

9 FEB. 1983



Centro Internacional de Agricultura Tropical

# SEMINARIOS INTERNOS

SERIE SE-5-81

MARZO 27 DE 1981



ASPECTOS ECONOMICOS DEL SECTOR

GANADERO DE COLOMBIA

LIBARDO RIVAS R. *jos*

## SUMMARY

Colombian cattle raising has a substantial volume of land and stock resources; nevertheless, its historical performance has been lower than its possibilities and the country's requirements.

Cattle products, milk and meat, are of great importance within the national consumption; they represent almost 1/3 of total food expenditures and their price variations notably affect the cost of living.

This paper hypothesizes that Colombian livestock sector should grow at a higher rate than in the past, in order to offset the current and foreseen gaps between consumption and potential demand. It is also argued that technological change is the best alternative.

A historical analysis is made, and production projections are presented, using trigonometric functions which are proper tools in analyzing production cycles. Potential demand is projected by using observed consumption in a given year, income elasticity of demand for beef, and growth rates of per capita and human population real income. It is observed that in time, the existent and projected gaps between consumption and potential demand will become broader.

One of the main problems in analyzing Colombian livestock is the lack of reliable basic statistics, specially data on inventories. A simulation model is developed to reconstruct time series of stocks, using observed slaughter and other assumed technical parameters. The model produces an inventory level of 11.5 and 27 million heads in 1951 and 1979, respectively.

Estimations of supply for consumption under new technology are made, simulating livestock productivity in the Llanos Orientales with the HATSIM model under both traditional and improved technology, and assuming different adoption patterns. Technical change results will depend to a great extent on the adoption patterns that producers of the area follow, and on their

objectives related to short and long-term incomes (sales policy).

It is concluded that given the importance of livestock products within national consumption, its influence on the cost of living, and that low immediate profitability does not allow production increases via area increases (mainly in large productive areas), a technical change is imperative to increase productivity and production in order to satisfy domestic consumption and generate exportable surplus at competitive prices in foreign markets.

## RESUMEN

La ganadería vacuna de Colombia cuenta con un apreciable volumen de recursos en términos de tierra y de ganado; no obstante, su desempeño histórico ha estado por debajo de sus posibilidades y de las necesidades del país.

Los productos aportados por el sector ganadero, carne y leche, tienen gran importancia dentro del consumo nacional, representando cerca de un tercio del gasto total en alimentos y las variaciones de sus precios influyen notoriamente sobre el nivel de costo de vida.

En este trabajo se plantea la hipótesis que el sector ganadero de Colombia debe crecer a una tasa superior a la observada en el pasado, para cubrir la brecha existente y prevista entre consumo y demanda potencial y que la alternativa es el cambio tecnológico.

Se efectúa un análisis histórico y se elaboran proyecciones de producción, éstas últimas usando funciones trigonométricas que son herramientas adecuadas para el análisis de los ciclos de producción. La demanda se proyecta utilizando el consumo observado de un año dado, la elasticidad ingreso de la demanda por carne vacuna y las tasas de crecimiento del ingreso real per cápita y de la población humana. Es notorio que la brecha existente y proyectada entre consumo y demanda potencial se amplía con el transcurso del tiempo.

Uno de los mayores problemas para el análisis de la ganadería del país, es la escasez de estadísticas básicas confiables y en especial de cifras relativas a inventarios. Se desarrolla un modelo de simulación que reconstruye las series históricas de existencias utilizando los sacrificios observados y ciertos parámetros técnicos que se asumen. El modelo genera un nivel de inventario de 11.5 millones de cabezas en 1951 y de 27 millones en 1979.

Como se plantea que la alternativa es el cambio tecnológico y siendo la región de los Llanos Orientales una de las áreas de frontera del país, que más posibilidades tiene de un desarrollo ganadero inmediato y que los esfuerzos de investigación de CIAT, en materia de ganadería a nivel de Colombia, se concentran en esa región. Se elaboran estimaciones de oferta para consumo bajo nueva tecnología, simulando mediante el modelo HATSIM la productividad de la ganadería de los Llanos Orientales con tecnología tanto tradicional como mejorada y asumiendo diferentes patrones de adopción. Los resultados del cambio técnico dependerán en gran medida del patrón de adopción que sigan los productores de la región y de sus objetivos en cuanto a ingresos a corto y a largo plazo (política de ventas).

Se concluye que dada la importancia de los productos ganaderos en el consumo nacional y su influencia en el costo de vida y que la baja rentabilidad inmediata de la actividad no permite aumentos en producción vía incrementos en el área utilizada, principalmente en las grandes zonas productoras, se hace imperativo un cambio técnico que aumente productividad y producción para satisfacer el consumo interno y generar excedentes exportables a precios competitivos en mercados externos.

## ASPECTOS ECONOMICOS DE LA GANADERIA VACUNA DE COLOMBIA

Libardo Rivas R.  
Abril de 1981

### INTRODUCCION

Este trabajo es parte de un estudio conjunto desarrollado por FAO y CIAT para caracterizar en términos económicos y técnicos la ganadería latinoamericana en base a estudios de caso. FAO desarrolla los estudios de Argentina, Chile y Uruguay, y CIAT los trabajos de Colombia y Brasil. Se considera que estudiando la ganadería de los principales países productores, tanto de la región tropical como de la región templada, se puede llegar a una buena aproximación de la situación ganadera de América Latina.

La presentación del trabajo comprende cuatro partes a saber:

- (1) Descripción general del sector ganadero de Colombia, con énfasis en su importancia dentro de la economía del país.
- (2) Análisis histórico de los ciclos de producción ganadera y proyecciones de producción y demanda.
- (3) Modelo de simulación para generación de existencias ganaderas.
- (4) Estimación de oferta para consumo en los Llanos Orientales dados diferentes patrones de adopción de nueva tecnología. La hipótesis general que se plantea es que la ganadería de Colombia debe crecer a una tasa superior a la actual para cubrir la brecha prevista entre oferta y demanda. Dadas las actuales circunstancias, la alternativa para reducir la brecha es el cambio tecnológico.

#### 1. Aspectos Generales

En el transcurso del tiempo el área en pastos del país, se ha incrementado notoriamente. En 1950 el hectareaje en pastos era de 12 millones de hectáreas, pasando a 21 millones en 1978. La participación de los pastos

en el total de tierra disponible se incrementó de 11 a 18% en el mismo período (Cuadro 1).

La ganadería de Colombia se encuentra diseminada a través de toda la geografía del país, estableciéndose cinco grandes zonas productoras, las cuales son:

- Zona I: Litoral Atlántico que comprende los Departamentos de Atlántico, Bolívar, Cesar, Córdoba, Guajira, Magdalena, Sucre y el Norte de Antioquia (Figura 1).
- Zona II: Valle del Río Magdalena que incluye a los Departamentos de Boyacá, Norte de Santander, Santander, Cundinamarca, Caldas, Huila, Tolima y el Sur de Antioquia.
- Zona III: Valle del Río Cauca conformado por los Departamentos de Valle, Cauca, Quindío y Risaralda.
- Zona IV: Territorios del Sur constituídos por el Departamento de Nariño y las Intendencias de Putumayo, Caquetá y Vaupés.
- Zona V: Llanos Orientales que incluyen el Oriente de Cundinamarca, Meta, Arauca, Casanare y Vichada (Figura 1).

La población ganadera del país se concentra principalmente en las Zonas I y II que en conjunto contabilizan aproximadamente el 80% del inventario ganadero del país, equivalente a unos 20 millones de cabezas. Entre 1960 y 1978 la Zona II disminuyó su participación en el inventario ganadero total bajando de 41 a 35%; en contraste, la Zona V, triplicó su participación en el mismo período (Cuadro 2).

La ganadería vacuna aporta aproximadamente un 9% del valor de la producción total del país, permaneciendo esa participación mas o menos estable a través del tiempo (Cuadro 3).

En términos de empleo generado por la ganadería, se aprecia que ésta contribuye con cerca de un 18% del empleo generado por el sector agropecuario y que si bien su participación en el empleo total ha disminuído, esta baja es mínima en comparación con la baja observada en el subsector agrícola (Cuadro 4).

Dentro de la dieta del país, carne vacuna tiene gran importancia, representando un porcentaje que varía entre 14 y 25% del gasto total en alimentos. El estrato más pobre de la población gasta en carne vacuna aproximadamente una quinta parte del gasto total en alimentos, aumentando su participación a medida que crece el nivel de ingreso (Cuadro 5).

*Exceptuando el nivel IV*

Conjuntamente los gastos en leche y carne representan cerca de un tercio del gasto en alimentos, independientemente del nivel de ingreso y de la ubicación geográfica (Figura 2).

Las exportaciones bovinas han tenido relativamente poca importancia dentro del conjunto de las exportaciones totales del país, siendo muy variable su volumen, el cual depende en gran medida de la situación coyuntural de los mercados externos. En 1972 las exportaciones bovinas constituían el 5% del valor de las exportaciones totales, bajando a 3% en 1978; en contraste las exportaciones agrícolas durante los mismos años incrementan su participación de 64 a 75% (Figura 3).

Las exportaciones bovinas registradas constituyen un porcentaje muy bajo de la extracción total, fluctuando ese porcentaje entre 2 y 8% (Cuadro 6). En resumen, las exportaciones bovinas no han tenido gran importancia, ni dentro del total de exportaciones de Colombia, ni dentro de la extracción total.

Observando la serie histórica de consumo aparente por habitante de carne vacuna, se aprecia una clara tendencia decreciente, de un consumo de 0.14 cabezas por habitante en 1950, este declina hasta llegar en 1978 a 0.11 cabezas per cápita (Cuadro 7).

En los últimos años el país ha gastado significativas cantidades de divisas en importaciones de leche, las proyecciones para las próximas décadas indican que el déficit de leche se incrementará, de continuar las actuales tendencias de la producción. Según estimaciones de FADEGAN<sup>1</sup>, en 1980 el déficit equivalía a 33% de las necesidades del país y se estima que para

---

<sup>1/</sup> FADEGAN, "Segundo Foro Nacional Ganadero", Medellín, Agosto 2 y 3, 1979.



el año 2000 ese déficit estará en el orden del 43% de las necesidades (Cuadro 8).

La rentabilidad de la ganadería ha sido uno de los temas de mayor controversia, en razón de la generalizada idea de que una de las principales causas para el bajo nivel de adopción de nuevas tecnologías es la baja rentabilidad de la actividad ganadera.

Según estimaciones de Planeación Nacional y del ICA, la rentabilidad inmediata de la ganadería extensiva de doble propósito en áreas como el Magdalena Medio, la Costa Atlántica y el Piedemonte Llanero, fluctúa entre 1.7 y 2.2%. La ganadería de leche en regiones como la Sabana de Bogotá y Nariño, con climas apropiados para razas lecheras de alto rendimiento, está en el orden del 10 al 13%. La rentabilidad inmediata de la ganadería comparada con la rentabilidad de activos financieros de poco riesgo y liquidez inmediata es igualmente muy baja (Cuadro 10).

→ Caracterizando el sector ganadero del país en términos de sus indicadores socio-económicos, se encuentra que en 1978 la ganadería aportó el 21% del valor de la producción del sector agropecuario, que constituye el 6% del valor de la producción nacional bruta, aportó el 23% del valor agregado del sector agropecuario, generó empleo para 410.000 personas, y el consumo observado por persona fue de 20 kg de carne y 81 kg de leche (Cuadro 11). Si bien el sector ganadero de Colombia cuenta con un volumen apreciable de recursos, en términos de tierra y ganado, su desempeño a través del tiempo ha estado por debajo de su potencial y de las necesidades del país, al observarse un consumo por habitante cada vez menor y un deterioro creciente del abastecimiento de leche.

## 2. Análisis de Ciclos y Proyecciones de Producción y Demanda

En la mayoría de los países productores de carne se observan ciclos de producción ganadera. La presencia de los ciclos de producción obedece a razones económicas y técnicas. Las razones económicas están relacionadas con los movimientos del precio real del ganado; cuando se produce un alza del precio y se espera que sea persistente durante un cierto lapso, los

productores visualizan que la inversión en ganado se hace más rentable y deciden invertir, pero el ganado como bien económico tiene la doble característica de ser un bien de consumo final y un bien de inversión (máquina productora de carne). Lo cual implica que ante aumentos en precios del ganado, los productores retengan animales disminuyendo la disponibilidad para consumo, siendo más notoria la retención de hembras que la de machos (Figura 4).

El aspecto técnico del ciclo se refiere a que el período de producción en ganadería es más o menos largo, existiendo un intertanto entre el momento en que se toma la decisión de producir y el momento en que se materializa dicha decisión. Por esta causa ante aumentos de precios, la respuesta de la oferta no es inmediata, pero una vez que la producción aumenta, los precios declinan y se entra en una nueva fase del ciclo.

El ciclo ganadero puede esquematizarse como en la Figura 5, en donde el movimiento cíclico se produce a lo largo de una línea de tendencia. El ciclo puede ser caracterizado por dos parámetros, período o longitud y amplitud. El período se define como la duración de una oscilación completa alrededor de la línea de tendencia. La amplitud es la distancia existente entre la línea de tendencia y los puntos críticos, por ésto en cada ciclo se observan dos amplitudes, una positiva con respecto a la tendencia y otra negativa con respecto a la misma línea. Las formas matemáticas que describen las oscilaciones cíclicas corresponden a las funciones trigonométricas seno y coseno.

En el caso de la ganadería de Colombia, el ciclo de hembras es mucho más marcado que el de machos, constituyendo el principal componente de las oscilaciones cíclicas de la producción total (Figura 6).

En el período 1950/78 se observan tres ciclos completos en la producción de hembras, ellos cubren los períodos 1956/62, 1962/69 y 1969/75. La duración promedio del ciclo de hembras es de seis años y su amplitud media es de 139.000 cabezas (Cuadros 12 y 13). En el caso de los machos también se observan tres ciclos completos en los períodos 1956/61, 1961/67 y 1967/78, con una duración media de siete años y una amplitud de 93.000

cabezas. Una vez caracterizados los ciclos en términos de sus parámetros, se ajustan funciones trigonométricas a efectos de elaborar proyecciones de producción.

En la Figura 7 se muestran los valores observados y estimados, en base a una función trigonométrica, del sacrificio de hembras. En los primeros años se nota una perfecta concordancia entre los puntos críticos de la función estimada y los puntos críticos observados; a medida que transcurre el tiempo se presenta un desfase entre los puntos críticos de las dos funciones; probablemente esto ocurre porque en la función estimada se utilizan valores promedios tanto de amplitud como de período, el modelo es susceptible de ser mejorado utilizando amplitudes y longitudes que sean funciones del tiempo; sin embargo, para efectos de proyecciones el  $R^2$  de <sup>63%</sup> 94% para la función estimada indica que es una función aceptable. En el Cuadro 14 aparecen las proyecciones del sacrificio de hembras, las cuales tienen dos componentes, un componente de tendencia lineal y un componente cíclico, también aparecen los valores de los sacrificios observados. Igual metodología se utiliza para elaborar las proyecciones del sacrificio de machos que aparecen en el Cuadro 15.

Para proyectar la demanda se parte de una relación funcional del siguiente tipo:

$$DT_{t+1} = C_t [1 + \dot{Y} N_y]^{t+1-t} PH_{t+1}$$

donde:

- $DT$  = es demanda potencial total en el período  $t+1$
- $C_t$  = consumo per cápita observado en el período  $t$
- $\dot{Y}$  = tasa de crecimiento del ingreso real per cápita
- $N_y$  = elasticidad ingreso de la demanda
- $PH_{t+1}$  = población humana en el período  $t+1$

Se trata de una demanda potencial porque en las estimaciones se asumen precios reales constantes. La demanda potencial nos indica cuál hubiese sido el nivel del consumo de haber permanecido los precios reales constantes.

En la Figura 8 aparecen las estimaciones de demanda potencial, calculadas en base al consumo de 1950, una tasa de crecimiento del ingreso real per cápita de 1.6% y una elasticidad ingreso de la demanda de 0.7. En Colombia el principal determinante de la demanda global ha sido el crecimiento poblacional, unido ésto a una alta elasticidad ingreso de la demanda, aunque en los últimos años se observa una declinación en la tasa de crecimiento de la población. En la Figura-8 aparece también el consumo observado, se nota claramente que la brecha entre demanda potencial y consumo observado se hace cada vez mayor.

Para disminuir esta brecha, el camino es el incremento de productividad vía el cambio tecnológico que eleva la producción y el consumo. El cambio técnico debe ser de tal naturaleza que permita satisfacer el consumo interno y generar excedentes de exportación a precios competitivos en los mercados internacionales. En el Cuadro 16 se presentan las proyecciones de sacrificio para consumo interno, en base a las funciones trigonométricas anteriormente descritas, y las proyecciones de demanda bajo dos hipótesis de crecimiento del ingreso, una que asume un crecimiento del ingreso real per cápita de 2% y otra de 2.6% por año, para estas proyecciones se utiliza el consumo de 1979 como base. Del análisis de las cifras se infiere que con la hipótesis de ingreso bajo, el déficit del consumo con respecto a la demanda fue 10% en 1979 pasando a 40% en el año 2000, ésto de continuar las actuales tendencias de la producción, vale decir sin cambio tecnológico.

### 3. Modelo de Generación de Inventarios

Uno de los principales inconvenientes al analizar el desempeño histórico del sector ganadero de Colombia, es la falta de información estadística básica confiable. Las cifras disponibles sobre inventarios ganaderos se refieren a diferentes períodos y fuentes, en muchos casos son inconsistentes internamente y comparadas con otras fuentes, en algunos casos no se define claramente la metodología de cálculo. El nivel y variaciones de los inventarios ganaderos son claves para el diseño de las políticas dirigidas al sector, por ésto se decidió elaborar un modelo de simulación para estimar las series históricas de existencias ganaderas a partir de los sacrificios y de ciertos parámetros técnicos que se asumen.

La idea es que los animales que nacen en un período inicial  $t$ , van pasando anualmente de una categoría a otra, previos los descuentos por muertes y sacrificios, hasta llegar a una edad máxima de sacrificio en donde desaparecen los últimos de los animales nacidos durante  $t$ . La Figura 9 es ilustrativa al respecto.

En la Figura 10 aparece la estructura general del modelo con sus diferentes categorías de vacunos; se asumen que los nacimientos ocurren en igual proporción, tanto de machos como de hembras y a partir de ellos se generan todas las categorías del inventario ganadero. El inventario de machos comprende las categorías de 0-1 año, de 1-2 años, de 2-3 años, de 3-4 años y de 4-5 años. El inventario de hembras está constituido por las categorías de 0-1 año, de 1-2 años, de 2-3 años, de 3-4 años y las vacas de cría. El inventario de toros y toretes está conformado por animales de 0-1 año, de 1-2 años, de 2-3 años, de 3-4 años, de 4-5 años y los toros reproductores.

Además de las series de sacrificios el modelo utiliza parámetros tales como: tasas de mortalidad a diferentes edades ( $m_i$ ), relación toro: vaca ( $\theta$ ), proporción de terneros machos que se apartan para reproducción ( $\alpha$ ), proporción de vaquillas de 2-3 años que se trasladan al hato de cría ( $\beta$ ), proporción de vaquillas de 3-4 años que pasan al hato de cría ( $\rho$ ) y coeficientes de distribución de los sacrificios según edades.

Las Figuras 9 y 10 pueden expresarse en términos matemáticos de la siguiente forma:

$$[1] \quad SM56(i+5) = \left[ \left[ \left[ \left[ \left[ (1-\alpha) NM(i) (1-m_1)-SM1(i) \right] (1-m_2)-SM2(i+1) \right] (1-m_3)-SM3(i+2) \right] (1-m_4)-SM4(i+3) \right] (1-m_5)-SM5(i+4) \right] (1-m_6) \right]$$

De la expresión [1] se despejan los nacimientos que constituyen la

base de la recomposición de los inventarios:

$$[2] \quad NM(i) = \frac{SM1(i)A + SM2(i+1)B + SM3(i+2)C + SM4(i+3)D + SM5(i+4)E + SM56(i+5)}{(F) (A)}$$

donde:

$$A = (1-m2)(1-m3)(1-m4)(1-m5)(1-m6)$$

$$B = (1-m3)(1-m4)(1-m5)(1-m6)$$

$$C = (1-m4)(1-m5)(1-m6)$$

$$D = (1-m5)(1-m6)$$

$$E = (1-m6)$$

$$F = (1-\alpha)(1-m1)$$

La expresión [2] calcula los nacimientos anuales en base a sacrificios en distintos períodos, tasas de mortalidad a diferentes edades y proporción de terneros machos que se apartan para reproducción. Una vez generados los nacimientos tanto de machos como de hembras se estiman todas las categorías del inventario mediante las siguientes relaciones contables:

Existencias Ganaderas:

$$[3] \quad M1(i+1) = NM(i)F - SM1(i)$$

$$[4] \quad M2(i+2) = M1(i+1)(1-m2) - SM2(i+1)$$

$$[5] \quad M3(i+3) = M2(i+2)(1-m3) - SM3(i+2)$$

$$[6] \quad M4(i+4) = M3(i+3)(1-m4) - SM4(i+3)$$

$$[7] \quad M5(i+5) = M4(i+4)(1-m5) - SM5(i+4)$$

$$[8] \quad M56(i+6) = M5(i+5)(1-m6) - SM56(i+5)$$

donde:

$$M1(i+1) = \text{machos de 0-1 año al comenzar } i+1$$

$$M2(i+2) = \text{machos de 1-2 años al comenzar } i+2$$

$$M3(i+3) = \text{machos de 2-3 años al comenzar } i+3$$

$$M4(i+4) = \text{machos de 3-4 años al comenzar } i+4$$

$$M5(i+5) = \text{machos de 4-5 años al comenzar } i+5$$

La última categoría  $M56(i+6)$  se anula porque los supuestos del modelo implican que  $M5(i+5)(1-m6) = SM56(i+5)$ .

Existencias de Hembras:

Las existencias de hembras se expresan como:

$$\begin{aligned}
 [9] \quad H1(i+1) &= NH(i)(1-m1) - SH1(i) \\
 [10] \quad H2(i+2) &= H1(i+1)(1-m2) - SH2(i+1) \\
 [11] \quad H3(i+3) &= H2(i+2)(1-m3)(1-\beta) - SH3(i+2) \\
 [12] \quad H4(i+4) &= H3(i+3)(1-m4)(1-\rho) - SH4(i+3) \\
 [13] \quad H5(i+5) &= H2(i+2)(1-m3)(\beta) + H3(i+3)(1-m4)(\rho) + H5(i+4)(1-m5) - \\
 &\quad - SH5(i+4)
 \end{aligned}$$

donde:

$$\begin{aligned}
 H1(i+1) &= \text{hembras de 0-1 año al comenzar } i+1 \\
 H2(i+2) &= \text{hembras de 1-2 años al comenzar } i+2 \\
 H3(i+3) &= \text{hembras de 2-3 años al comenzar } i+3 \\
 H4(i+4) &= \text{hembras de 3-4 años al comenzar } i+4 \\
 H5(i+5) &= \text{hembras de cría al comenzar } i+5
 \end{aligned}$$

Para el cálculo del inventario de hembras de cría se requiere conocer el inventario de esta categoría un año antes del inicio de la recomposición del inventario de la misma.

Existencia de Toros y Toretes:

El inventario de toros y toretes se calcula mediante relaciones similares a las anteriores:

$$\begin{aligned}
 [14] \quad T1(i+1) &= \alpha NM(i)(1-m1) \\
 [15] \quad T2(i+2) &= T1(i+1)(1-m2) \\
 [16] \quad T3(i+3) &= T2(i+2)(1-m3) \\
 [17] \quad T4(i+4) &= T3(i+3)(1-m4) \\
 [18] \quad T5(i+5) &= T4(i+4)(1-m5) \\
 [19] \quad TT(i+6) &= H5(i+5)(t)(1-m6) + T5(i+5)(1-m6) - STT(i+5)
 \end{aligned}$$

donde:

$$\begin{aligned}
 T1(i+1) &= \text{toretos de 0-1 año al comenzar } i+1 \\
 T2(i+2) &= \text{toretos de 1-2 años al comenzar } i+2 \\
 T3(i+3) &= \text{toretos de 2-3 años al comenzar } i+3 \\
 T4(i+4) &= \text{toretos de 3-4 años al comenzar } i+4
 \end{aligned}$$

$T5(i+5)$  = toretes de 4-5 años al comenzar  $i+5$

$TT(i+6)$  = toros reproductores al comenzar  $i+6$

Se asume que no hay sacrificio de toretes, solamente se extraen los reproductores de desecho.

Para correr el modelo se usaron diferentes conjuntos de parámetros técnicos; los mejores resultados desde el punto de consistencia de las cifras, tasa de natalidad dentro de límites razonables y crecimiento del inventario, se obtuvieron con los parámetros técnicos que aparecen en el Cuadro 17, los cuales están dentro de los rangos establecidos por varios estudios de la ganadería del país.

Una dificultad para correr el modelo era que no se conocía la distribución de los sacrificios por edades; las cifras reportadas por el DANE los discriminan por sexo más no por edad; para conocer las edades de matanza había dos posibilidades, una era efectuar muestreos en los mataderos y mediante el conteo de los dientes de los animales sacrificados establecer sus edades, la otra posibilidad era asumir una distribución de las edades de sacrificio y usando ciertos parámetros conocidos definir dicha distribución. Se optó por la segunda alternativa porque la primera a más de ser costosa requiere mucho tiempo. Partiendo del supuesto que la edad media de los machos sacrificados es de 48 meses y que el 99% de ellos está en edades entre 24 y 72 meses, se definió la distribución del sacrificio de machos (Cuadros 18 y 19).

En el caso de las hembras es difícil establecer una edad promedio de sacrificio, se supuso que el 90% de las hembras sacrificadas pertenece a la categoría de hembras de cría y que el 10% restante pertenece a las categorías de 2-4 años.

Los resultados del modelo, bajo los supuestos anteriores aparecen en el Cuadro 20. De acuerdo con ellos en 1951 el inventario ganadero era de 11.5 millones de cabezas, pasando en 1974 a 25 millones y en 1979 a 27 millones de cabezas. La tasa de crecimiento del inventario total en el período 1951/74 fue en promedio por año de 3.3% y en el período 1951/79 de 3.1%.



Cabe acotar que el modelo sólo genera nacimientos hasta 1974, porque para calcular los nacimientos de un determinado año, se requiere información sobre sacrificios del año en referencia y de los cinco años siguientes. Por ejemplo, para generar los nacimientos de 1975 se requiere información de sacrificios hasta 1980, la cual para ese último año aún no está disponible. Las existencias de 1975 en adelante se calculan suponiendo una tasa de natalidad que corresponde al promedio 1970-74.

La población ganadera del país, según el modelo, se distribuye en 32% machos y 68% hembras y del total el 36% corresponde a animales menores de dos años y 64% a mayores de dos años, estos porcentajes no difieren sustancialmente de los estimativos de Planeación Nacional (Cuadro 21).

La tasa de natalidad es una variable endógena del modelo, ya que él determina tanto el número de nacimientos como el de hembras de cría. En el Cuadro 22 aparecen los valores de la tasa de natalidad, la cual tiene un valor medio de 49% y un rango de variación entre 37 y 56%. Nótese que en los últimos años la tasa de natalidad decae sensiblemente, es posible que exista algún problema en relación con las cifras de sacrificio usadas, puesto que si bien los datos sobre sacrificios oficiales son bastante confiables, existe una extracción adicional que corresponde a sacrificios y exportaciones ilegales. Los sacrificios oficiales fueron ajustados en un 10% anual correspondiente a sacrificio ilegal y se les adicionó los estimativos de IDEMA sobre exportaciones ilegales. Es posible que estos ajustes distorsionen un poco los resultados obtenidos.

El modelo ha sido programado en FORTRAN IV para el Sistema 34 de IBM y puede ser utilizado para: determinar los niveles del inventario total por categorías de sexo y edad, ensayar diferentes conjuntos de parámetros técnicos para establecer cuál ha sido el conjunto de parámetros técnicos más probables que ha tenido la ganadería en el curso de su desarrollo histórico, determinar con diferentes tecnologías, vale decir con distintos conjuntos de parámetros técnicos, cuál sería el nivel de los inventarios y efectuar proyecciones de los mismos.

En la medida en que los sistemas de información estadísticas del país

mejoren y se genere información básica más precisa sobre parámetros técnicos y sacrificios, los resultados de un modelo de esta naturaleza se afinarán y tendrán un menor margen de error.

#### 4. Estimación de Oferta de Carne Vacuna bajo Condiciones de Nueva Tecnología en los Llanos Orientales

Se trata de un análisis ex-ante en virtud de que el proceso de adopción de nueva tecnología recién comienza en la región en referencia.

En este contexto se define la tecnología tradicional como aquella que emplea exclusivamente pradera natural, el suministro de sal está por debajo del requerido, no hay rotación de potreros, ni selección de vacunos. En oposición, la tecnología mejorada se define como aquella que utiliza pasto mejorado, aproximadamente un 10% de la finca en mezcla de leguminosa y gramínea mejorada, el suministro de mezcla mineral es de unos 22 kg/año/UA, se efectúa rotación de potreros y selección de vacunos. El componente principal del paquete tecnológico es el germoplasma producto de la investigación de CIAT y de las agencias nacionales colaboradoras.

La región de los Llanos Orientales, comprende el Oriente de Cundinamarca, la Intendencia de Casanare y las Comisarías de Arauca y Vichada, tienen una extensión de aproximadamente 20.5 millones de hectáreas discriminadas así: 2.5 millones en el Piedemonte, 12.5 millones al Sur del Río Meta y 5.5 al Norte de Casanare. El 15% de este territorio corresponde a bosques y el resto está cubierto de pastos naturales en su mayor parte. El área total de los Llanos es aproximadamente una quinta parte del área del país. La mayor restricción para la producción de carne en la región son los problemas nutricionales derivados de la baja productividad de las praderas naturales y por la escasez estacional de pastos. Los suelos de los Llanos se caracterizan por su baja fertilidad y por problemas de saturación de aluminio y deficiencias de fósforo.

La nueva tecnología pretende levantar esta restricción nutricional mediante la introducción de variedades de gramíneas y leguminosas que se adapten a las condiciones del ecosistema de la región y que genere incre-

mentos en productividad por unidad animal y por hectárea.

Para la estimación de la oferta para consumo hay que enfrentar dos problemas, el primero se refiere a determinar la productividad tanto de la tecnología tradicional como de la tecnología mejorada, el segundo problema es establecer cuál va a ser el posible patrón de adopción a través del tiempo de la nueva tecnología.

Para resolver el primer problema se emplea el Modelo HATSIM<sup>1</sup> que simula el desarrollo del hato y determina su productividad en términos de producción de carne para consumo por cabeza en inventario.

El HATSIM simula el desarrollo del hato a partir de los parámetros técnicos que aparecen en el Cuadro 23 y una política de ventas dada. La política de ventas se refleja en la proporción de animales que anualmente se extraen de las diferentes categorías para sacrificio. En virtud de que las hembras son el principal determinante del crecimiento del inventario, en este caso la política de ventas se define como la proporción de hembras de cría que anualmente se extrae del hato para el consumo. Los resultados de la simulación se muestran en el Cuadro 24.

En el caso de la tecnología tradicional cuando el porcentaje de hembras extraído es igual a la tasa de desecho (14%), se tiene una tasa de crecimiento promedio anual del inventario de 1.4% por año y una producción para consumo de 20 kg por cabeza en inventario; al aumentar la extracción de hembras a 21% la tasa de crecimiento del inventario resulta negativa, es decir se está liquidando la inversión en ganado, la producción para consumo alcanza los 27 kg por cabeza en inventario por año (Cuadro 24).

Cuando bajo condiciones de tecnología mejorada se extrae el 20% de las hembras de cría, se observa una tasa de crecimiento del hato de aproximadamente 8% anual y una producción por cabeza en inventario de 39 kg. Existe una relación directa entre porcentaje de ventas y producción para consumo y una relación inversa entre porcentaje de ventas y tasa de creci-

---

<sup>1/</sup> Patricia Juri et.al. "Modelo de Simulación por Computador para Fincas Ganaderas". CIAT, Agosto de 1977.

miento de la producción.

Para enfrentar el problema de adopción tecnológica se utilizan tres hipótesis con respecto al posible patrón de adopción, ellos son: adopción moderada, adopción lenta y adopción rápida.

Se asume que el modelo matemático que reproduce los patrones de adopción tecnológico corresponde a una función logística denominada también sigmoide. Este tipo de función ha sido utilizado con éxito en estudios sobre adopción de tecnologías agrícolas en Estados Unidos y Uruguay. La función logística tiene la particularidad que en las etapas iniciales muestra un crecimiento lento, luego ese crecimiento se acelera hasta llegar a un punto de inflexión donde el crecimiento decrece y finalmente la función se estabiliza. Este es justamente el comportamiento observado en los procesos de difusión y adopción de nuevas tecnologías. En las etapas iniciales sólo los productores más progresistas adoptan las nuevas técnicas, luego el proceso se hace masivo para finalmente llegar a un punto donde se agota el universo de potenciales adoptadores y el proceso termina. La forma matemática de la función logística corresponde a:

$$Y = \frac{K}{1 + e^{\alpha + \beta t}}$$

donde: Y es la variable que mide el porcentaje del inventario ganadero que anualmente está bajo nueva tecnología y K,  $\alpha$  y  $\beta$  son parámetros a estimar (Figura 11).

Para cada una de las hipótesis planteadas se determinan tres puntos los cuales definen el patrón de adopción; empleando el método estadístico de puntos elegidos se estiman los valores de K,  $\alpha$  y  $\beta$  para las tres curvas de adopción hipotéticas. En el Cuadro 25 aparecen los puntos elegidos y en la Figura 12 las curvas de adopción resultantes.

Una vez definida la productividad de las tecnologías, los posibles patrones de adopción y la tasa de crecimiento del inventario dadas las políticas de venta, se estima el nivel de inventario ganadero, tanto bajo tecno-

logía tradicional, como bajo tecnología mejorada y los niveles de producción de carne para consumo.

En los Cuadros 26 a 29 aparecen las estimaciones de oferta asumiendo la hipótesis más optimista y la más pesimista. La primera hipótesis se refiere a una política moderada de ventas tanto en el sector de tecnología tradicional como en el sector de tecnología moderada y un patrón de adopción rápida de nueva tecnología. La hipótesis más pesimista se refiere a una política agresiva de ventas en los dos sectores y un patrón de adopción lenta de nueva tecnología.

Si la difusión es baja y la política de ventas es agresiva, ello implica una tasa de crecimiento promedio anual de la producción para consumo de 1%, en contraste con una tasa de crecimiento cinco veces mayor cuando la difusión es alta y la política de ventas es moderada. El hato ganadero de la región permanece estable a nivel de 2.4 millones de cabezas bajo la hipótesis más pesimista; bajo la segunda hipótesis el inventario pasa de un nivel de 2.4 millones de cabezas en 1980 a 3.6 millones en el año 2000, vale decir un incremento del 50% con respecto a 1980.

Es arriesgado elaborar proyecciones para todas las regiones ganaderas del país en base a la nueva tecnología, diseñada para los Llanos Orientales, puesto que aún no se conoce su grado de adaptación y productividad en ecosistemas diferentes al de los Llanos Orientales.

## RESUMEN Y CONCLUSIONES

- Colombia cuenta con un importante volumen de recursos dentro del sector ganadero en términos de tierra en pastos e inventario de ganado.
- Dentro del consumo nacional carne y leche tienen alta participación, representando cerca de un tercio del gasto total en alimentos e implicando qué alzas en estos productos tengan gran influencia sobre el nivel del costo de vida.
- Pese a su volumen considerable de recursos, el sector ha estado por debajo de su potencial productivo y de las necesidades del país, reflejándose en un deterioro creciente del consumo por habitante, en un gasto cada vez mayor de divisas en importaciones de leche y en una brecha en aumento entre consumo observado y demanda potencial.
- La rentabilidad real inmediata de la ganadería (sin incluir valorización de activos), es baja aún comparada con inversiones fáciles, de liquidez inmediata y escaso riesgo.
- Las posibilidades de incrementar producción vía incremento del área utilizada, especialmente en las grandes zonas productoras, son remotas debido a esa baja rentabilidad y a que la ganadería tiene que competir por tierra con la agricultura que es una actividad de alta rentabilidad.
- Dado lo anterior, la posibilidad planteada es el cambio técnico que eleve la productividad de los recursos del sector, aumentando producción, consumo y generando excedentes exportables a un costo competitivo en los mercados internacionales.

Cuadro 1. Colombia: evolución del uso de la tierra, 1950-1978

| Clase de tierra                  | 1950                    |       | 1978                    |       |
|----------------------------------|-------------------------|-------|-------------------------|-------|
|                                  | Hectáreas<br>(millones) | %     | Hectáreas<br>(millones) | %     |
| Cultivos permanentes             | 1.1                     | 1.0   | 2.7                     | 2.4   |
| Cultivos temporales              | 1.3                     | 1.1   | 2.5                     | 2.2   |
| Tierras en descanso              | 3.4                     | 3.0   | 3.6                     | 3.1   |
| Pastos                           | 12.1                    | 10.6  | 20.5                    | 18.0  |
| Sector agropecuario              | 17.9                    | 15.7  | 29.3                    | 25.7  |
| Bosques naturales y artificiales | 48.8                    | 42.7  | 36.4                    | 31.9  |
| No aptas para la agricultura     | 7.5                     | 6.6   | 8.4                     | 7.4   |
| Otras                            | 40.0                    | 35.0  | 40.1                    | 35.1  |
| Subtotal                         | 96.3                    | 84.3  | 84.9                    | 74.3  |
| Total                            | 114.2                   | 100.0 | 114.2                   | 100.0 |

Fuente: Departamento de Planeación Nacional, Unidad de Estudios Agrarios

Cuadro 2. Colombia: distribución de la población ganadera vacuna por zonas geográficas, 1960 y 1978

| Zona <sup>1</sup> | 1960                           |            | 1978                           |            |
|-------------------|--------------------------------|------------|--------------------------------|------------|
|                   | Total<br>(1'000 de<br>cabezas) | Porcentaje | Total<br>(1'000 de<br>cabezas) | Porcentaje |
| I                 | 6.617                          | 44.1       | 11.414                         | 46.9       |
| II                | 6.169                          | 41.1       | 8.560                          | 35.2       |
| III               | 1.407                          | 9.4        | 1.285                          | 5.3        |
| IV                | 338                            | 2.2        | 661                            | 2.7        |
| V                 | 487                            | 3.2        | 2.415                          | 9.9        |
| Total             | 15.018                         | 100.0      | 24.335                         | 100.0      |

1/ Las zonas se definen como:

I. Litoral Atlántico

II. Magdalena Alto y Medio

III. Valle del Cauca

IV. Territorio Sur

V. Llanos Orientales

Fuente: Departamento de Planeación Nacional, Unidad de Estudios Agrarios

**Cuadro 3.** Colombia: participación de la ganadería en la producción nacional (precios constantes de 1970)

| Sectores             | 1972    | 1976    | 1977    | 1978    |
|----------------------|---------|---------|---------|---------|
| Agrícola             | 12.5    | 12.1    | 11.9    | 11.7    |
| Ganadero             | 8.8     | 9.1     | 8.8     | 8.4     |
| Otros                | 4.2     | 3.3     | 3.3     | 3.3     |
| Sector Agropecuario  | 25.5    | 24.5    | 24.0    | 23.4    |
| Resto de la economía | 74.5    | 75.5    | 76.0    | 76.6    |
| Total porcentaje     | 100.0   | 100.0   | 100.0   | 100.0   |
| Miliones de \$       | 148.629 | 183.296 | 192.296 | 203.314 |

Fuente: Banco de la República, Cuentas Nacionales.

**Cuadro 4.** Colombia: participación de la ganadería en el empleo del sector agropecuario

| Subsector                    | 1951         | 1964         | 1973         |
|------------------------------|--------------|--------------|--------------|
| ----- '000 de personas ----- |              |              |              |
| Agrícola                     | 1237 (71.1)  | 1601 (73.2)  | 903 (58.4)   |
| Ganadero                     | 329 (18.9)   | 385 (17.6)   | 252 (16.3)   |
| Silvícola y pesquero         | 15 (0.9)     | 26 (1.2)     | 116 (7.5)    |
| Otros                        | 160 (9.1)    | 175 (8.0)    | 275 (17.8)   |
| Sector Agropecuario          | 1741 (100.0) | 2187 (100.0) | 1546 (100.0) |

Fuente: Ministerio de Agricultura, OPSA, 1979.



Cuadro 5. Colombia: participación del gasto en carne de res en el gasto total de alimentos según estratos de ingreso (1968)

| Ciudad       | Estrato de Ingreso |      |      |      |
|--------------|--------------------|------|------|------|
|              | I                  | II   | III  | IV   |
| Bogotá       | 18.6               | 18.4 | 18.5 | 14.3 |
| Barranquilla | 23.1               | 24.8 | 23.3 | 21.2 |
| Cali         | 24.2               | 24.3 | 23.3 | 18.6 |
| Medellín     | 23.1               | 23.0 | 23.1 | 15.8 |

|            |                  |
|------------|------------------|
| Estrato I: | \$ 150 - \$ 750  |
| II:        | \$ 750 - \$1300  |
| III:       | \$1300 - \$2400  |
| IV:        | \$2400 - \$21410 |

Fuente: Eugenia M. de Rubinstein y Gustavo A. Nores, toman como fuente a ECIEL (Estudios Conjuntos sobre Integración Latinoamericana)

Cuadro 6. Colombia: participación de las exportaciones en la extracción total

| Año  | Extracción total*           | Total exportaciones registradas | Exportaciones registradas como porcentaje de la extracción total |
|------|-----------------------------|---------------------------------|--|
|      | ----- '000 de cabezas ----- |                                 | porcentaje   |
| 1970 | 2951.4                      | 127.4                           | 4.3  |
| 1971 | 3101.3                      | 164.4                           | 5.3  |
| 1972 | 2857.4                      | 185.0                           | 6.5  |
| 1973 | 2481.3                      | 153.6                           | 6.1  |
| 1974 | 2553.8                      | 119.1                           | 4.7  |
| 1975 | 3010.8                      | 237.5                           | 7.9  |
| 1976 | 3221.8                      | 204.1                           | 6.3  |
| 1977 | 2909.1                      | 86.6                            | 3.0  |
| 1978 | 3081.1                      | 155.7                           | 5.0  |
| 1979 | 3370.3                      | 74.6                            | 2.2  |

\* Incluye sacrificio registrado y no registrado y exportaciones registradas y no registradas

Fuente: Departamento de Planeación Nacional, Unidad de Estudios Agrarios.

Cuadro 7. Colombia: serie histórica del consumo por habitante.  
1950-1978

| Año  | Consumo                    | Año  | Consumo                    | Año  | Consumo                    |
|------|----------------------------|------|----------------------------|------|----------------------------|
|      | cabezas/<br>per cápita/año |      | cabezas/<br>per cápita/año |      | cabezas/<br>per cápita/año |
| 1950 | .136                       | 1960 | .118                       | 1970 | .122                       |
| 1951 | .136                       | 1961 | .126                       | 1971 | .133                       |
| 1952 | .130                       | 1962 | .131                       | 1972 | .121                       |
| 1953 | .119                       | 1963 | .129                       | 1973 | .106                       |
| 1954 | .114                       | 1964 | .121                       | 1974 | .102                       |
| 1955 | .122                       | 1965 | .121                       | 1975 | .106                       |
| 1956 | .131                       | 1966 | .111                       | 1976 | .108                       |
| 1957 | .125                       | 1967 | .106                       | 1977 | .104                       |
| 1958 | .112                       | 1968 | .106                       | 1978 | .108                       |
| 1959 | .169                       | 1969 | .119                       |      |                            |

Fuente: Reed Hertford, "Caracterización de la Ganadería Vacuna de Colombia", trabajo en edición y DANE, Revista Mensual

Cuadro 8. Colombia: proyección de necesidades y producción de leche.  
1980-2000

| Año                   | Necesidades <sup>1</sup> | Producción | Déficit       |
|-----------------------|--------------------------|------------|---------------|
| ----- '000 tons ----- |                          |            |               |
| 1980                  | 3692.0                   | 2570.0     | 1222.0 (33.0) |
| 1985                  | 4270.5                   | 2826.4     | 1444.1 (33.8) |
| 1990                  | 4888.1                   | 3082.5     | 1805.6 (36.9) |
| 1995                  | 5552.2                   | 3338.6     | 2213.6 (39.9) |
| 2000                  | 6307.2                   | 3594.7     | 2712.5 (43.0) |

1/ Estimado teniendo en cuenta el crecimiento de la producción y los requerimientos mínimos de leche fijados por el Instituto Nacional de Nutrición.

Fuente: FADEGAN, "La Gandería de Leche en Colombia", 1977.

Cuadro 9. Colombia: rentabilidad de la ganadería de carne (mixta) y de leche, por regiones (\$ de 1980)

|                                | Rentabilidad <sup>1</sup> |
|--------------------------------|---------------------------|
|                                | %                         |
| 1. Ganadería de carne (mixta): |                           |
| - Magdalena Medio              | 2.2                       |
| - Costa Atlántica              | 1.9                       |
| - Piedemonte Llanero           | 1.7                       |
| 2. Ganadería de leche:         |                           |
| - Sabana de Bogotá             | 12.8                      |
| - Nariño y otros               | 9.8                       |

1/ Rentabilidad antes de impuestos sin considerar valorización de tierras e inventarios.

Fuente: Cálculos de Planeación Nacional e ICA.

Cuadro 10. Colombia: rentabilidad real de diferentes activos financieros y de la ganadería

| Rubro   | Rentabilidad |
|---|--------------|
|   | %            |
| - Certificado de cambio                             | 5.9          |
| - Título de participación del Banco de la República | 5.6          |
| - Depósito a término en Banco                       | 4.3          |
| - Ganadería   | 1.7          |
| - Acciones  | 1.4          |
| - UPAC  | -0.3         |

Fuente: Banco Ganadero, Informe Anual del Gerente, 1979.

Cuadro 11. Colombia: Indicadores económicos de la ganadería vacuna, 1978

| Rubro                                | Valores<br>(Millones de \$) | Porcentaje con respecto<br>al total |                   |
|--------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|-------------------|
|                                      |                             | Del Sector<br>Agropecuario          | De la<br>Economía |
| Valor de la producción bruta         | 177801.9                    | 20.9                                | 5.9               |
| Valor agregado                       | 54790.1                     | 22.7                                | 6.1               |
| Remuneración al trabajo              | 15145.1                     | 27.6                                | 7.4               |
| Remuneración al capital <sup>a</sup> | 39645.0                     | 72.4                                | 17.2              |
| Empleo (personas ocupadas)           | 41023.7                     | 25.8                                | 7.5               |
| Consumo de carne/habitante (kg)      | 19.6                        |                                     |                   |
| Consumo de leche/habitante (kg)      | 81.1                        |                                     |                   |

a/ Incluye tierra y ganado

Fuente: Departamento de Planeación Nacional, Unidad de Estudios Agrarios.

Cuadro 12. Colombia: características de los ciclos de extracción de hembras en la ganadería

| Ciclo    | Período   | Duración<br>(años) | Rango de<br>variación<br>de la<br>producción | Producción <sup>1</sup><br>media | Varianza<br>de la<br>producción | Coefficiente<br>de variación<br>de la<br>producción | Tasa de<br>crecimiento<br>de la<br>producción <sup>1</sup> |
|----------|-----------|--------------------|--|----------------------------------|---------------------------------|---|--|
|          |           |                    |  | ----- '000 de cabezas -----      | ----- porcentaje -----          |   |  |
| 1        | 1956-1962 | 6                  | 544-648                                      | 620                              | 60                              | 9.6   | 1.6  |
| 2        | 1962-1969 | 7                  | 647-868                                      | 758                              | 77                              | 10.2  | -1.3   |
| 3        | 1969-1975 | 6                  | 711-1100                                     | 902                              | 140                             | 15.6  | 0.2  |
| Promedio |           | 6                  |  |                                  |                                 |   |  |

<sup>1/</sup> Producción para consumo interno.

Cuadro 13. Colombia: amplitud del ciclo de producción de hembras

| Ciclo                       | Fase | Año de<br>valor<br>máximo<br>(mínimo) | Valor<br>observado | Valor<br>estimado | Amplitud<br>respecto<br>a la<br>tendencia <sup>1</sup> |
|-----------------------------|------|---------------------------------------|--------------------|-------------------|--|
| ----- '000 de cabezas ----- |      |                                       |                    |                   |  |
| 1                           | 1    | 1957                                  | 648                | 616               | 32   |
|                             | 2    | (1959)                                | 544                | 656               | -112   |
| 2                           | 1    | 1965                                  | 868                | 775               | 93   |
|                             | 2    | (1967)                                | 647                | 814               | -167   |
| 3                           | 1    | 1971                                  | 1101               | 894               | 207  |
|                             | 2    | (1973)                                | 711                | 934               | -223   |
| Amplitud media <sup>2</sup> |      |                                       |                    |                   | 139  |

1/ Amplitud = valor observado - valor estimado según tendencia

2/ La amplitud media se estima en base a valores absolutos.

Cuadro 14. Colombia: proyecciones del sacrificio de hembras. 1951-1990

| Año                         | Sacrificio estimado |        |       | Sacrificio observado* | Año                         | Sacrificio estimado |        |       | Sacrificio observado* |
|-----------------------------|---------------------|--------|-------|-----------------------|-----------------------------|---------------------|--------|-------|-----------------------|
|                             | Tendencia           | Ciclo  | Total |                       |                             | Tendencia           | Ciclo  | Total |                       |
| ----- '000 de cabezas ----- |                     |        |       |                       | ----- '000 de cabezas ----- |                     |        |       |                       |
| 1951                        | 479                 | 139.0  | 619   | 657                   | 1971                        | 896                 | -69.5  | 827   | 1101                  |
| 1952                        | 500                 | 69.5   | 570   | 599                   | 1972                        | 916                 | -139.0 | 777   | 928                   |
| 1953                        | 521                 | -69.5  | 451   | 549                   | 1973                        | 937                 | -69.5  | 868   | 711                   |
| 1954                        | 542                 | -139.0 | 403   | 444                   | 1974                        | 956                 | 69.5   | 1025  | 810                   |
| 1955                        | 563                 | -69.5  | 493   | 483                   | 1975                        | 979                 | 139.0  | 1118  | 1028                  |
| 1956                        | 584                 | 69.5   | 653   | 586                   | 1976                        | 1000                | 69.5   | 1070  | 1211                  |
| 1957                        | 604                 | 139.0  | 743   | 648                   | 1977                        | 1020                | -69.5  | 951   | 1090                  |
| 1958                        | 625                 | 69.5   | 694   | 617                   | 1978                        | 1041                | -139.0 | 902   | 1070                  |
| 1959                        | 646                 | -69.5  | 577   | 544                   | 1979                        | 1062                | -69.5  | 992   | -                     |
| 1960                        | 667                 | -139.0 | 528   | 572                   | 1980                        | 1083                | 69.5   | 1153  | -                     |
| 1961                        | 687                 | -69.5  | 617   | 624                   | 1981                        | 1104                | 139.0  | 1243  | -                     |
| 1962                        | 708                 | 69.5   | 778   | 715                   | 1982                        | 1124                | 69.5   | 1193  | -                     |
| 1963                        | 729                 | 139.0  | 868   | 802                   | 1983                        | 1145                | -69.5  | 1076  | -                     |
| 1964                        | 750                 | 69.5   | 820   | 843                   | 1984                        | 1166                | -139.0 | 1027  | -                     |
| 1965                        | 771                 | -69.5  | 702   | 868                   | 1985                        | 1187                | -69.5  | 1117  | -                     |
| 1966                        | 792                 | -139.0 | 653   | 718                   | 1986                        | 1208                | 69.5   | 1278  | -                     |
| 1967                        | 812                 | -69.5  | 743   | 647                   | 1987                        | 1228                | 139.0  | 1367  | -                     |
| 1968                        | 833                 | 69.5   | 903   | 693                   | 1988                        | 1249                | 69.5   | 1319  | -                     |
| 1969                        | 854                 | 139.0  | 993   | 781                   | 1989                        | 1270                | -69.5  | 1200  | -                     |
| 1970                        | 875                 | 69.5   | 944   | 954                   | 1990                        | 1291                | -139.0 | 1152  | -                     |

\* Fuente: DANE, Boletín Mensual de Estadística

Cuadro 15. Colombia: proyecciones del sacrificio de machos. 1956-1990

| Año                         | Sacrificio estimado |       |       | Sacrificio observado* | Año                         | Sacrificio estimado |       |       | Sacrificio observado* |
|-----------------------------|---------------------|-------|-------|-----------------------|-----------------------------|---------------------|-------|-------|-----------------------|
|                             | Tendencia           | Ciclo | Total |                       |                             | Tendencia           | Ciclo | Total |                       |
| ----- '000 de cabezas ----- |                     |       |       |                       | ----- '000 de cabezas ----- |                     |       |       |                       |
| 1956                        | 1026                | .0    | 1026  | 962                   | 1976                        | 1364                | -72.1 | 1292  | 1222                  |
| 1957                        | 1043                | 72.7  | 1116  | 1033                  | 1977                        | 1381                | .0    | 1381  | 1295                  |
| 1958                        | 1060                | 90.6  | 1151  | 1047                  | 1978                        | 1398                | 72.7  | 1471  | 1410                  |
| 1959                        | 1077                | 40.3  | 1117  | 1012                  | 1979                        | 1415                | 90.6  | 1506  | -                     |
| 1960                        | 1094                | -40.3 | 1054  | 1010                  | 1980                        | 1432                | 40.3  | 1472  | -                     |
| 1961                        | 1111                | -90.6 | 1020  | 1079                  | 1981                        | 1449                | -40.3 | 1409  | -                     |
| 1962                        | 1127                | -72.1 | 1055  | 1158                  | 1982                        | 1465                | -90.6 | 1374  | -                     |
| 1963                        | 1144                | .0    | 1144  | 1217                  | 1983                        | 1482                | -72.1 | 1410  | -                     |
| 1964                        | 1161                | 72.7  | 1234  | 1241                  | 1984                        | 1499                | .0    | 1499  | -                     |
| 1965                        | 1178                | 90.6  | 1269  | 1155                  | 1985                        | 1516                | 72.7  | 1589  | -                     |
| 1966                        | 1195                | 40.3  | 1235  | 1149                  | 1986                        | 1533                | 90.6  | 1624  | -                     |
| 1967                        | 1212                | -40.3 | 1172  | 1205                  | 1987                        | 1550                | 40.3  | 1590  | -                     |
| 1968                        | 1229                | -90.6 | 1138  | 1278                  | 1988                        | 1567                | -40.3 | 1527  | -                     |
| 1969                        | 1246                | -72.1 | 1174  | 1426                  | 1989                        | 1584                | -90.6 | 1493  | -                     |
| 1970                        | 1263                | .0    | 1263  | 1432                  | 1990                        | 1601                | -72.1 | 1529  | -                     |
| 1971                        | 1280                | 72.7  | 1353  | 1405                  |                             |                     |       |       |                       |
| 1972                        | 1296                | 90.6  | 1387  | 1322                  |                             |                     |       |       |                       |
| 1973                        | 1313                | 40.3  | 1353  | 1248                  |                             |                     |       |       |                       |
| 1974                        | 1330                | -40.3 | 1290  | 1267                  |                             |                     |       |       |                       |
| 1975                        | 1347                | -90.6 | 1256  | 1312                  |                             |                     |       |       |                       |

\* Fuente: DANE, Boletín Mensual de Estadística





Cuadro 16. Colombia: proyecciones de producción, demanda y déficit de carne vacuna. 1979-2000

| Año                         | Producción<br>total | Demanda         |      | Déficit         |      |
|-----------------------------|---------------------|-----------------|------|-----------------|------|
|                             |                     | Crecimiento del |      | Crecimiento del |      |
|                             |                     | Ingreso         |      | Ingreso         |      |
|                             |                     | bajo            | alto | bajo            | alto |
| ----- '000 de cabezas ----- |                     |                 |      |                 |      |
| 1979                        | 2498                | 2755            | 2768 | 257             | 270  |
| 1980                        | 2625                | 2852            | 2875 | 227             | 250  |
| 1981                        | 2652                | 2950            | 2986 | 298             | 334  |
| 1982                        | 2567                | 3100            | 3152 | 533             | 585  |
| 1983                        | 2480                | 3207            | 3272 | 727             | 792  |
| 1984                        | 2526                | 3317            | 3398 | 791             | 872  |
| 1985                        | 2706                | 3431            | 3531 | 725             | 825  |
| 1986                        | 2902                | 3547            | 3661 | 645             | 759  |
| 1987                        | 2957                | 3670            | 3808 | 713             | 851  |
| 1988                        | 2846                | 3794            | 3956 | 948             | 1110 |
| 1989                        | 2693                | 4047            | 4238 | 1354            | 1545 |
| 1990                        | 2681                | 4188            | 4399 | 1507            | 1718 |
| 1991                        | 2860                | 4330            | 4569 | 1470            | 1709 |
| 1992                        | 3109                | 4429            | 4748 | 1320            | 1639 |
| 1993                        | 3234                | 4633            | 4931 | 1399            | 1697 |
| 1994                        | 3152                | 4791            | 5121 | 1639            | 1969 |
| 1995                        | 2971                | 4957            | 5315 | 1986            | 2344 |
| 1996                        | 2888                | 5128            | 5520 | 2240            | 2632 |
| 1997                        | 3013                | 5303            | 5734 | 2290            | 2721 |
| 1998                        | 3262                | 5484            | 5955 | 2222            | 2693 |
| 1999                        | 3443                | 5674            | 6187 | 2231            | 2744 |
| 2000                        | 3430                | 5685            | 6425 | 2255            | 2995 |

Elaboración propia

Cuadro 17. Colombia: parámetros técnicos empleados para generación de inventarios ganaderos

| Parámetros técnicos   | Porcentaje |
|---|------------|
| Tasa de mortalidad animales:  |            |
| 0-1 año   | 4.5        |
| 1-2 años  | 4.0        |
| 2-3 años  | 3.5        |
| 3-4 años  | 3.5        |
| 4-5 años  | 3.5        |
| Más de 5 años   | 3.5        |
| Relación toro/vaca ( $\theta$ )   | 0.04       |
| Proporción de terneros nacidos destinados a reproducción ( $\alpha$ )       | 0.02       |
| Proporción de vaquillas de 2 a 3 años que pasan al hato de cría ( $\beta$ ) | 0.10       |
| Proporción de vaquillas de 3 a 4 años que pasan al hato de cría ( $\rho$ )  | 0.90       |

Cuadro 18.

**DISTRIBUCION DE EDADES DE SACRIFICIO DE MACHOS ASUMIENDO  
UNA DISTRIBUCION NORMAL**

- Supuesto 1. Se asume que la edad promedio de matanza es de 48 meses (4 años).
- Supuesto 2. Que el noventa y nueve por ciento (99%) de los animales sacrificados están en una edad entre 24 y 72 meses.

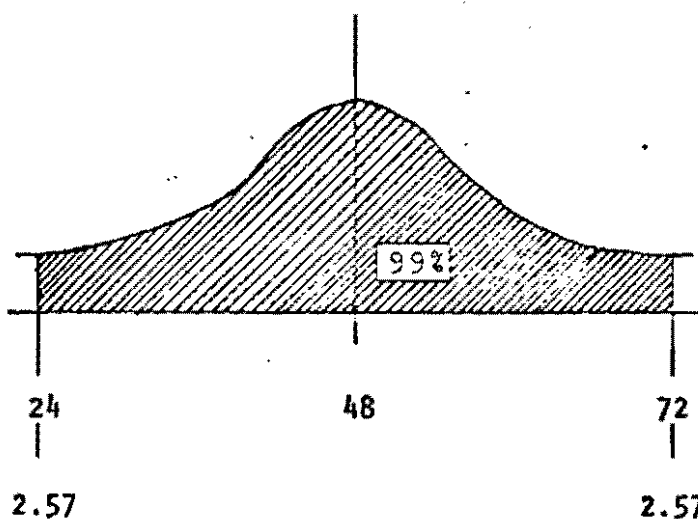
En base a estos supuestos se establece que la edad de matanza de los vacunos (Y) se distribuye normalmente:

$$Y \sim N (\mu, \sigma^2)$$

$$\frac{Y-\mu}{\sigma} = Z_{\alpha} = 2.57$$

$$\frac{72-48}{\sigma} = 2.57 \rightarrow \sigma = \frac{24}{2.57} = 9.33$$

$$Y \sim N [48, (9.33)^2]$$



Cuadro 19. Colombia: distribución teórica por edades de la matanza de vacunos machos

| Variable edad |  | Area bajo la curva normal (%) | Categorías del modelo de inventario | Edad (años) |
|---------------|--|-------------------------------|-------------------------------------|-------------|
| Meses (Y)     | Standardizada $Z = \frac{Y-\mu}{\sigma}$ |                               |                                     |             |
| 0-6           | -5.14 a -4.50                            | 0.00                          | EM1                                 | 0-1         |
| 6-12          | -4.50 a -3.85                            | 0.00                          |                                     |             |
| 12-18         | -3.85 a -3.21                            | 0.06                          | EM2                                 | 1-2         |
| 18-24         | -3.21 a -2.57                            | 0.44                          |                                     |             |
| 24-30         | -2.57 a -1.93                            | 2.17                          | EM3                                 | 2-3         |
| 30-36         | -1.93 a -1.28                            | 7.35                          |                                     |             |
| 36-42         | -1.28 a -0.64                            | 16.08                         | EM4                                 | 3-4         |
| 42-48         | -0.64 a 0.00                             | 23.89                         |                                     |             |
| 48-54         | 0.00 a 0.64                              | 23.89                         | EM5                                 | 4-5         |
| 54-60         | 0.64 a 1.28                              | 16.08                         |                                     |             |
| 60-66         | 1.28 a 1.93                              | 7.35                          | EM6                                 | 5-6         |
| 66-72         | 1.93 a 2.57                              | 2.17                          |                                     |             |
| 72-80         | 2.57 a 3.21                              | 0.44                          | TT                                  | + de 6      |
| 80-86         | 3.21 a 3.85                              | 0.06                          |                                     |             |
| 86-92         | 3.85 a 4.50                              | 0.00                          | -                                   |             |
| 92-98         | 4.50 a 5.14                              | 0.00                          |                                     |             |

Colombia: distribución teórica de sacrificios de vacunos machos según edades

|              |               |                    |       |
|--------------|---------------|--------------------|-------|
| <u>Edad:</u> | 0-1 año       | <u>Porcentaje:</u> | 0.0   |
|              | 1-2 años      |                    | 0.5   |
|              | 2-3 años      |                    | 9.5   |
|              | 3-4 años      |                    | 40.0  |
|              | 4-5 años      |                    | 40.0  |
|              | 5-6 años      |                    | 8.0   |
|              | reproductores |                    | 2.0   |
|              | Total         |                    | 100.0 |

Cuadro 20. Colombia: estimaciones del inventario ganadero. 1951-1979

| Año                         | Machos | Hembras | Toros y<br>toretes | Total |
|-----------------------------|--------|---------|--------------------|-------|
| ----- '000 de cabezas ----- |        |         |                    |       |
| 1951                        | 3315   | 7988    | 289                | 11592 |
| 1952                        | 3436   | 8042    | 293                | 11771 |
| 1953                        | 3589   | 8237    | 294                | 12120 |
| 1954                        | 3877   | 8561    | 301                | 12740 |
| 1955                        | 4154   | 9059    | 310                | 13523 |
| 1956                        | 4480   | 9523    | 326                | 14329 |
| 1957                        | 4687   | 9860    | 340                | 14887 |
| 1958                        | 4803   | 10137   | 351                | 15291 |
| 1959                        | 4884   | 10506   | 364                | 15754 |
| 1960                        | 4992   | 11040   | 379                | 16411 |
| 1961                        | 5145   | 11577   | 400                | 17122 |
| 1962                        | 5321   | 12011   | 419                | 17751 |
| 1963                        | 5363   | 12288   | 432                | 18083 |
| 1964                        | 5395   | 12521   | 444                | 18360 |
| 1965                        | 5493   | 12852   | 457                | 18808 |
| 1966                        | 5781   | 13322   | 472                | 19575 |
| 1967                        | 6244   | 14034   | 488                | 20766 |
| 1968                        | 6635   | 14762   | 506                | 21903 |
| 1969                        | 6881   | 15328   | 527                | 22736 |
| 1970                        | 6819   | 15703   | 545                | 23067 |
| 1971                        | 6615   | 15893   | 564                | 23072 |
| 1972                        | 6485   | 16053   | 579                | 23117 |
| 1973                        | 6454   | 16495   | 590                | 23539 |
| 1974                        | 6507   | 17058   | 606                | 24171 |
| 1975*                       | 6764   | 17559   | 628                | 24951 |
| 1976*                       | 6883   | 17889   | 641                | 25413 |
| 1977*                       | 7160   | 18108   | 653                | 25861 |
| 1978*                       | 7394   | 18299   | 660                | 26353 |
| 1979*                       | 7679   | 18441   | 666                | 26786 |

\* Se asume una tasa promedio de natalidad de 40%

Cuadro 21. Colombia: distribución en porcentaje del inventario ganadero según edades y sexo (1951-1974)

| Categoría                  | Porcentaje |        |
|----------------------------|------------|--------|
| Machos                     | 32.0       | (35.2) |
| Hembras                    | 68.0       | (64.8) |
| Total                      | 100.0      |        |
| Animales menores de 2 años | 36.0       | (39.4) |
| Animales mayores de 2 años | 64.0       | (60.6) |

Cifras entre paréntesis corresponden a estimaciones de Planeación Nacional (UEA) en el período 1960-1977.

Cuadro 22. Colombia: tasas de natalidad implícitas en las estimaciones del inventario ganadero. 1951-1965

| Año                             | Natalidad | Año  | Natalidad |
|---------------------------------|-----------|------|-----------|
|                                 | %         |      | %         |
| 1951                            | 45        | 1966 | 53        |
| 1952                            | 49        | 1967 | 53        |
| 1953                            | 54        | 1968 | 49        |
| 1954                            | 56        | 1969 | 45        |
| 1955                            | 56        | 1970 | 42        |
| 1956                            | 55        | 1971 | 41        |
| 1957                            | 54        | 1972 | 41        |
| 1958                            | 54        | 1973 | 39        |
| 1959                            | 54        | 1974 | 37        |
| 1960                            | 52        | 1975 | 40*       |
| 1961                            | 49        | 1976 | 40*       |
| 1962                            | 46        | 1977 | 40*       |
| 1963                            | 46        | 1978 | 40*       |
| 1964                            | 48        | 1979 | 40*       |
| 1965                            | 51        |      |           |
| Promedio 1951-1974. . . . .     | 49.0%     |      |           |
| Coeficiente de variación. . . . | 11.7%     |      |           |

\* Valor asumido

Cuadro 23. Colombia - Llanos Orientales: parámetros técnicos usados para simulación del desarrollo del hato en fincas bajo diferentes tecnologías

| Parámetros técnicos          | Tecnología mejorada | Tecnología tradicional |
|------------------------------|---------------------|------------------------|
| Capacidad de carga (ha/UA)   | 1.5                 | 7.0                    |
| Natalidad (%)                | 79                  | 45                     |
| Mortalidad (%): Jóvenes      | 5                   | 6                      |
| Adultos                      | 1                   | 3                      |
| Relación toro:vaca           | 0.05                | 0.07                   |
| Tasa de reemplazo (%): Toros | 20                  | 17                     |
| Vacas                        | 20                  | 14                     |
| Peso (kgs): Vacas de desecho | 400                 | 300                    |
| Toros de desecho             | 500                 | 450                    |
| Novillos (3-4 años)          | 380                 | 273                    |
| Terneras (1-4 años)          | 390                 | 300                    |

Fuente: CIAT - Informe Anual 1978, y Eugenia de Rubinstein



Cuadro 24. Colombia - Llanos Orientales: comportamiento del inventario y de la producción para consumo bajo diferentes políticas de ventas

| Porcentaje de venta de vacas |      | Tasa de crecimiento del inventario | Producción para consumo/cabeza en inventario |
|------------------------------|------|------------------------------------|--|
|                              |      | Porcentaje                         | kg/cabeza/año                                |
| TECNOLOGIA MEJORADA          |      |                                    |  |
| 20                           | (0)  | 7.70                               | 38.7   |
| 30                           | (10) | 3.68                               | 42.6   |
| 32                           | (12) | 3.00                               | 50.7   |
| 35                           | (15) | 1.95                               | 53.6   |
| 40                           | (20) | 0.05                               | 58.0   |
| 50                           | (30) | -3.65                              | 68.0   |
| 60                           | (40) | -6.90                              | 76.0   |
| TECNOLOGIA TRADICIONAL       |      |                                    |  |
| 14                           | (0)  | 1.40                               | 20.0   |
| 15                           | (1)  | 1.23                               | 20.5   |
| 17                           | (3)  | .00                                | 22.9   |
| 21                           | (7)  | -1.90                              | 26.6   |
| 22                           | (8)  | -2.40                              | 27.7   |
| 24                           | (10) | -3.40                              | 29.0   |

La cifra entre paréntesis indica el porcentaje de venta de hembras por encima de la tasa normal de desecho.

Cuadro 25. Colombia: puntos elegidos para la estimación de la curva de adopción

| Adopción alta |   |    |    | Adopción moderada |    |    | Adopción lenta |    |    |
|---------------|---|----|----|-------------------|----|----|----------------|----|----|
| Y             | 1 | 20 | 50 | 1                 | 10 | 30 | 1              | 5  | 15 |
| t             | 0 | 10 | 20 | 0                 | 10 | 20 | 0              | 10 | 20 |

Cuadro 26. Colombia - Llanos Orientales: estimación de la oferta de carne vacuna para consumo, asumiendo un patrón de baja difusión de nueva tecnología<sup>1</sup>. 1980-2000

| Año                                | Sector tradicional | Sector moderno | Total |
|------------------------------------|--------------------|----------------|-------|
| ----- toneladas en pie -----       |                    |                |       |
| 1980                               | 55189              | 1392           | 56581 |
| 1981                               | 54891              | 2146           | 57037 |
| 1982                               | 54502              | 3132           | 57634 |
| 1983                               | 53998              | 4408           | 58406 |
| 1984                               | 53220              | 6308           | 59600 |
| 1985                               | 52235              | 8874           | 61109 |
| 1986                               | 50700              | 12760          | 63460 |
| 1987                               | 48846              | 17458          | 66304 |
| 1988                               | 46579              | 23200          | 69779 |
| 1989                               | 43945              | 29870          | 73815 |
| 1990                               | 41151              | 37004          | 78155 |
| 1991                               | 38289              | 44254          | 82543 |
| 1992                               | 35793              | 50634          | 86427 |
| 1993                               | 33594              | 56202          | 89796 |
| 1994                               | 31808              | 60784          | 92592 |
| 1995                               | 30434              | 64264          | 94698 |
| 1996                               | 39427              | 66874          | 96301 |
| 1997                               | 28717              | 68730          | 97447 |
| 1998                               | 28190              | 70064          | 98254 |
| 1999                               | 27869              | 70934          | 98803 |
| 2000                               | 27617              | 71630          | 99247 |
| Tasa de crecimiento promedia anual | -0.73              | 13.3           | 0.9   |

1/ Se asume una fuerte política de ventas tanto en el sector tradicional como en el sector moderno (17 y 40% de venta de vacas respectivamente)

Cuadro 27. Colombia - Llanos Orientales: estimación de la oferta de carne vacuna para consumo asumiendo un patrón de alta difusión de nueva tecnología<sup>1</sup>. 1980-2000

| Año                                    | Sector tradicional | Sector moderno | Total  |
|--|--------------------|----------------|--------|
| ----- toneladas en pie -----           |                    |                |        |
| 1980                                   | 48860              | 1268           | 50128  |
| 1981                                   | 49320              | 1927           | 51247  |
| 1982                                   | 49660              | 2839           | 52499  |
| 1983                                   | 49900              | 4107           | 54007  |
| 1984                                   | 49920              | 5983           | 55903  |
| 1985                                   | 49740              | 8416           | 58156  |
| 1986                                   | 49000              | 12371          | 61371  |
| 1987                                   | 47980              | 17137          | 65117  |
| 1988                                   | 46500              | 23221          | 69721  |
| 1989                                   | 44660              | 30319          | 74979  |
| 1990                                   | 42560              | 38279          | 80839  |
| 1991                                   | 40340              | 46644          | 86984  |
| 1992                                   | 38440              | 54401          | 92841  |
| 1993                                   | 36800              | 61651          | 98451  |
| 1994                                   | 35580              | 67989          | 103569 |
| 1995                                   | 34760              | 73414          | 108174 |
| 1996                                   | 34320              | 78027          | 112347 |
| 1997                                   | 34180              | 81982          | 116162 |
| 1998                                   | 34320              | 85328          | 119648 |
| 1999                                   | 34640              | 88319          | 122959 |
| 2000                                   | 35060              | 97108          | 132168 |
| Tasa de crecimiento promedia anual (%) | -2.4               | 21.4           | 5.2    |

1/ Se asume una política moderada de ventas tanto en el sector tradicional como en el sector moderno (14% y 32% de venta de vacas respectivamente)

Cuadro 28. Colombia - Llanos Orientales: estimación del inventario ganadero vacuno asumiendo un patrón de baja difusión de nueva tecnología<sup>1</sup>. 1980-2000

| Año  | Tasa<br>de crecimiento<br>promedia anual | Inventario Ganadero   |                   |       |
|------|--|-----------------------|-------------------|-------|
|      |  | Sector<br>tradicional | Sector<br>moderno | Total |
|      | Porcentaje                               | '000 cabezas          |                   |       |
| 1980 | .000500                                  | 2410                  | 24                | 2434  |
| 1981 | .000605                                  | 2404                  | 30                | 2434  |
| 1982 | .000730                                  | 2398                  | 36                | 2434  |
| 1983 | .000880                                  | 2391                  | 43                | 2434  |
| 1984 | .001055                                  | 2383                  | 51                | 2434  |
| 1985 | .001260                                  | 2373                  | 61                | 2434  |
| 1986 | .001495                                  | 2361                  | 73                | 2434  |
| 1987 | .001765                                  | 2348                  | 86                | 2434  |
| 1988 | .002070                                  | 2333                  | 101               | 2434  |
| 1989 | .002405                                  | 2317                  | 117               | 2434  |
| 1990 | .002770                                  | 2299                  | 135               | 2434  |
| 1991 | .003165                                  | 2280                  | 154               | 2434  |
| 1992 | .003585                                  | 2259                  | 175               | 2434  |
| 1993 | .004010                                  | 2239                  | 195               | 2434  |
| 1994 | .004445                                  | 2218                  | 216               | 2434  |
| 1995 | .004870                                  | 2197                  | 255               | 2434  |
| 1996 | .005290                                  | 2177                  | 258               | 2435  |
| 1997 | .005685                                  | 2158                  | 277               | 2435  |
| 1998 | .006055                                  | 2140                  | 295               | 2435  |
| 1999 | .006395                                  | 2123                  | 312               | 2435  |
| 2000 | .006695                                  | 2108                  | 327               | 2435  |

1/ Asumiendo una fuerte política de ventas tanto en el sector tradicional como en el sector moderno (17% y 40% de venta de vacas respectivamente).

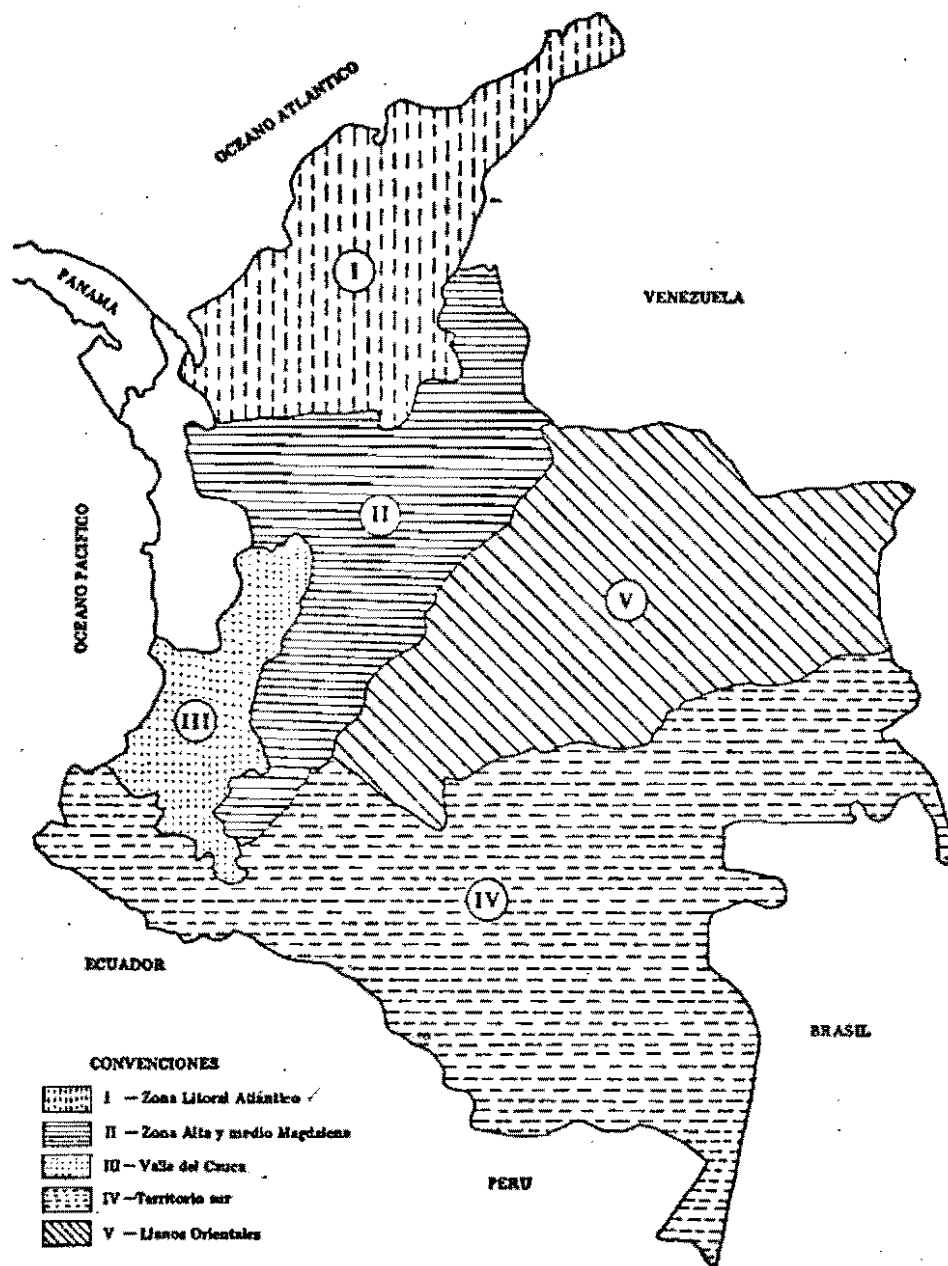
Cuadro 29. Colombia - Llanos Orientales: estimación del inventario ganadero asumiendo un patrón de alta difusión de nueva tecnología<sup>1</sup>. 1980-2000

| Año  | Tasa<br>de crecimiento <sup>2</sup><br>promedia anual | Inventario Ganadero      |                   |       |
|------|---|--------------------------|-------------------|-------|
|      |   | Sector<br>tradicional    | Sector<br>moderno | total |
|      | Porcentaje  | ----- '000 cabezas ----- |                   |       |
| 1980 | 1.416   | 2443                     | 25                | 2468  |
| 1981 | 1.423   | 2466                     | 38                | 2504  |
| 1982 | 1.433   | 2483                     | 56                | 2539  |
| 1983 | 1.450   | 2495                     | 81                | 2576  |
| 1984 | 1.472   | 2496                     | 118               | 2614  |
| 1985 | 1.500   | 2487                     | 166               | 2653  |
| 1986 | 1.540   | 2450                     | 244               | 2694  |
| 1987 | 1.597   | 2399                     | 338               | 2737  |
| 1988 | 1.663   | 2325                     | 458               | 2783  |
| 1989 | 1.738   | 2233                     | 598               | 2831  |
| 1990 | 1.819   | 2128                     | 755               | 2883  |
| 1991 | 1.901   | 2017                     | 920               | 2937  |
| 1992 | 1.970   | 1922                     | 1073              | 2995  |
| 1993 | 2.036   | 1840                     | 1216              | 3056  |
| 1994 | 2.087   | 1779                     | 1341              | 3120  |
| 1995 | 2.127   | 1738                     | 1448              | 3186  |
| 1996 | 2.156   | 1716                     | 1539              | 3255  |
| 1997 | 2.177   | 1709                     | 1617              | 3326  |
| 1998 | 2.192   | 1716                     | 1683              | 3399  |
| 1999 | 2.200   | 1732                     | 1742              | 3474  |
| 2000 | 2.200   | 1753                     | 1797              | 3550  |

1/ Se asume una política moderada de ventas en el sector tradicional y en el sector moderno (14% y 32% de venta de vacas respectivamente).

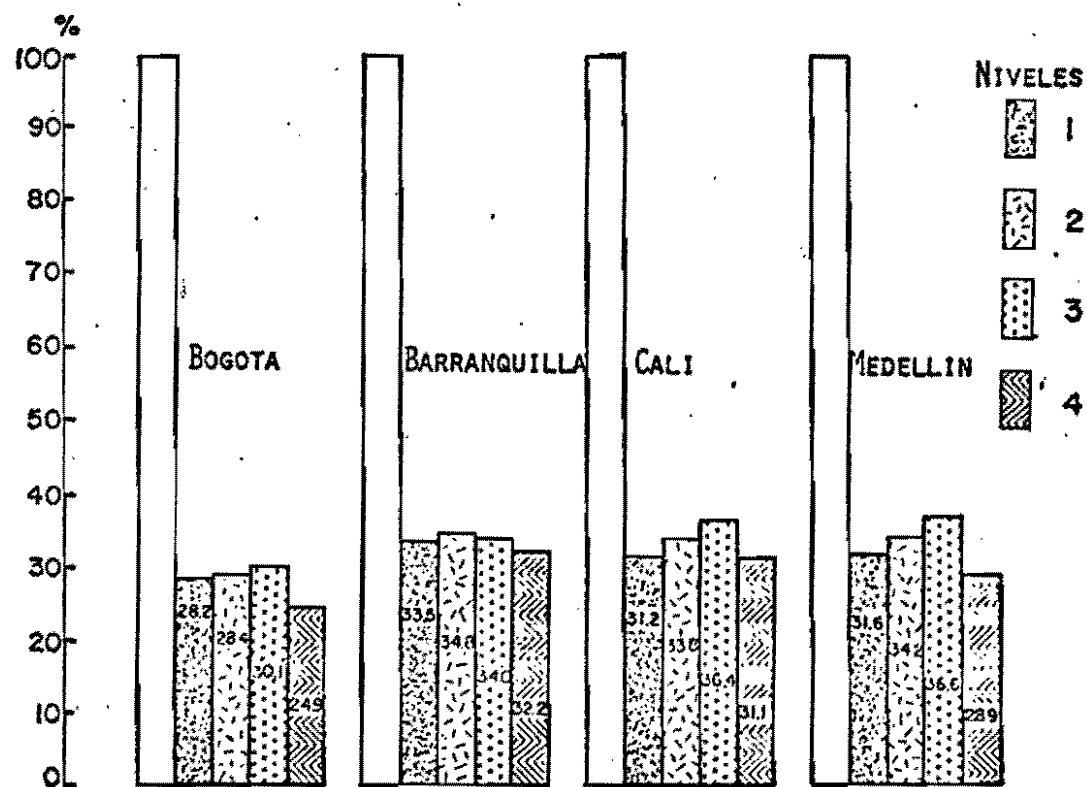
2/ Promedio ponderado.

Figura 1. Colombia: zonificación ganadera



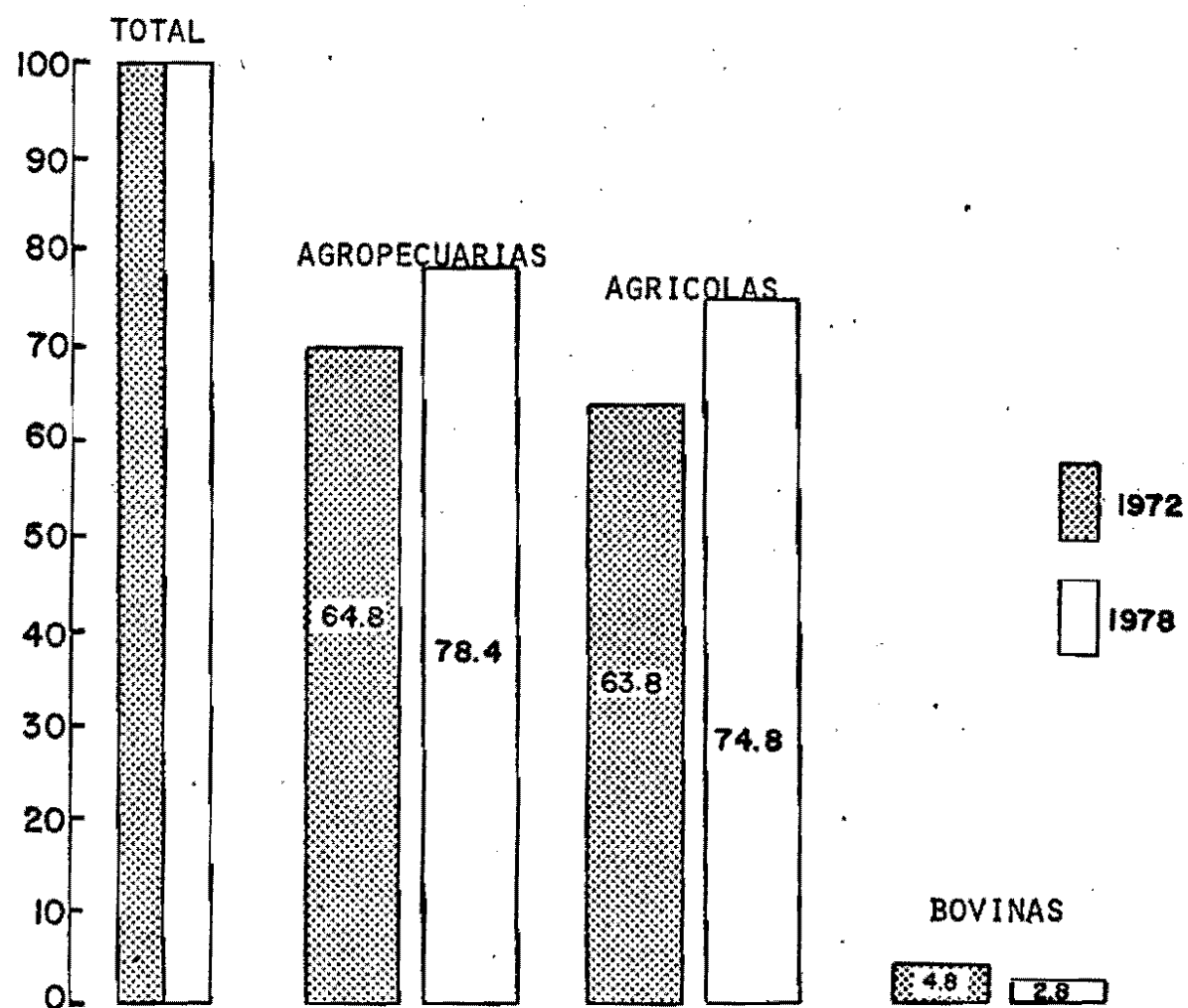
Fuente: Departamento de Planeación Nacional, Unidad de Estudios Agrarios

Figura 2. Colombia: participación del gasto en carne de res y productos lácteos en el gasto total en alimentos, 1968



Fuente: Rubinstein y Nores, Op.Cit.

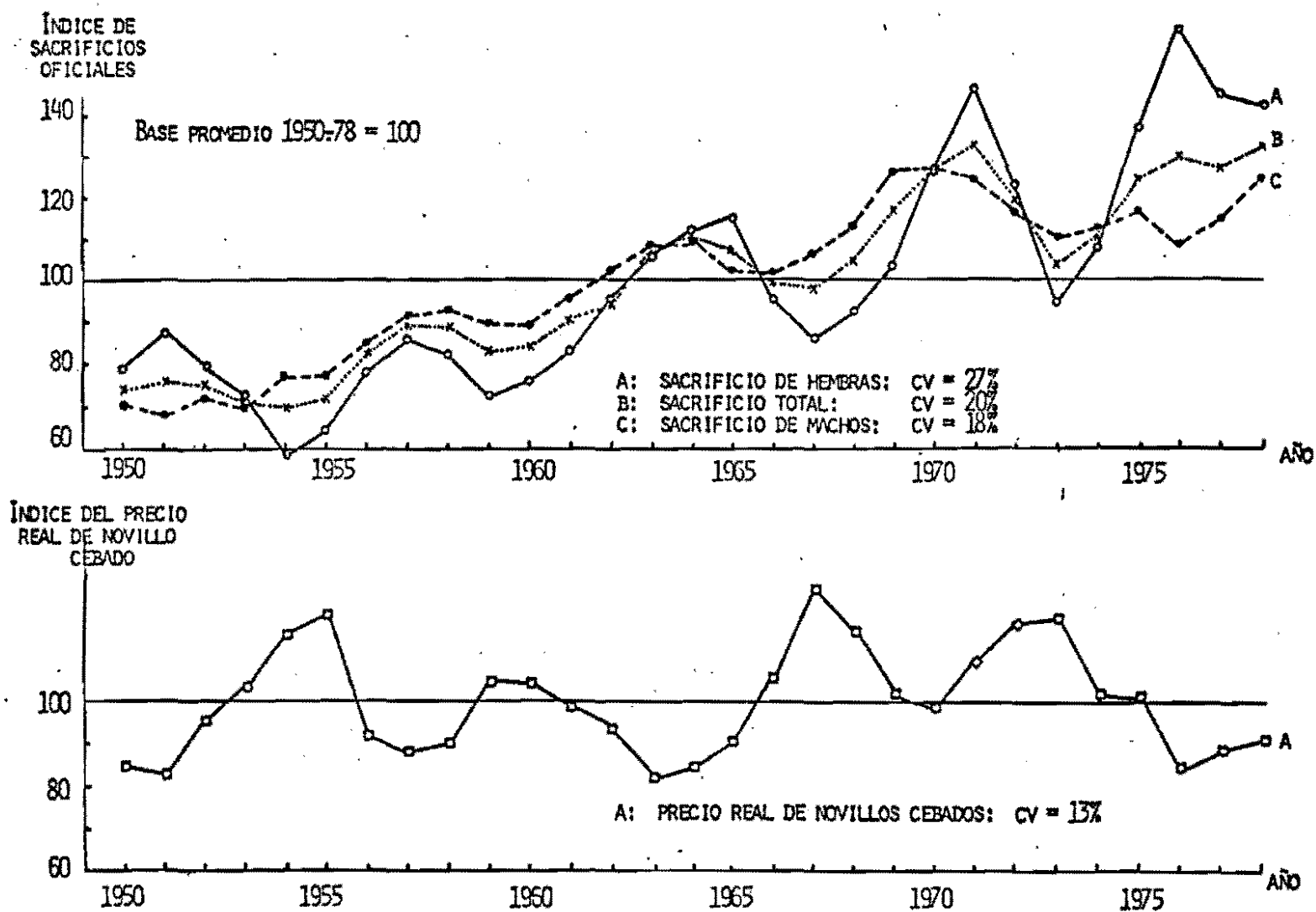
Figura 3. Colombia: participación de la ganadería en el valor de las exportaciones totales. 1972-1978



Fuente: Ministerio de Agricultura, Cifras del Sector Agropecuario, OPSA. 1972-1979



Figura 4. Colombia: ciclos de producción y precios de la ganadería vacuna. 1950-1978



Fuente: En base a cifras del DANE, "Boletín Mensual de Estadística", varios números

Figura 5. Colombia: esquematización del ciclo de producción

Producción

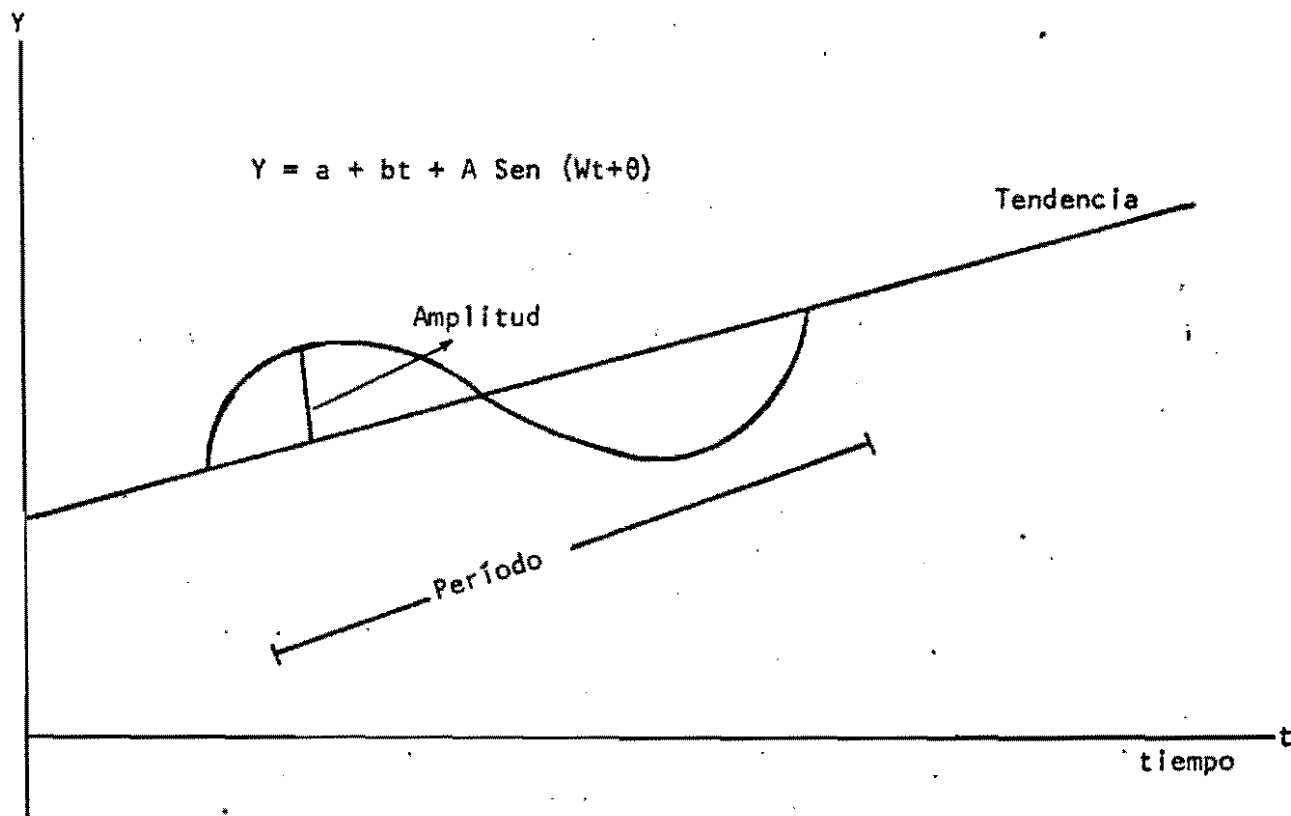
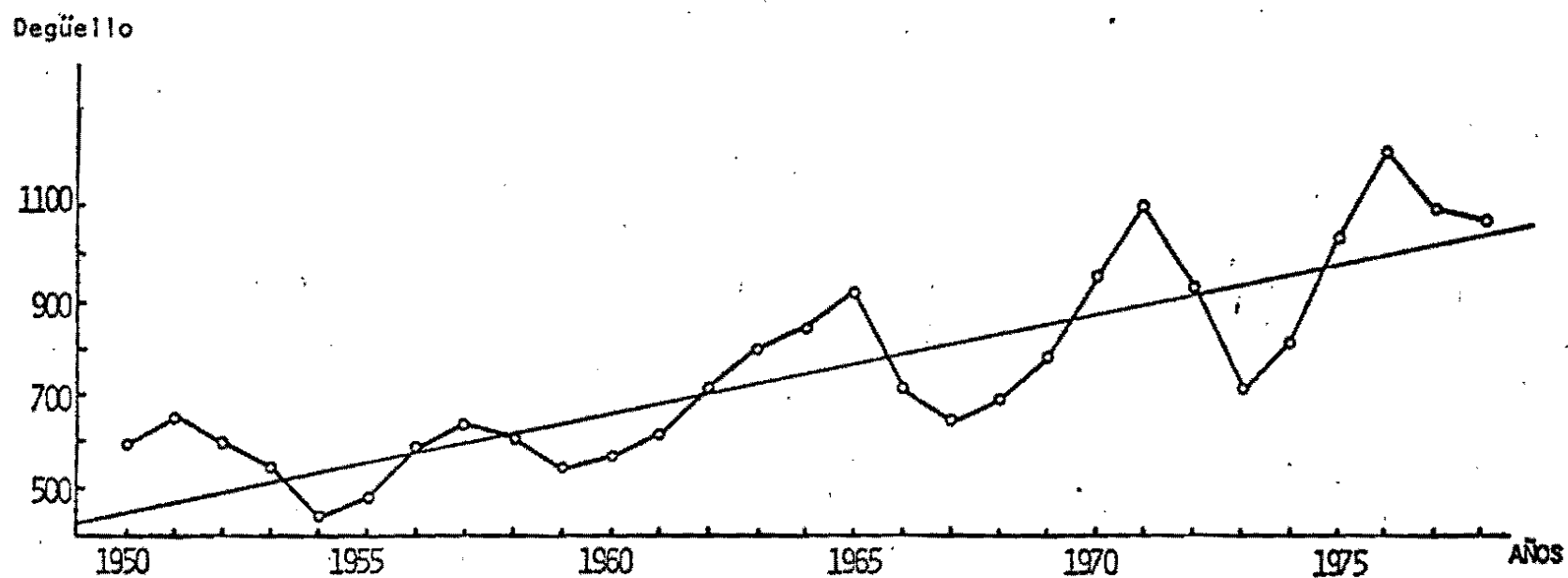


Figura 6. Colombia: ciclo de extracción de vacunos-hembras. 1959-1978



Fuente: En base a cifras de DANE.

Figura 7. Colombia: Degüello de hembras observado y estimado usando una función sinusoidal. 1950-1985

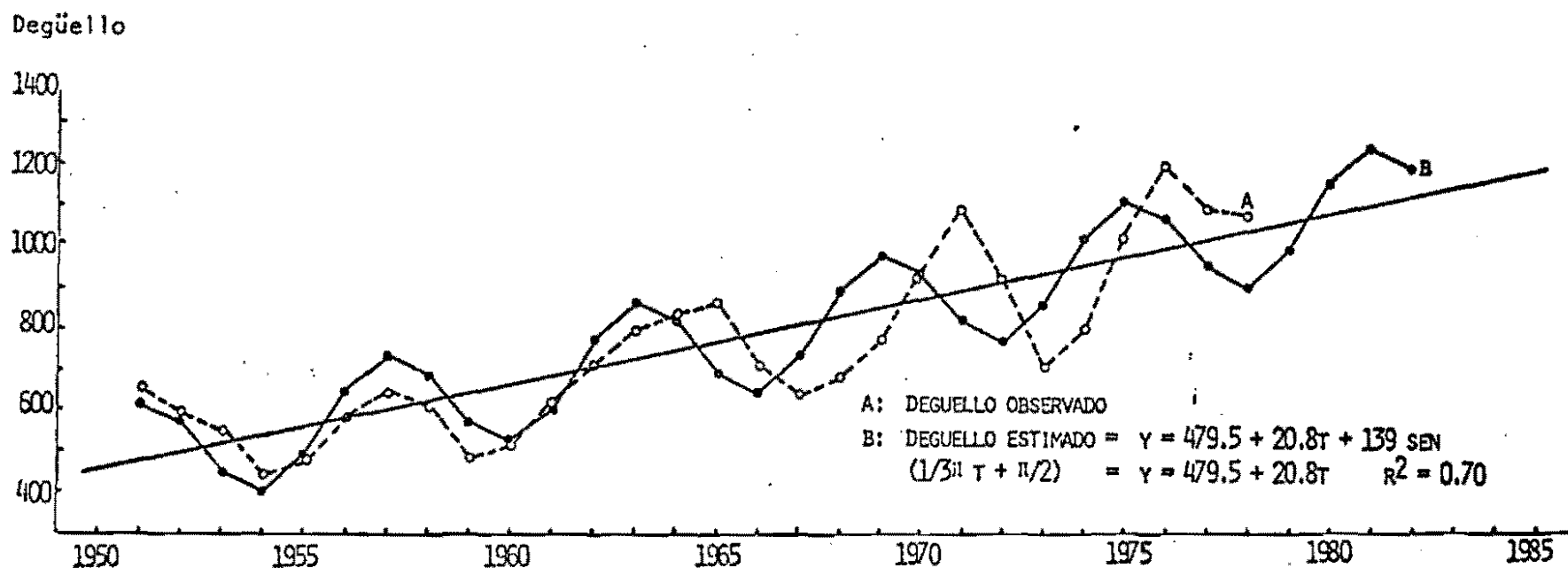


Figura 8. Colombia: consumo real total y demanda potencial total de carne vacuna. 1950-1978

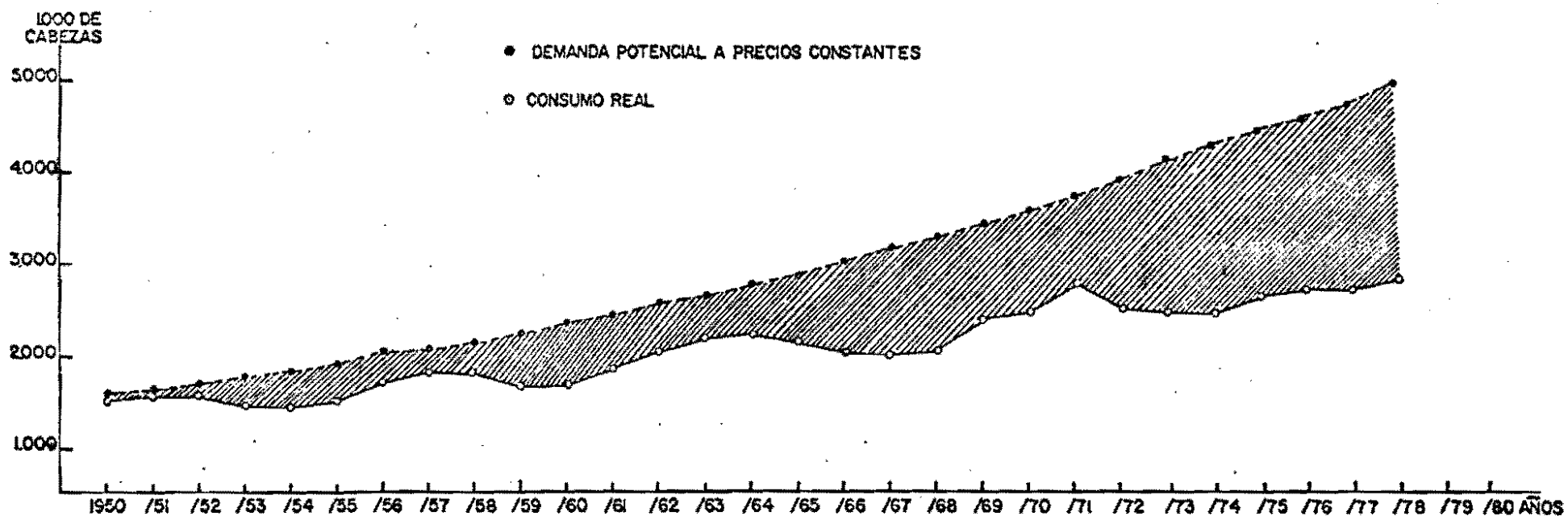


Figura 9. Colombia: flujo de vacunos machos desde el nacimiento hasta el sacrificio

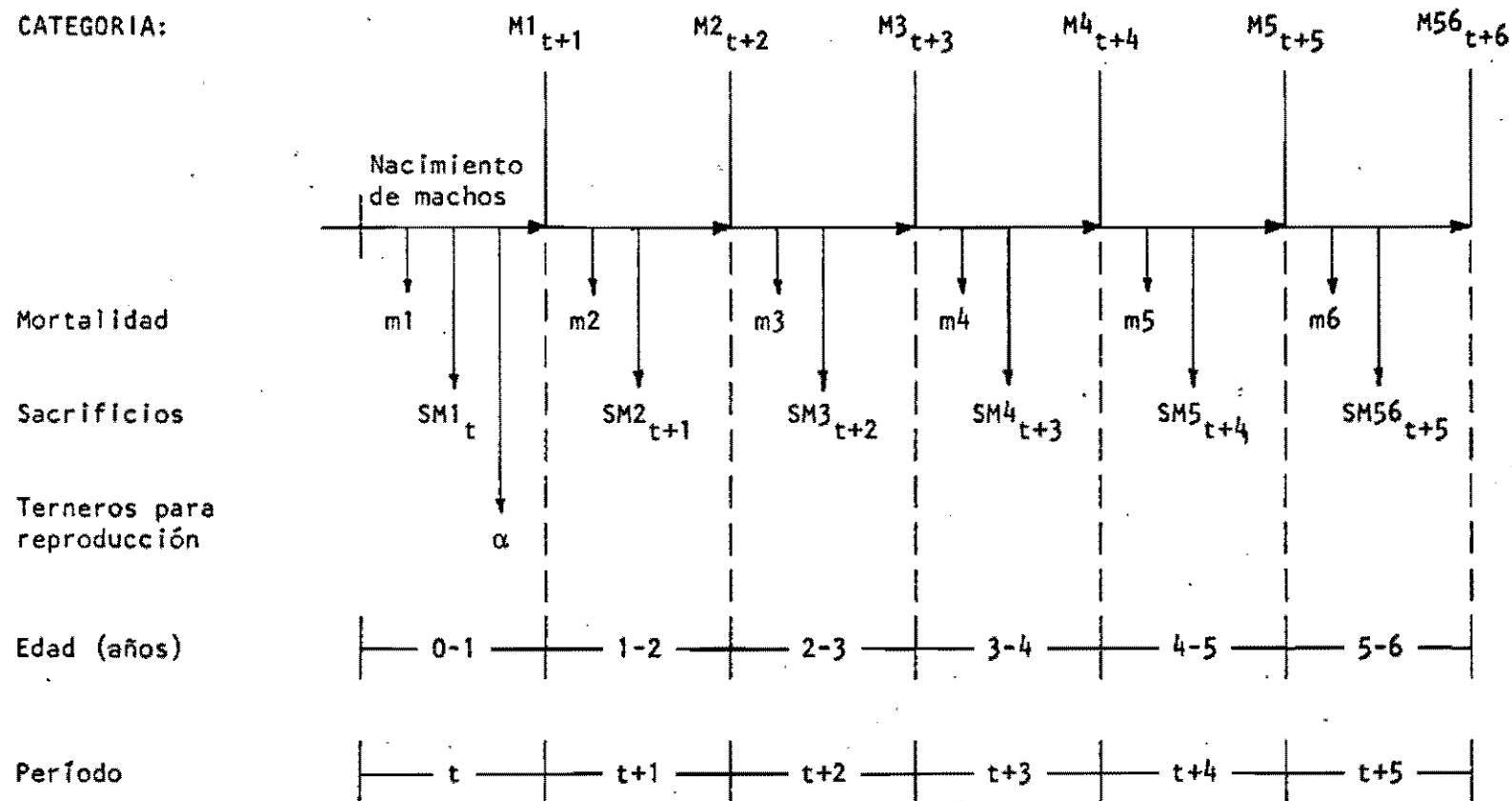


Figura 10. Colombia: diagrama de flujo de las diferentes categorías en el inventario ganadero

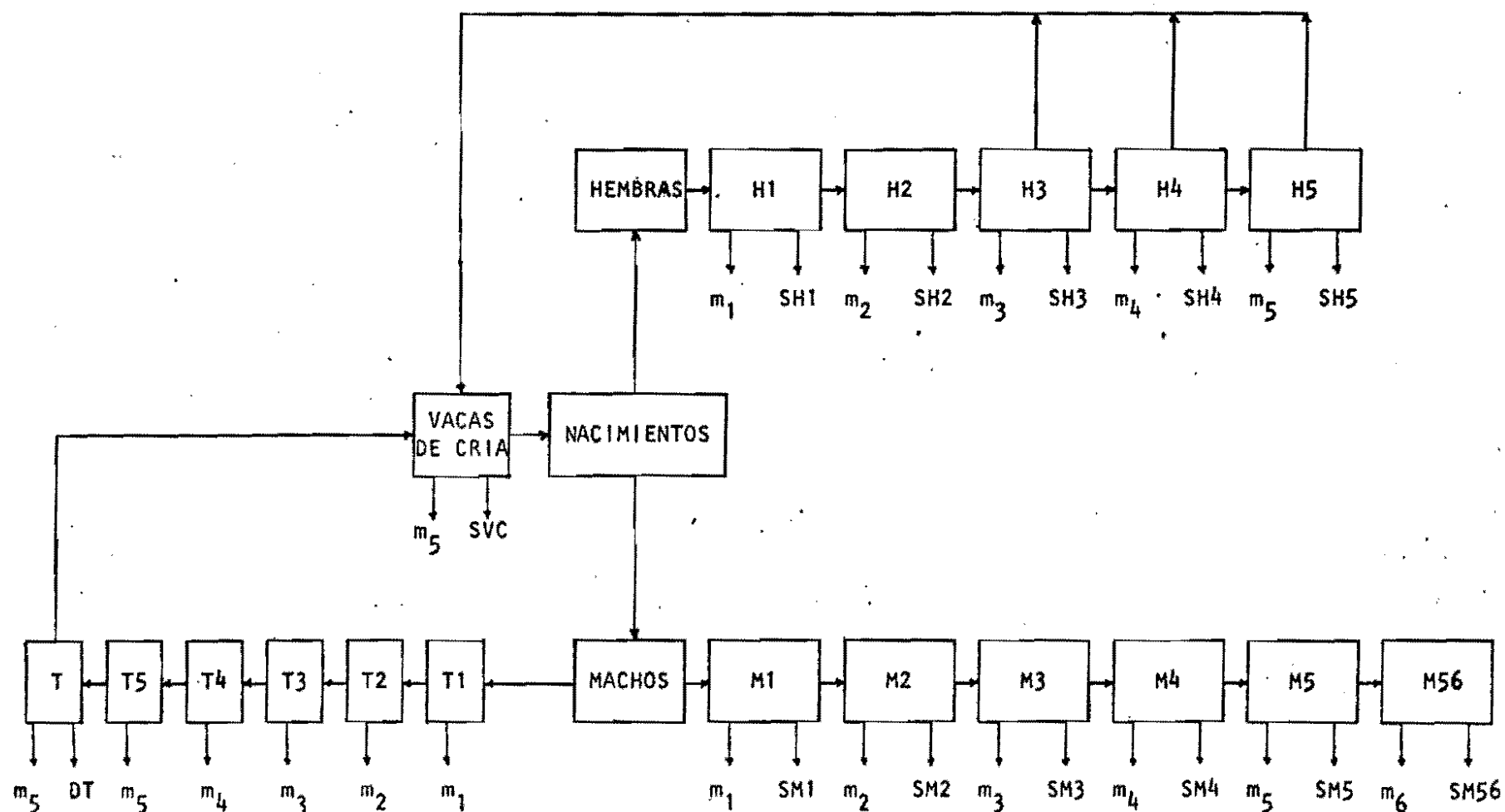
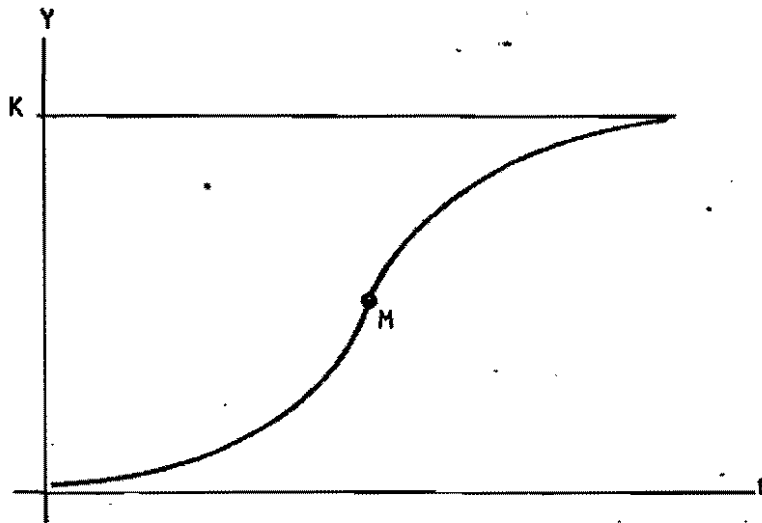


Figura 11. Colombia: patrón hipotético de adopción de nueva tecnología



$$Y = \frac{K}{1 + \frac{\alpha + \beta t}{\alpha}}$$



Figura 12. Colombia - Llanos Orientales: curvas hipotéticas de adopción de nueva tecnología

PORCENTAJE DEL  
INVENTARIO BAJO  
NUEVA TECNOLOGÍA

