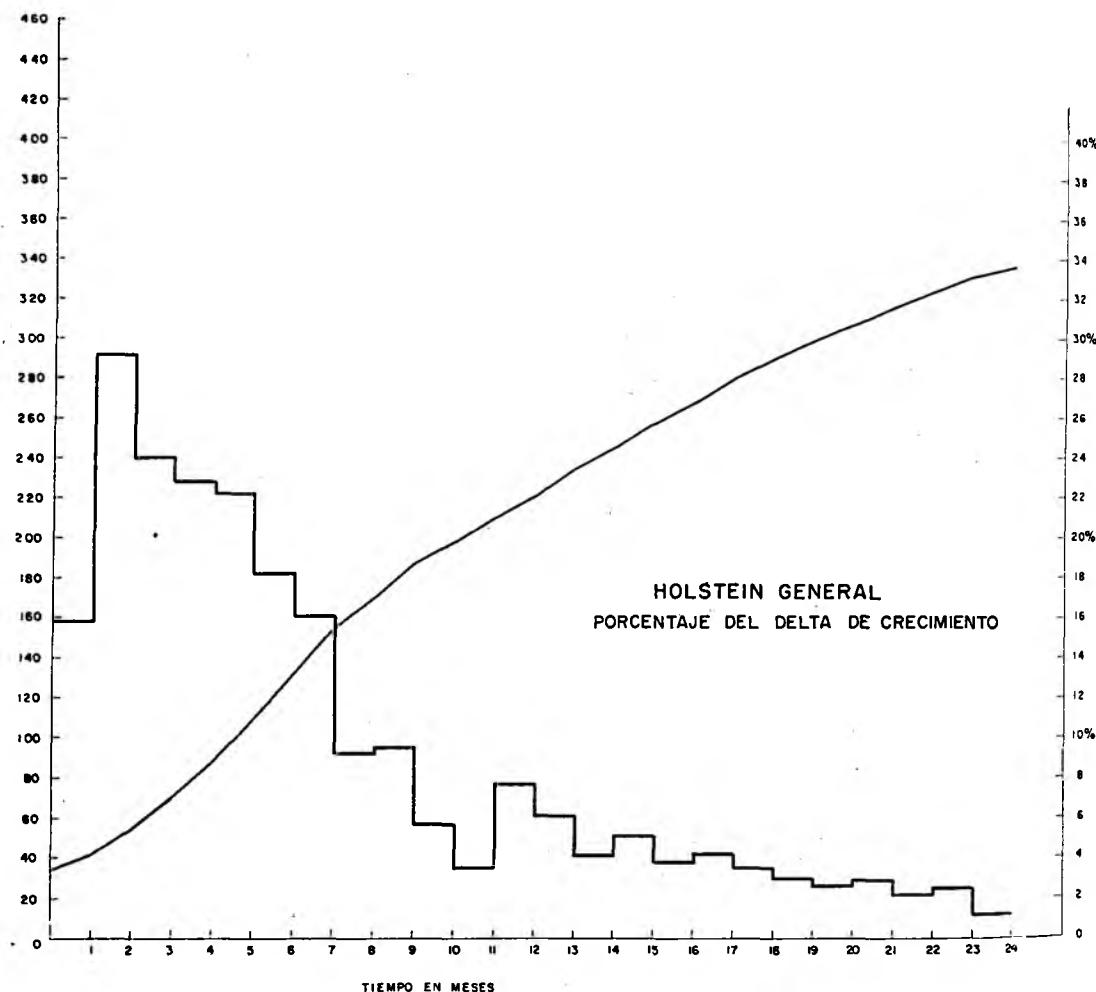


Fig. 5.— En esta gráfica, al igual que en la figura 2, aparecen dos escalas para el eje de las ordenadas: la de la derecha presenta los valores de incremento en el porcentaje del peso corporal (% por período), a la izquierda se encuentra la escala correspondiente a los valores de peso en kilos. La abscisa representa la escala correspondiente a la edad. La gráfica resultante es la unión de líneas verticales y horizontales en los diferentes puntos de intersección entre ordenadas y abscisas. Esta línea tiene forma escalonada, con su parte superior en el extremo izquierdo y la inferior en el derecho. Se observa una ligera interrupción en la continuidad del descenso, a la altura del décimo período, debido a causas climatológicas y de alimentación (sequía). El trayecto comprendido del primero al décimosegundo mes demuestra que el porcentaje en la ganancia del peso decrece. A partir del décimosegundo período en adelante la diferencia entre períodos es poco considerable.

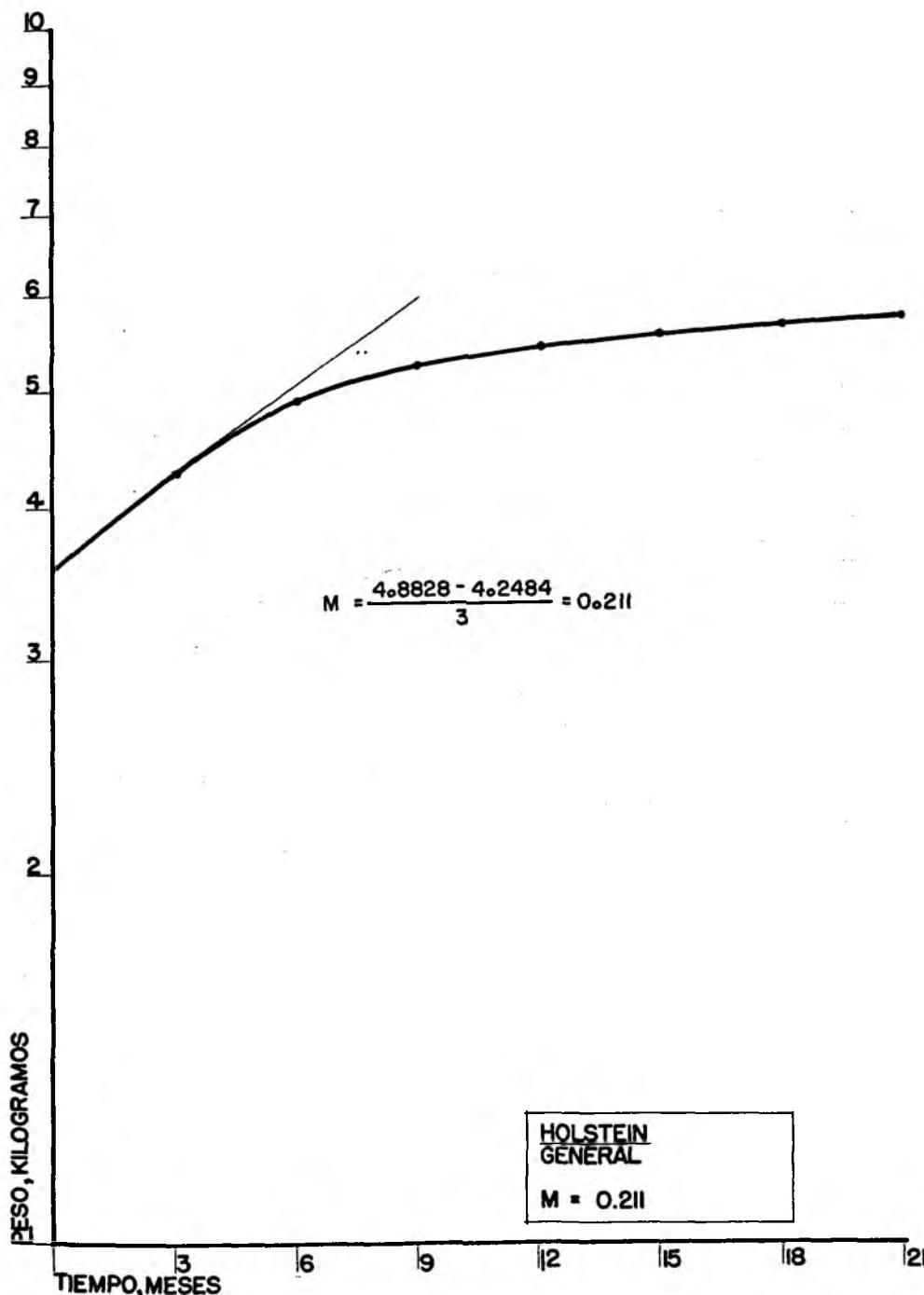


Fig. 6. — En el eje de las ordenadas se encuentran los valores logarítmicos naturales (\ln) de los diferentes promedios de peso. En el eje de las abscisas se encuentran los períodos de tiempo correspondientes a la edad, desde el primero hasta el vigésimoprimer mes de edad. La unión de los diferentes puntos de intersección produce una asymptota.

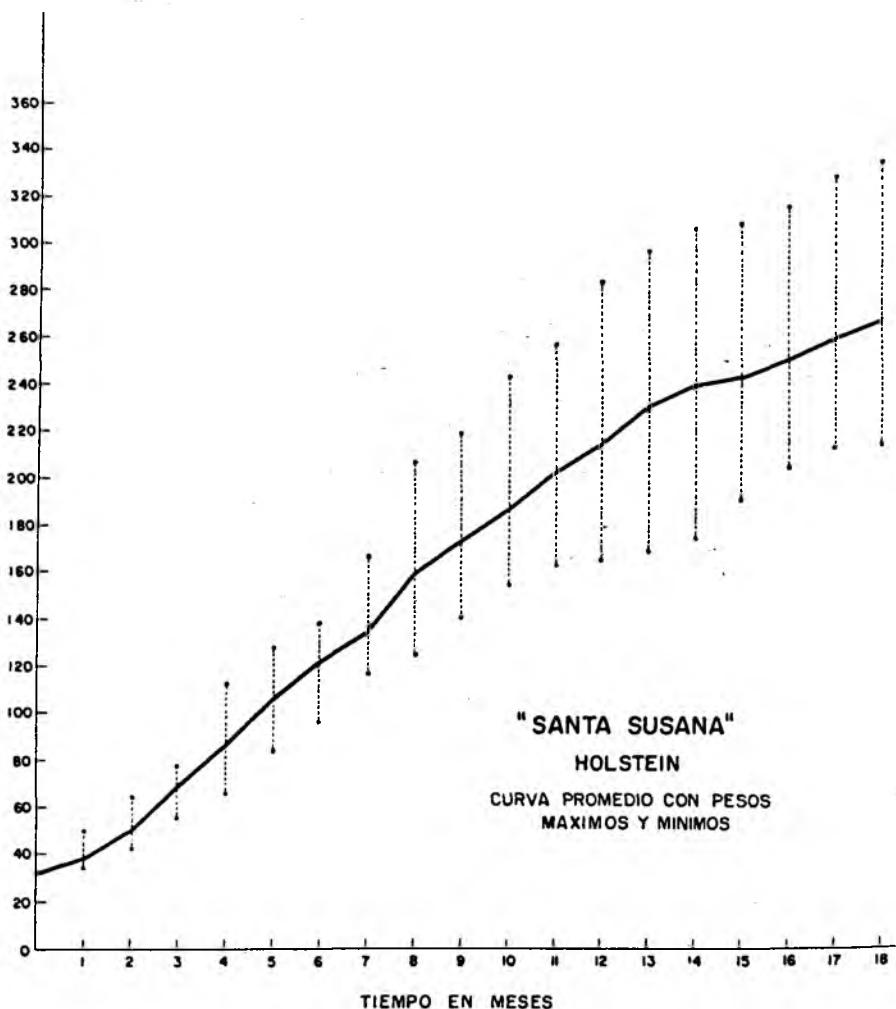


Fig. 7.—Curva promedio de crecimiento, elaborada con pesos máximos y mínimos, obtenidos con la Weightband (®). No se aprecian cambios significativos en la cura obtenida por medio de este sistema, observándose las características de la figura 4.

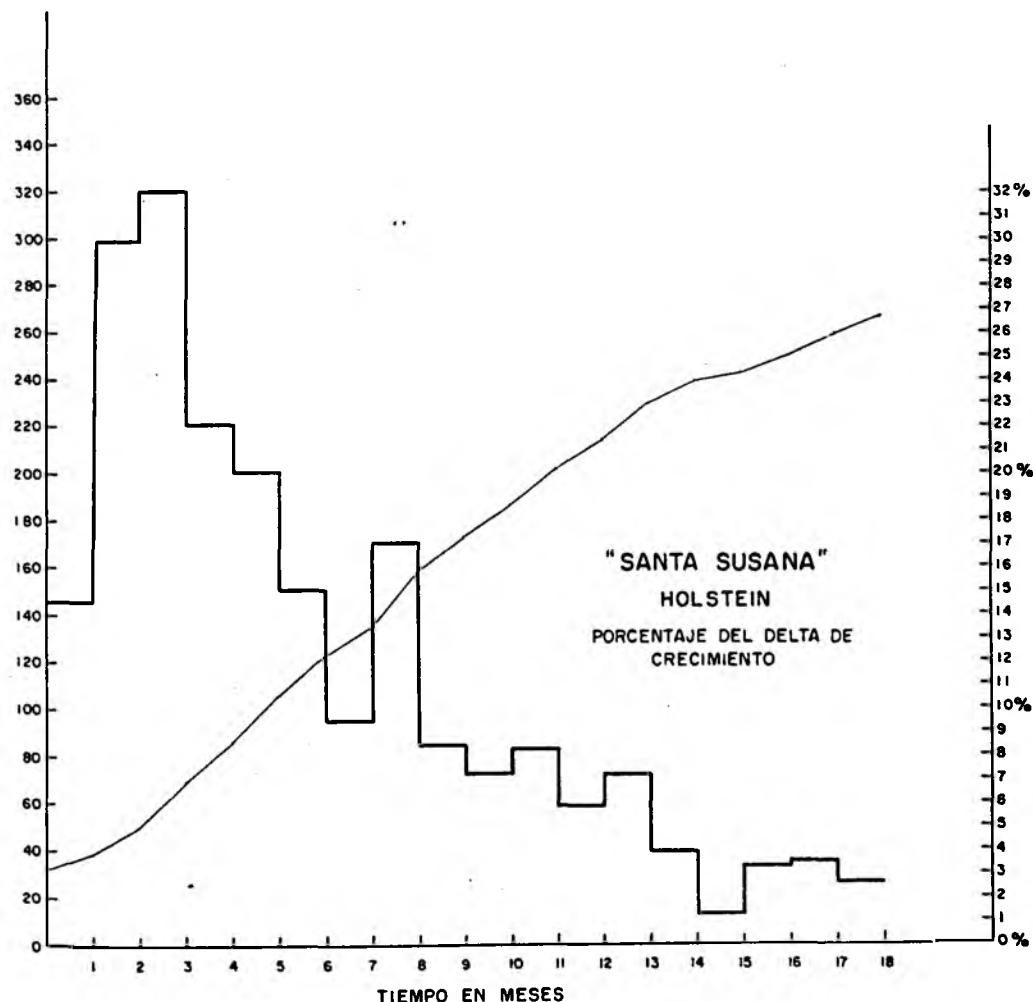


Fig. 8.—En la descripción de esta gráfica puede aplicarse lo dicho para la figura 5, por ser sus características similares a las de aquélla.

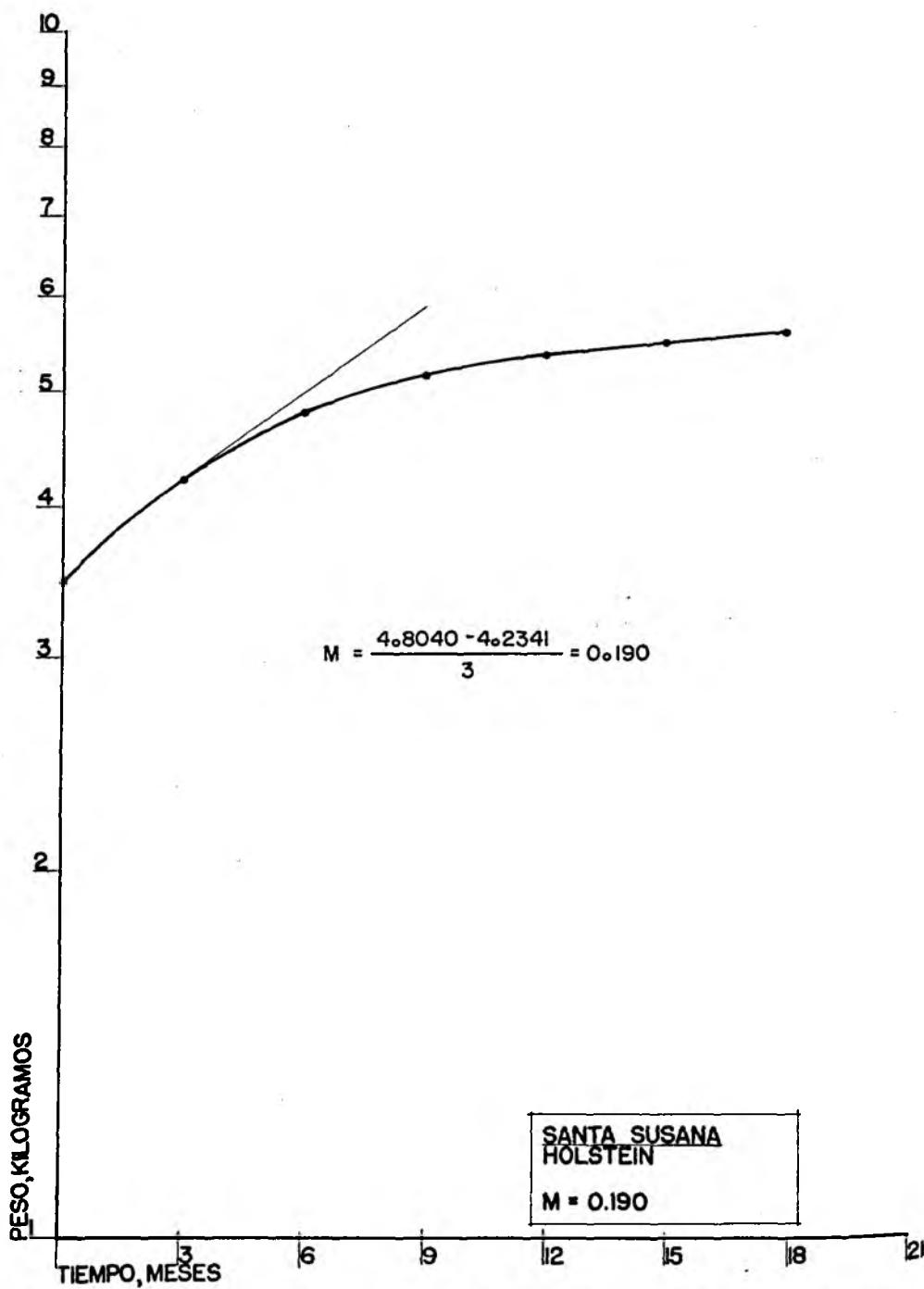


Fig. 9.— Esta gráfica es similar a las representadas en las figuras 3 y 6; por lo tanto, puede aplicársele la explicación para dichas gráficas.

RESULTADOS

1) Analizando las gráficas anteriores, puede apreciarse el período de mayor incremento del crecimiento que está comprendido entre el nacimiento y los 12 meses en todos los grupos observados.

2) Las gráficas demuestran que el proceso de crecimiento en los animales estudiados es similar, aunque en su levante se emplearon distintos sistemas de crianza, manejo y alimentación.

3) Las gráficas, por medio de las cuales los pesos se representan en forma logarítmica, dan un concepto más preciso del crecimiento que las otras escalas usadas. Por medio de esta escala se expresa realmente el incremento ordenado en el desarrollo corporal. Este incremento es mayor al comienzo de la vida del animal y decrece en forma exponencial al llegar a la edad adulta, describiendo una asíntota en su trayectoria.

4) En las figuras 1, 4 y 7 aparece una curva sigmoidea de crecimiento, que es equivalente a la línea exponencial al expresarse los valores encontrados para el peso en logaritmos naturales (\ln).

SUMARIO

El objetivo de este trabajo fue probar por medio de las curvas de crecimiento cualquier influencia climática sobre el crecimiento del ganado vacuno en las condiciones ambientales de la Sabana de Bogotá y el Valle de Tunja (altitud 2.555 y 2.532 metros respectivamente) en relación con otros climas.

Los datos de peso y edad son esenciales para la construcción de las curvas de crecimiento. En este trabajo se empleó un sistema combinado para la apreciación de los pesos: la báscula y una cinta métrica especial [Weightband (^R)].

La exactitud en los datos de peso y tiempo es de esencial importancia en los cálculos y en la construcción de las gráficas. Se observó que el peso de cada animal puede aumentar hasta en 50 kilogramos si éste se determina inmediatamente después de que el animal haya comido. Las curvas, en nuestro experimento, resultaron muy similares a las obtenidas por Brody (2).

Se comprobó cierto grado de precocidad tropical en el desarrollo de las razas estudiadas al comenzar la directriz a los 12 meses en vez de aparecer a los 18 meses, Brody (1).

CONCLUSIONES

1.- Los tres grupos estudiados demuestran que el crecimiento es mayor del primero al décimosegundo meses de vida, según lo demuestra el incremento en el peso corpóreo; a partir de los doce meses el aumento de peso es mínimo.

2.- Los pesos expresados en logaritmos naturales describen una asíntota; el cambio en la inclinación de la curva para hacerse horizontal indica el comienzo de la edad adulta.

3.- En algunos casos en que se empleó la báscula, y en la gráfica obtenida por medio de la Weightband (^R), Figs. 5 y 7, se observa una interrupción en la continuidad del descenso, a la altura del sexto período. Esta interrupción es causada probablemente por influencias climatológicas y de alimentación (sequía del verano en Bogotá y Tunja).

4.- Aun cuando las condiciones de alimentación, manejo y climatológicas no hayan sido semejantes, la curva resulta igual. Esto es debido a que los diferentes lotes de animales estaban en condiciones normales y su crecimiento es fisiológico (3).

SUMMARY

The purpose of this experiment was to demonstrate by means of growth curves any influence which climate might have on the growth rate of calves in Bogotá and Tunja (altitudes of 2,555 and 2,532 meters respectively) and to compare the growth rate patterns observed in other climates.

The animals were weighed using a platform-scale and a special calibrated metric band, Weightband (®).

Accurate weights and a precise time schedule were essential for the calculations and graph construction. It was observed that in animals weight may increase as much as 110 lbs. if the animal has recently eaten. The growth curves in this study were very similar to those obtained by Brody (1).

Tropical precociousness is evident in all groups observed, since our observations show weight stabilization earlier (12 months) than that observed by Brody (18 months) (1).

CONCLUSIONS

1. The largest growth increment was observed between the first and the twelfth month as shown by the graphs; a lesser increment in the growth is the main characteristic after this date.

2. The body weight expressed as the natural log and plotted against time describes an assymptote. The abrupt change in gradient of the curve indicates maturity.

3. The graphs constructed by using the percentage of the growth increments (Figs. 5 and 7) show an interruption in the continuity of the descent at six months of age. This interruption was probably caused by climatic and nutritional influences during the dry season (summer in Bogotá and Tunja) since this experiment was conducted under natural conditions.

4. All the growth curves obtained were similar; however, it is important to note that the management of the animals was different at the three farms. These data indicate that the growth rate in these three groups was physiologically identical despite any differences in management or health factors.

BIBLIOGRAFIA

1. BRODY, S. — College of Agriculture, University of Missouri, Columbia. Chairman Committee on Growth and Energy Metabolism. Bioenergetics and Growth, 1945. Reinhold Publishing Corporation.
2. TANGL, F., and FARKAS. — *Beiträge zur Energetik der Ontogenese*. 1943.
3. PALMER, L. S., and KENNEDY, C. — Food Consumption and Consumption and Efficiency. *J. Biol. Chem.* 1931.
4. MORRIS, H. P., PALMER, L. S., and KENNEDY, C.—Food Requirements for the Growth of the Rat. Minnesota - Agr. Exp. Sta.. Technical Bull 32. 1933.
5. Boletín adjunto a la cinta Weightband (R) Cooper.
6. ACUSTÍN CODAZZI. — *Boletines de Información*. VIII 16.64.
7. PATIÑO, A. — Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional, Bogotá. Conferencias Físico-Médicas. 1956.
8. Archivos Sección de Leche, Granja Experimental de Tibaitatá.
9. Archivos Sección de Carnes, Granja Experimental de Tibaitatá.
10. Manual I. B. M. - Computador Electrónico 14-01. 1963.
11. SMITH, A. H. — *Lectures on Physiology*. Animal Physiology Dept. University of California. Davis Spring, 1964.