

Potencial de Producción de Carne Vacuna en América Latina: estudio de casos

Libardo Rivas – José Luis Cordeu

CIAT

Centro Internacional de Agricultura Tropical
Apartado Aéreo 6713, Cali, Colombia

Septiembre 1983

Proyecto colaborativo entre la Oficina Regional de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).

Agradecimientos

Numerosas personas colaboraron en la elaboración de este estudio, pero los autores quieren expresar de manera especial sus agradecimientos a los economistas Gustavo A. Nores, Carlos Seré, Luis Antonio Carrillo, Rubén Darío Estrada, Javier Asdrubal Cano, Eugenia M. de Rubinstein, Myriam Cristina Duque, W. Krostitz, F. Peritz y Carlos Wirth por sus comentarios, colaboración y críticas. Igualmente a la señora Cielo Núñez de Rodríguez por su gran colaboración e interés en el trabajo de mecanografía.

Centro Internacional de Agricultura Tropical
CIAT
Apartado Aéreo 6713
Cali, Colombia

ISBN 84-89206-31-7
Septiembre, 1983
Tiraje: 1000 ejemplares
Impreso en Colombia

Cita completa:

Rivas, Libardo y Cordeu, José Luis. 1983. Potencial de producción de carne vacuna en América Latina: estudio de casos. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia. 94 p.

Información para catalogación:

1. Carne — Industria y comercio — América Latina — Estudios de casos. 2. Ganado vacuno — Industria y comercio — América Latina — Estudios de casos. 3. Ganado vacuno — Inventarios — Modelos matemáticos. I. Cordeu, José Luis. II. Tit.

Contenido

	<i>Página</i>
Presentación	v
Prólogo	vii
Summary (resumen en inglés)	ix
Introducción	1
Brecha Estimada entre Oferta y Demanda Potencial	9
El Caso de Brasil	10
El Caso de Colombia	12
El Caso de Chile	17
El Cambio Tecnológico como Herramienta para Incrementar la Producción	21
El Impacto del Cambio Tecnológico	25
El Caso de Brasil	25
El Caso de Colombia	28
El Caso de Paraguay	32
Rentabilidad de la Tecnología Mejorada	33
Restricciones al Cambio Tecnológico en la Ganadería Tropical: la Política Económica y el Ciclo Ganadero	35
Los Precios y la Producción Ganadera	35
El Caso de Uruguay	40
Limitaciones del Estudio	45
Estimaciones de Demanda	45
	iii

Estimaciones de Oferta	45
Resúmen y Conclusiones	47
Anexo 1 — Metodología para Recomposición y Proyección de Inventarios Ganaderos	51
Introducción	51
Modelo de Generación de Inventarios Ganaderos (GENINVEN)	52
Inventario de machos	54
Inventario de hembras	56
Inventario de toros y toretes	57
Aplicaciones Empíricas	59
Distribución de edades y sacrificio de machos suponiendo una distribución normal	67
Distribución del sacrificio de vacunos en el año t	67
Anexo 2 — Ajuste de Funciones Trigonométricas para Proyección del Sacrificio de Vacunos	69
Anexo 3 — Metodología para Estimar la Oferta de Carne Vacuna en una Situación de Cambio Tecnológico	77
Anexo 4 — Desempeño Experimental y a Nivel de Fincas de la Nueva Tecnología de Pastos	81
Resultados Experimentales	81
Resultados a Nivel de Finca	84
Uso de la Nueva Tecnología en Ceba	84
Uso de la Nueva Tecnología en Hatos de Cría	87
Referencias	91

Presentación

La Oficina Regional de la FAO para América Latina, con el apoyo de la Dirección de Productos Básicos y Comercio de FAO en Roma y en colaboración con diversas instituciones internacionales, regionales y nacionales viene realizando estudios técnicos a nivel de determinados productos. Su objetivo es poder disponer de un cuadro actualizado de situación sobre oferta, demanda, y potencial productivo para ciertos productos básicos en los que se ha detectado el interés de varios países de la región y que en su conjunto representan una proporción significativa de la oferta alimentaria regional. Estos estudios podrán ser de utilidad para los servicios técnicos de los países miembros y constituir elementos auxiliares y de consulta en el diseño de sus políticas de producción y comercio. Adicionalmente, en la medida en que se difundan en el conjunto de organismos del sistema de Naciones Unidas, podrán orientar la asistencia técnica y financiera internacional.

Este trabajo es el resultado de un proyecto colaborativo entre la Oficina Regional de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), que examina el tema del potencial de producción de carne vacuna en tierras marginales del trópico latinoamericano.



Mario E. Jalil
Subdirector General
Representante Regional de la FAO
para América Latina

Santiago de Chile, septiembre de 1982

Prólogo

La situación aparentemente contradictoria de los mercados de carne internacionales de muchos países del trópico latinoamericano, en los cuales se presentan simultáneamente precios deprimidos y precios reales crecientes, llevó a la Oficina Regional de la FAO para América Latina y al Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) a realizar este estudio cooperativo sobre el potencial de la carne vacuna en América Latina.

El objetivo del estudio es realizar un análisis de la situación de la ganadería en la región, con base en una serie de estudios por países, y realizar proyecciones de las tendencias que pueden esperarse.

Para fijar las tendencias históricas y las proyecciones fue necesario desarrollar un modelo de recomposición de inventarios, instrumento de suma utilidad en la obtención de series históricas de existencias bovinas por categoría. Este es un elemento básico para la evaluación y el diseño de políticas ganaderas.

Con base en las series históricas así obtenidas se estimó la brecha entre oferta y demanda potencial para el año 2000 para los casos de Brasil, Colombia y Chile.

El rol de la tecnología pecuaria en el incremento de la productividad y en la expansión de la frontera agrícola se discute en extenso. Aplicando el caso de la utilización de tecnología de pastos mejorados a Uruguay, se desarrollaron hipótesis dentro del marco socioeconómico necesario para promover un cambio tecnológico de este tipo.

El trabajo de L. Rivas y J. L. Cordeu constituye de esta forma un valioso aporte a la toma de decisiones en el sector pecuario del trópico latinoamericano.



Carlos Seré
Economista
Programa de Pastos Tropicales
CIAT

Call, octubre de 1982

Summary

The present study is the result of a collaborative effort between the United Nations Food and Agriculture Organization (FAO)—Regional Office for Latin America (RLAT)—and the International Center for Tropical Agriculture (CIAT).

The objectives of this case study are to analyze the historical development of the cattle industry in Latin America; describe beef productivity, production, consumption, and demand; and estimate, in terms of production, the potential impact of new pasture technology on marginal lands of the Latin American tropics. Based on the experience of other countries, where improved pasture technology has been available, the process, applied policies, and results of adoption of the technology are discussed.

The main statement of this study is that a feasible means of closing the foreseen gap between potential demand and supply is to increase supply through technological change. Thus the technical parameters of livestock activities can be improved, enhancing the incorporation into production of large areas of marginal lands.

Latin America has almost 1000 million ha of acid, infertile lands, most of them Oxisols and Ultisols. Since animal nutrition has been identified as the main constraint to livestock production on these soils, international organizations and national research agencies are dedicating efforts to improve pasture production technology for these marginal lands.

These efforts have borne the first fruits with the launching of the grass *Andropogon gayanus* (CIAT 621) by the Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) in Brazil, under the name of Planaltina, and by the Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) in Colombia, under the name of Carimagua 1.

The first part of the study explores the approximate levels of livestock technical parameters in Brazil and Colombia using a simulation model (GENINVEN). It is shown that low, constant parameters over time are consistent with slaughter levels historically observed in both countries.

The second part estimates the gaps between actual production and potential demand in Brazil, Colombia and Chile. It is concluded that if production continues stagnant, prices will rise sharply in the year 2000 due to the increase in

potential demand. Rising trends in real consumer prices have already been observed in Brazil, Colombia, and Venezuela.

The third part analyzes the possible impact of technological change if applied to the Cerrados of Brazil, the Llanos Orientales of Colombia, and Paraguay. Toward the year 2000, technological change would reduce theoretical deficit in Brazil by 28% if per capita real income growth is 4%; 37% if income growth is 3%; and 51% if growth is 1%. In Colombia, deficit reduction would be between 10 and 22%, depending on income growth. It is expected that the impact of technological change will depend to a great extent on present livestock inventory in these marginal regions. This potential impact would be greater in Brazil than in Colombia since 37% of the Brazilian inventory is found in the Cerrados, while in Colombia only 10% of the inventory is in the Llanos Orientales.

The fourth and last part discusses profitability of improved technology as an important variable in the adoption process. The case of Uruguay is presented. Different policies applied are discussed, as well as the development and results of the adoption process.

It is concluded that support to both research in and diffusion of improved technology should be given high priority. Strong collaborative national programs result in economies of scale in research. The success of the improved technology will depend to a great extent on the physical and marketing infrastructure, particularly in the more marginal lands of the Latin American tropics. Producers selling policies will greatly affect technological change and long-term consumption. Such selling policies will likely be determined by the income level and stability of the new technology, which are direct results of the individual country government's priorities and policies for prices and livestock cycles.

Introducción

El consumo per cápita de carne y leche varía sustancialmente de país a país, dependiendo de factores como disponibilidad interna y patrones de consumo. En general, se puede afirmar que en América Latina y en especial en el área tropical, el consumo por habitante, especialmente el de carne y en menor medida el de leche, han sido bajos y han crecido poco en el transcurso del tiempo (Cuadro 1).

Sin embargo, en América Latina, la proporción del gasto en carne y leche representa un alto porcentaje del gasto total en alimentos. Las encuestas sobre consumo, en 12 centros urbanos principales de América Latina, elaboradas por ECIEL (Estudios Conjuntos sobre Integración Latinoamericana), indican que dicha proporción fluctúa entre 17.7 y 34.5% del gasto en alimentos, dependiendo del nivel de ingreso (Cuadro 2).

Los bajos niveles de consumo observados se traducen en elevados valores de la elasticidad ingreso de la demanda. En general la elasticidad ingreso de los alimentos es baja, pero dentro del grupo de los alimentos, la carne vacuna presenta una elasticidad relativamente alta. Según estimaciones de FAO (1974) la elasticidad ingreso de la demanda de carne vacuna en la región, en promedio, está alrededor de 0.6 (la misma cifra es usada en estudios posteriores de FAO), pero según estimaciones de ECIEL, en los estratos más pobres la elasticidad fluctúa entre 0.8 y 1.30 (Cuadro 3). La elasticidad ingreso de la demanda por leche también es elevada y fluctúa entre 0.78 y 1.55 en los grupos de población de menores ingresos.

Los valores relativamente altos de la elasticidad ingreso de la demanda, asociados con elevados índices de crecimiento de la población, generan una demanda potencial de gran magnitud, particularmente en América Latina Tropical.

Cuadro 1. Consumo (kg/habitante/año) de carne vacuna y leche en América Latina, promedios 1960-1974 y 1978-1979.

Región y país	Carne vacuna		Leche fresca ^a	
	1960-74	1978-79	1960-74	1978-79
América Latina Tropical	14	15	75	89
Brasil	18	18	86	93
México	8	12	63	95
Colombia	17	20	113	100
Venezuela	19	22	79	88
Paraguay	30	28	44	51
Perú	8	5	58	50
Ecuador	8	10	106	113
Bolivia	12	15	6	11
República Dominicana	8	7	62	62
Cuba	23	21	61	112
América Central	11	12	67	88
Nicaragua	18	20	98	115
Guatemala	9	9	50	44
Costa Rica	14	18	109	284
Honduras	7	9	69	83
El Salvador	6	7	57	69
Panamá	23	30	55	47
Caribe	6	5	12	12
Guyana	3	4	31	15
Otros del Caribe ^b	6	7	10	13
América Latina Templada	62	71	185	173
Argentina	76	93	204	194
Uruguay	70	74	270	334
Chile	22	18	107	68
Promedio total para América Latina	20	23	90	95

a. Cifras de producción.

b. Incluye: Trinidad y Tobago, Haití, Jamaica y Barbados.

FUENTE: CIAT 1981.

Las condiciones técnicas de la producción ganadera del área tropical han permanecido estancadas en el transcurso del tiempo, lo cual se refleja en bajos índices de productividad y lento crecimiento de la producción para consumo. En el período 1970-1980 la producción latinoamericana de carne vacuna creció a una tasa promedio anual de 2.6%, siendo el crecimiento de 3.5% en el área templada y de 2.1% anual en la región tropical. En cuanto a la producción por cabeza en stock, América Latina Tropical en el período 1976-1980 alcanzó sólo 23 kg peso carcasa por año, frente a 59 kg en América Latina Templada y 69 kg en Australia (Cuadro 4).

El alto potencial de demanda y el lento crecimiento de la producción determinan que en el futuro, de no cambiar los patrones tradicionales de producción, se presentará una brecha cada vez más creciente entre producción y demanda potencial, lo cual resultará en tendencias crecientes de los precios reales de la carne vacuna, las que ya se observan en Brasil, Colombia y Venezuela (Figura 1).

Existen varias alternativas para reducir o cerrar la brecha prevista entre oferta y demanda potencial:

Cuadro 2. Gasto en carne vacuna y productos lácteos como proporción del gasto total en alimentos en varias capitales de América Latina.

Ciudad, País (moneda)	Año de encuesta	Estrato de ingreso ^a	Nivel de ingreso monetario ^b	Proporción (%) del gasto en alimentos		
				Carne	Productos lácteos	Carne y prod. lácteos
Sao Paulo, Brasil (Cruzeiros)	1972	1	88-510	9.5	10.5	20.0
		2	511-802	12.5	10.2	22.7
		3	803-1256	12.8	9.9	22.7
		4	1257-11017	13.4	10.4	23.8
Santiago, Chile (Escudos)	1969	1	82-717	14.1	6.9	21.0
		2	718-1312	15.8	9.2	25.0
		3	1313-2679	17.7	10.2	27.9
		4	2681-36945	19.3	9.5	28.8
Bogotá, Colombia (Pesos)	1968	1	124-760	18.6	9.6	28.2
		2	770-1250	18.4	10.0	28.4
		3	1252-2422	18.5	11.6	30.1
		4	2443-13296	14.3	10.6	24.9
Guayaquil, Ecuador (Sucres)	1968	1	30-695	17.8	8.3	26.1
		2	698-1315	19.9	6.2	26.1
		3	1316-2433	20.5	5.5	26.0
		4	2435-21347	17.1	3.8	20.9
Asunción, Paraguay (Guaraníes)	1971	1	753-7230	11.4	11.2	22.6
		2	7260-13176	9.3	11.8	21.1
		3	13180-23398	7.5	12.6	20.1
		4	23400-222800	4.5	13.2	17.7
Lima, Perú (Soles)	1969	1	410-3095	18.6	11.7	30.3
		2	3097-5846	19.4	14.1	33.5
		3	5849-10787	20.9	13.6	34.5
		4	10865-146705	18.3	11.4	29.7
Caracas, Venezuela (Bolívares)	1968	1	79-563	12.4	13.1	25.5
		2	566-1029	14.3	14.6	28.9
		3	1030-1667	14.0	13.7	27.7
		4	1675-16886	14.0	12.7	26.7

a. 1-bajo; 4-alto.

b. En la moneda de cada país.

FUENTE: Rubinstein, Eugenia M. y Nores, Gustavo A. 1980.

1. **Disminución de la demanda potencial**, lo cual puede ocurrir:
 - a. por reducción del crecimiento de la población y/o del ingreso real de los consumidores;
 - b. por disminución del precio real de los sustitutos, vía cambio tecnológico en las industrias productoras de esos bienes, que implique reducción en sus costos unitarios de producción;
 - c. por aumento en los precios reales de carne vacuna, lo cual en efecto ha sucedido.
2. **Aumento de la oferta total**, lo cual puede ocurrir por
 - a. incremento en el uso de los factores productivos tradicionalmente usados;
 - b. cambio tecnológico que eleve la productividad;
 - c. una combinación de ambos.

La disminución drástica de la demanda potencial es poco factible entre otras razones por la relativa rigidez tanto de los patrones de consumo como de la estructura de costos de la oferta de sustitutos. En varios países, el precio relativo del pollo con respecto a los insumos empleados por esa industria tiende a declinar. En Brasil el precio relativo pollo/concentrado pasó de 4.6 en 1970 a 3.4 en 1980, experimentando una baja de -2.0% por año. En Venezuela el precio relativo pollo/-maíz pasó de 9.0 en 1965 a 5.3 en 1979 lo cual determina una baja del precio relativo a razón de -3.9% por año. Estos precios se estimaron con base en datos del DANE (Colombia), Fundación Getulio Vargas (Brasil) y MAC (Venezuela). En la medida en que la relación de precios producto/insumos se torne desfavorable para la industria avícola, mayores dificultades afrontará para continuar expandiendo su producción.

Si bien en América Latina el consumo de carne de pollo por habitante muestra una clara tendencia creciente, a raíz del cambio tecnológico observado en esa industria, el incremento en términos absolutos no ha

Cuadro 3. Elasticidades-ingreso de la demanda por carne vacuna según niveles de ingreso en varias ciudades de América Latina.

Ciudad	Nivel de ingreso ^a				Valor promedio
	1	2	3	4	
Sao Paulo	0.86	1.18	0.47	0.43	0.66
Bogotá	1.09	0.83	0.52	0.20	0.52
Santiago	0.90	1.16	0.55	0.68	0.74
Quito	1.28	0.54	0.68	0.49	0.62
Asunción	0.80	0.99	0.21	0.11	0.41
Lima	0.92	0.88	0.79	0.004	0.56
Caracas	0.80	0.54	0.72	0.48	0.59

a. 1-bajo; 4-alto.

FUENTE: Rubinstein, Eugenia M. y Nores, Gustavo A. 1980.

Cuadro 4. Indicadores de producción y demanda de ganado vacuno en América Latina, por países y regiones, 1960-1980.

Región y país	Producción por cabeza en inventario (kg/año)			Tasas de crecimiento (%)		
	1960-64	1970-74	1976-80	Demanda ^a (1970-80)	Producción ^b	
					(1970-80)	(1965-80)
América Latina Tropical	19	24	23	5.35 ^C	2.10	(2.8)
Brasil	18	24	24	6.60	1.71	(2.9)
México	13	26	20	4.11	1.28	(3.5)
<i>Sud América Tropical</i>	23	22	25	4.95 ^C	3.48	(3.1)
Bolivia	20	24	21	5.88	5.30	(2.8)
Colombia	23	20	24	4.88	4.03	(3.8)
Ecuador	24	23	34	9.08	6.12	(5.9)
Paraguay	21	20	21	3.83	0.24	(-0.8)
Perú	25	24	22	3.08	-2.33	(-1.1)
Venezuela	22	27	31	5.00 ^C	4.90	(4.9)
<i>América Central</i>	22	28	32	4.69	3.84	(5.1)
Costa Rica	24	30	37	4.87	6.42	(7.4)
El Salvador	23	21	22	4.71	3.73	(3.1)
Guatemala	32	37	48	4.53	2.29	(3.8)
Honduras	12	26	27	3.73	5.14	(7.5)
Nicaragua	18	24	28	5.62	2.96	(4.4)
Panamá	28	30	30	3.05	2.50	(4.0)
<i>Caribe</i>	30	27	24	4.31 ^C	-0.95	(-0.1)
Cuba	32	29	25	4.46	-2.38	(-1.3)
República Dominicana	25	25	19	6.46	2.09	(3.5)
Guyana	11	15	14	3.63	-0.08	(-0.4)
Otros del Caribe ^d	25	23	47	2.83	2.59	(2.1)
América Latina Templada	49	41	59	1.79 ^C	3.47	(1.2)
Argentina	51	43	54	1.45	3.81	(1.9)
Chile	49	48	49	2.98	1.94	(1.6)
Uruguay	36	29	29	0.40	1.28	(1.1)
Promedio total para América Latina	26	29	31	4.95 ^C	2.64	(2.4)
Estados Unidos	78	86	92	1.95	0.60	(1.2)
Australia	48	45	69	1.90	6.70	(6.1)

- a. Estimada como: $d = P + \epsilon_y Y + \epsilon_y P Y$; donde P y Y son tasas anuales promedio del crecimiento de la población y el ingreso, respectivamente; y ϵ_y es la elasticidad-ingreso de la demanda por carne bovina.
b. Estimada mediante la función exponencial $Y = A E^{\alpha} + \beta t$, donde β es la tasa de crecimiento promedio anual.
c. Promedio ponderado por población.
d. Incluye Trinidad y Tobago, Haití, Jamaica y Barbados.

FUENTE: Estimado utilizando cifras de la FAO, Anuarios de Producción 1970-80; y USDA, Foreign Agricultural Circular, Livestock and Meat, Washington. Varios números. Población: Banco Mundial, 1979, 1978 World Bank Atlas, Washington. Elasticidades-Ingreso de Demanda: FAO, 1980. Proyección de Productos Agrícolas. Roma.

sido tan dramático. En el período desde 1969-1971 hasta 1978-1980, el consumo de América Latina aumentó 2.6 kg por habitante pasando de 4.4 kg per cápita/año a 7.0 (CIAT, 1980-1982). Resulta difícil que el consumo per cápita de pollo pueda crecer lo suficiente como para sustituir en forma apreciable el de carne vacuna (por ejemplo que el consumo de pollo en Colombia pueda incrementarse de los actuales 3-4 kg per cápita/año a los 20-21 kg alcanzados por la carne vacuna).

La reducción de la demanda de carne vacuna mediante alzas en los precios reales afecta especialmente a los consumidores de menores ingresos, los cuales tienen un consumo per cápita inferior al promedio, ya de por sí bajo, y gastan una proporción sumamente elevada de sus ingresos en carne y leche.

El planteamiento central del estudio FAO (RLAT) -CIAT, es que para cubrir la brecha prevista entre oferta y demanda potencial, una alternativa factible es el incremento de la oferta a través de un cambio tecnológico que eleve los parámetros técnicos de la ganadería y posibilite la incorporación a la producción de enormes reservas de tierras marginales. Estas tierras tienen inicialmente como principal alternativa la producción ganadera, la cual actúa como actividad pionera de otros productos agrícolas (por ejemplo arroz).

El trópico y subtrópico latinoamericano contabilizan cerca de mil millones de hectáreas de sabanas y bosques, subutilizadas o no

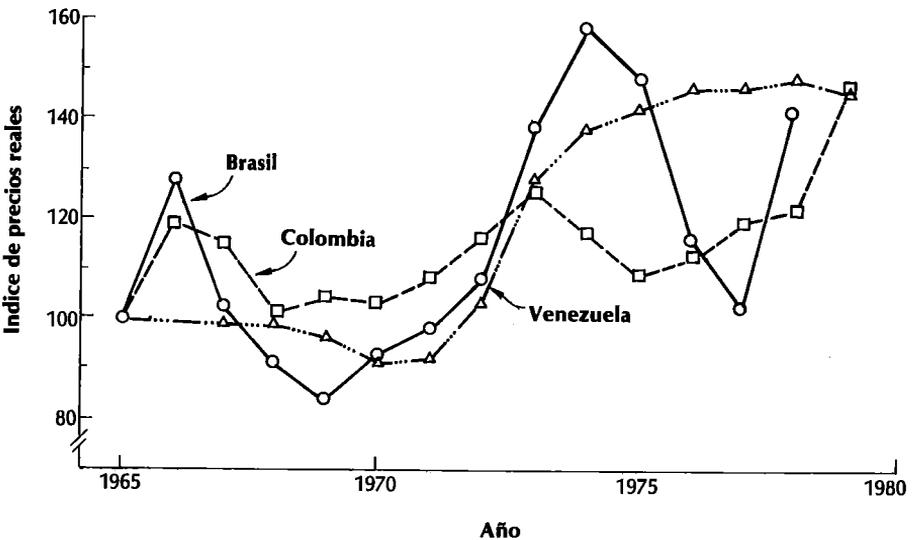


Figura 1. Índice de precios reales de carne vacuna a nivel consumidor en Venezuela, Brasil y Colombia, 1965-1980 (1965 = 100).

FUENTE: FGV, 1970-1980; DANE, 1966-1981; IMF, 1965-1980; MAC, 1976-1980.

utilizadas, conformadas en más de un 70%, por suelos ácidos e infértiles clasificados como Oxisoles y Ultisoles (Figura 2). Brasil, Colombia y Venezuela, que en la actualidad producen cerca del 70% de la carne vacuna en América Latina Tropical, tienen más del 50% de su territorio con este tipo de suelos (Cuadro 5).

En el trópico latinoamericano, se ha identificado la nutrición deficiente como el principal limitante de la ganadería vacuna, y en Colombia es más acentuada esta restricción en las áreas marginales; el ICA (1980) llegó a esta conclusión y para el trópico lo hizo Raun (1976). Consecuentes con este hecho los organismos internacionales y las agencias nacionales de investigación pecuaria, que trabajan en las zonas marginales, han orientado muchos de sus esfuerzos hacia el desarrollo de tecnologías de pastos, cuyo principal componente es germoplasma adaptado de gramíneas y leguminosas forrajeras, con el propósito de introducir variedades de alto rendimiento en condiciones de baja fertilidad, alta acidez y toxicidad de aluminio.

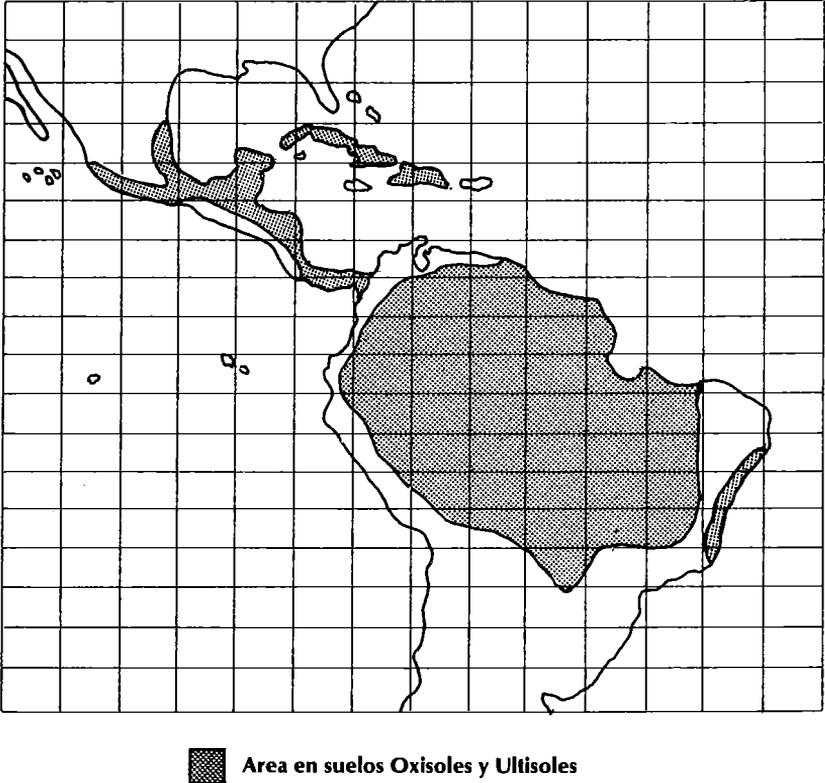


Figura 2. Área en suelos Oxisoles y Ultisoles en América Latina.

FUENTE: CIAT, 1979 b.

Aun con un paquete tecnológico apropiado y una demanda insatisfecha, el cambio tecnológico en América Latina Tropical enfrenta restricciones derivadas de las características cíclicas de la producción ganadera, la cual confronta ciclos agudos de producción y de precios que se retroalimentan mutuamente. Esta limitación es demostrada por la experiencia de otros países de la región con tradición ganadera como es el caso de Uruguay y Argentina. Al hacerlo surge claramente el papel de la política económica en el desarrollo ganadero, papel que es aún más importante en la fase en que se encuentra el desarrollo ganadero del trópico latinoamericano ante la alternativa de introducir una tecnología que incrementa significativamente la producción de carne de la región.

Cuadro 5. **Distribución de suelos Oxisoles y Ultisoles según regiones y países de América Latina, 1978.**

Región y país	Área (millones de ha)	Porcentaje del país (%)
América Latina Tropical	858.45	42.0
Brasil	572.71	68.0
Venezuela	51.64	58.0
Colombia	67.45	57.0
Bolivia	39.54	57.0
Perú	36.01	44.0
Paraguay	9.55	24.0
Ecuador	8.61	23.0
Cuba	2.42	21.0
República Dominicana	0.42	9.0
México	4.42	2.0
América Central	11.30	28.1
Panamá	3.59	63.0
Nicaragua	2.92	30.0
Honduras	3.13	29.0
Costa Rica	0.70	14.0
Guatemala	0.96	9.0
El Salvador	—	—
Caribe	13.64	56.3
Trinidad y Tobago	0.42	84.0
Guyana	12.25	62.0
Jamaica	0.45	41.0
Haití	0.52	18.0
América Latina Templada	2.65	0.7
Chile	1.37	2.0
Argentina	1.28	0.4
Uruguay	0.00	0.0
Promedio total para América Latina	861.0	42.0

FUENTE: Cochrane, T. 1978.

Brecha Estimada entre Oferta y Demanda Potencial

América Latina, en conjunto, presenta tasas de crecimiento de la producción inferiores a las de la demanda potencial. En el período 1970-1980 la demanda creció 1.8 veces más rápido que la producción, 5.0% frente a 2.7%. Este desequilibrio se origina en América Latina Tropical en donde la demanda creció 2.5 veces más rápido que la producción, 5.3% versus 2.1% (ver Cuadro 4). La situación en la región templada contrasta con la del área tropical, dado que en esa región en el mismo período la producción creció 1.9 veces más rápido que la demanda; este hecho parece haber influenciado para crear una imagen sesgada de la real situación de la ganadería latinoamericana en conjunto y determina la evaluación negativa de las perspectivas de la ganadería regional al generalizarse para toda el área la situación de Argentina y Uruguay, los cuales están teniendo dificultades para exportar en virtud de la política proteccionista de los países importadores más desarrollados.

La característica general de los sistemas de producción ganadera del trópico latinoamericano es la baja productividad reflejada en: (a) bajos índices de natalidad, (b) baja extracción y capacidad de carga de los pastos, (c) altos niveles de mortalidad especialmente de animales jóvenes, y (d) tardía edad de sacrificio.

Comparando la productividad de la ganadería de América Latina con la de Estados Unidos, en términos de kilos de carne producida por cabeza en inventario, se concluye que la productividad de la ganadería latinoamericana equivale a aproximadamente una tercera parte de la de Estados Unidos y la de la región tropical en particular, es aproximadamente una cuarta parte (ver Cuadro 4). Si se la compara con la de

Australia, la productividad de la región tropical es aproximadamente una tercera parte. Los bajos índices de productividad de la ganadería regional son consecuencia de la interacción de factores tales como nutrición, salud animal, raza, manejo y administración a nivel de finca.

En el área tropical, la mayor parte de los aumentos en producción se originan en el incremento del uso de tierra. Para Colombia, Hertford (1980) estimó que en el período 1960-1974, tres cuartas partes del incremento de la producción de carne vacuna se debió al aumento del número de fincas y del área en pasto y sólo una cuarta parte del incremento de producción se debió a aumentos en capacidad de carga de los pastos y en la extracción de carne por cabeza en inventario. Para Brasil hay evidencias de que el proceso ha sido similar; en el período 1972-1976, los determinantes del crecimiento de la producción fueron el aumento del número de fincas y del área en pastos, en tanto que la contribución de la productividad, capacidad de carga y extracción fue negativa (Rivas, 1981a).

Utilizando modelos de simulación para reconstrucción de inventarios, también se comprobó que los parámetros técnicos de la ganadería son bajos y que su variación ha sido leve en el transcurso del tiempo. Al utilizarse conjuntos de parámetros constantes y a niveles bajos durante prolongados períodos de tiempo, se observa su consistencia con los niveles de sacrificio observados históricamente (Anexo 1).

El Caso de Brasil

Brasil es el país de mayor extensión en América Latina con un área marginal que llega a 500 millones de hectáreas, de las cuales se emplean 162 millones, distribuidas regionalmente así: 36.4% en el Centro-Oeste, 28.0% en el Sudeste, 19.3% en el Nordeste y el 2.4% restante en el Norte. Los pastos del país presentan baja capacidad de carga, la cual es de 0.51 animales/ha en promedio, fluctuando entre 1 animal/ha en la región Sur y 0.35 animales/ha en el Norte (Ministerio da Agricultura, 1974).

El inventario ganadero de Brasil, según diversas fuentes fluctúa entre 95 y 100 millones de cabezas, distribuidas como aparece en la Figura 3. Este inventario es el de mayor magnitud de Latinoamérica, representando una tercera parte del inventario de la región y algo menos del 50% del inventario del trópico. En el período 1970-1980 la demanda potencial del país creció a una tasa promedio anual de 6.6% frente a una tasa de crecimiento de la producción para consumo de sólo 1.7% por año (ver Cuadro 4). Para estimar la brecha potencial esperada entre producción y demanda, se proyectó la producción en base a un análisis histórico para estimar la duración y amplitud de los ciclos productivos y, mediante el uso de funciones trigonométricas, se elaboraron proyecciones hacia el año 2000 (Anexo 2). Para proyectar la demanda potencial se trabajó con tres hipótesis respecto al crecimiento del ingreso real per cápita: crecimiento alto (4% por año), moderado (3%) y bajo (2%).



Figura 3. Zonas geográficas y distribución del inventario de ganado (en millones de cabezas) en Brasil, 1979.

FUENTE: Fundação Joao Pinheiro, 1979.

De acuerdo con estas proyecciones, hacia el año 2000 la producción alcanzará un nivel de casi 3 millones de toneladas peso carcasa, mientras la demanda interna fluctuará entre 4.3 millones de toneladas resultante de la hipótesis de crecimiento del ingreso real bajo y 5.5 millones de toneladas asumiendo la hipótesis de alto crecimiento del ingreso (Cuadro 6). Como alternativa se elaboraron además proyecciones lineales sobre la base del consumo observado en el período 1970-1979. El Cuadro 7 resume todas estas estimaciones e indica que el déficit en el año 2000 fluctuaría entre 0.3 y 2.5 millones de toneladas peso carcasa.

La presión de demanda ha provocado tendencias alcistas en los precios del ganado y la carne vacuna: en el período 1966-1980 el precio real vacuno en pie creció a una tasa promedio anual de 4% (Cuadro 8). Analizando un período más corto (1970-1980), se nota que el precio real del vacuno en pie creció a una tasa promedio anual de 3.8% mientras que en el mismo período el precio de la leche se incrementó a tasas de 3.11%

Cuadro 6. Proyecciones de producción, demanda, y déficit de carne vacuna, en Brasil, 1980-2000^a (miles de toneladas peso carcasa).

Año	Producción total	Crecimiento del ingreso					
		Alto		Medio		Bajo	
		D.I.P. ^a	(Déficit)/ superavit	D.I.P.	(Déficit)/ superavit	D.I.P.	(Déficit)/ superavit
1980	2050	2079	(29)	2079	(29)	2079	(29)
1981	2178	2187	(9)	2174	4	2110	68
1982	2335	2298	37	2272	63	2246	89
1983	2463	2414	49	2374	89	2334	129
1984	2520	2549	(29)	2480	40	2426	94
1985	2496	2675	(179)	2604	(108)	2520	(24)
1986	2419	2816	(397)	2715	(296)	2614	(195)
1987	2343	2963	(620)	2830	(487)	2726	(383)
1988	2319	3103	(782)	2964	(645)	2827	(508)
1989	2376	3259	(883)	3087	(711)	2932	(556)
1990	2504	3423	(919)	3231	(727)	3040	(536)
1991	2660	3589	(929)	3376	(716)	3163	(503)
1992	2788	3763	(975)	3508	(720)	3273	(485)
1993	2842	3955	(1113)	3663	(821)	3388	(546)
1994	2822	4157	(1335)	3822	1000	3523	(701)
1995	2745	4349	(1604)	3988	(1243)	3645	(900)
1996	2669	4560	(1891)	4154	(1485)	3766	(1097)
1997	2645	4779	(2134)	4325	(1680)	3910	(1265)
1998	2702	5005	(2303)	4502	(1800)	4039	(1337)
1999	2830	5239	(2409)	4685	(1855)	4191	(1361)
2000	2986	5481	(2495)	4875	(1889)	4349	(1363)

a. D.I.P. = demanda interna potencial. Las proyecciones de producción se elaboraron con base en funciones trigonométricas. Las proyecciones de demanda se efectuaron bajo los siguientes supuestos: 1980 como año base de proyección, con un consumo per cápita de 16.9 kgs. Se establecieron tres hipótesis sobre crecimiento del ingreso: alto, 4% de crecimiento anual; promedio, 3%; y bajo, 2%. Se supuso una elasticidad-ingreso de demanda de 0.6 (reportada por la FAO). Se supusieron las siguientes tasas de crecimiento de la población: 1980-85 = 2.732%, 1985-90 = 2.588%, 1990-95 = 2.438% y 1995-2000 = 2.308%.

FUENTE: Tasas implícitas en los datos de la Fundação Getulio Vargas (FGV). 1970-1980.

por año. En contraste, los precios de sustitutos aumentaron menos en el caso del cerdo o disminuyeron en el caso del pollo y los huevos (Cuadro 9).

Este análisis de la tendencia histórica de la oferta y demanda de carne vacuna en Brasil, puede parecer cuestionada por períodos en los cuales el país ha exportado regularmente carne refrigerada y congelada. A pesar de los esfuerzos gubernamentales y privados para exportar regularmente, el país ha debido suspender dicha corriente exportadora e incluso importar volúmenes importantes de carne y ganado en pie. La crisis de la industria frigorífica de exportación en la década de los sesenta ratifica esa presión de la demanda interna.

El Caso de Colombia

Colombia, en términos de inventario ganadero ocupa el tercer lugar en

Cuadro 7. Déficit potencial de carne vacuna en Brasil, proyectado para el año 2000 utilizando diversos métodos (miles de toneladas peso carcasa).

Escenario de demanda	Déficit para dos escenarios de producción	
	2986 ^a	3551 ^b
3809 ^c	823	258
4263 ^d	1277	712
5481 ^e	2495	1930
4875 ^f	1889	1324
4349 ^g	1363	798

- Proyectado con base en funciones trigonométricas del tipo: $Y = a + bt + A \text{ Sen}(wt + \phi)$, $R^2 = 0.66$ (período base 1950-80).
- Proyectado con base en una tendencia lineal donde: Producción = $1389.67 + 60.03t$, $R^2 = 0.67$ (período base 1965-80).
- Proyectado con base en una tendencia lineal donde: Consumo = $1227.19 + 71.72t$, $R^2 = 0.79$ (período base 1965-80).
- Proyectado con base en una tendencia lineal del período 1970-79. ($R^2 = 0.66$).
- Demanda interna potencial calculada según la siguiente fórmula:

$$DT_{t+i} = [C_t(1 + N_y Y)^{t+i}] PH_{t+i}$$

donde:

DT_{t+i} = demanda total en el período $t+i$

C_t = consumo per cápita observado en el período t

N_y = elasticidad ingreso de la demanda

Y = tasa de crecimiento anual del ingreso real per cápita

PH_{t+i} = población humana en el período $t+i$

- un 4% de crecimiento anual del ingreso per cápita (hipótesis alta).
- Igual que (e) con un 3% de crecimiento anual del ingreso per cápita (hipótesis media).
- Igual que (e) con un 2% de crecimiento anual del ingreso per cápita (hipótesis baja).

América Tropical después de Brasil y México, representando el 13.6% del inventario del área tropical.

En 1978 el área en pastos era de 20.5 millones de hectáreas distribuidas así: 37.0% en el Litoral Norte, 38.0% en el Valle del Magdalena y la Región Andina, 3.8% en los territorios del Sur, 16.5% en los Llanos Orientales y 4.7% en el Valle del Cauca (DNP, 1980) (Figura 4). La capacidad de carga de los pastos fluctúa entre 0.87 animales/ha en el Litoral Norte y 0.27 en los Llanos Orientales (Hertford, 1980). Estudios recientes revelan que el área en los Llanos Orientales con posibilidades de producción ganadera es de 17 millones de hectáreas, de las cuales actualmente sólo se emplean aproximadamente un 20% (Cochrane, 1978).

Utilizando la misma metodología empleada para Brasil, se elaboraron estimaciones del déficit esperado de carne vacuna. La demanda potencial se proyectó bajo tres hipótesis respecto al crecimiento del ingreso real per cápita (alto, medio y bajo).

En el período 1970-1980 la producción de carne vacuna en Colombia

Cuadro 8. Precios corrientes y reales de novillo gordo en pie en el Estado de Minas Gerais, Brasil, 1966–1980.

Año	Precio corriente (Cr\$/kg)	Índice de precios al por mayor (1975=100)	Precio real (Cr\$/kg)
1966	1.0	18.2	5.49
1967	1.1	20.1	5.52
1968	1.19	24.8	4.80
1969	1.36	29.9	4.55
1970	1.75	36.5	4.79
1971	2.66	43.8	6.07
1972	3.35	52.2	6.41
1973	5.10	60.5	8.43
1974	6.94	78.5	8.84
1975	7.08	100.0	7.08
1976	8.47	143.3	5.91
1977	11.27	204.1	5.52
1978	22.05	280.8	7.85
1979	48.00	437.8	10.90
1980	83.40	974.3 ^a	8.56
Tasa media anual de crecimiento (%)	30.01	25.83	3.98

a. A septiembre de 1980.

FUENTE: Fundación Getulio Vargas (FGV). 1970–1980.
International Monetary Fund (IMF). 1965–1980.

Cuadro 9. Precios reales^a a nivel de productores de carne vacuna, cerdo, pollo, leche, y huevos en el estado de Sao Paulo, Brasil, 1970–1980.

Año	Vacuna (Cr./15 kg.)	Cerdo (Cr./15 kg.)	Pollo (Cr./kg)	Leche (Cr./litro)	Huevos (Cr./docena)
1970	87.7	81.5	5.45	0.90	3.34
1971	96.9	78.0	5.04	0.89	3.06
1972	104.0	87.0	4.94	0.90	3.05
1973	127.1	94.7	6.33	0.99	3.93
1974	136.7	132.2	5.59	1.20	3.61
1975	114.9	103.0	5.23	1.34	3.18
1976	99.4	83.6	4.78	1.18	3.17
1977	97.4	101.0	4.50	1.31	3.01
1978	128.8	94.7	4.74	1.31	2.96
1979	172.2	115.6	4.99	1.15	2.72
1980	133.6	88.3	3.68	1.04	2.07
Tasa media anual de crecimiento (%)	3.81	1.73	-2.70	3.11	-3.29

a. Deflactados por el índice de precios al por mayor (1975=100).

FUENTES: precios: Fundación Getulio Vargas (FGV). 1970–1980.
índice de precios: International Monetary Fund (IMF). 1974–1981.

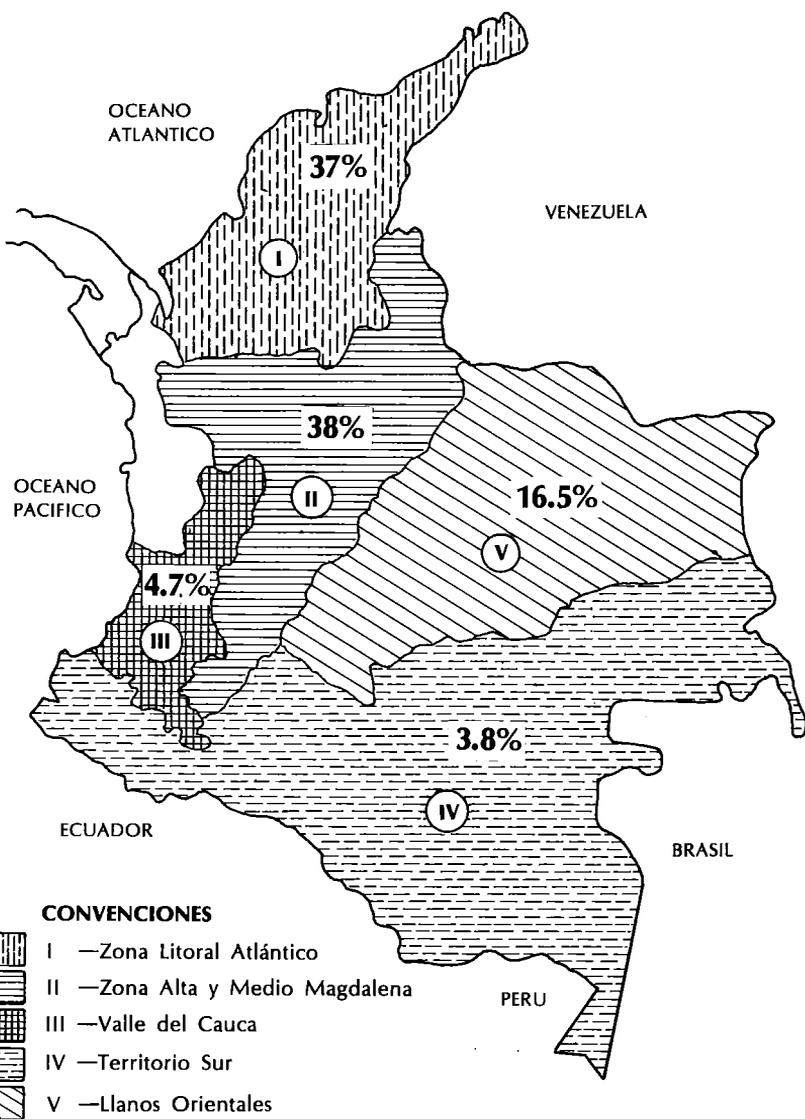


Figura 4. Zonificación ganadera en Colombia, 1980 (% del inventario total).
 FUENTE: DNP, 1980.

creció a una tasa promedio anual de 4.0% en tanto que la demanda creció a un 4.9% por año (ver Cuadro 4).

Las proyecciones hacia el año 2000 sitúan a la producción para consumo en un nivel de 751 mil toneladas peso carcasa, mientras que la demanda potencial fluctuaría entre 962 mil toneladas (si el crecimiento del ingreso real per cápita es de 1% por año) y 1 millón doscientas mil toneladas (si el crecimiento del ingreso es de 2.6% por año) (Cuadro 10). Las cifras anteriores indican que el déficit en el año 2000 oscilaría entre 0.2 millones de toneladas peso carcasa (hipótesis de bajo crecimiento del ingreso) y 0.5 millones de toneladas (hipótesis de alto crecimiento del ingreso) (Cuadro 10).

Cuadro 10. Proyecciones de producción, demanda potencial, y déficit de carne vacuna en Colombia, 1981-2000 (miles de toneladas peso carcasa).

Año	Producción para consumo ^a	Crecimiento del ingreso real per cápita					
		1%		2%		2.6%	
		DP ^b	Déficit	DP	Déficit	DP	Déficit
1981	567	584	17	592	25	597	30
1982	577	600	23	613	36	621	44
1983	554	618	64	635	81	646	91
1984	531	635	104	659	128	672	141
1985	541	653	112	681	140	698	157
1986	583	672	89	706	123	726	143
1987	625	690	65	730	105	755	130
1988	635	709	74	756	121	784	149
1989	613	730	117	782	169	815	202
1990	590	750	160	809	219	847	257
1991	600	770	170	837	237	880	280
1992	642	798	156	874	232	923	281
1993	684	811	127	893	209	947	263
1994	693	831	138	923	230	982	289
1995	671	853	182	953	282	1018	347
1996	648	875	227	985	337	1056	408
1997	658	896	238	1015	357	1093	435
1998	700	917	217	1047	347	1132	432
1999	742	939	197	1079	337	1172	430
2000	751	962	211	1113	362	1213	462

- a. Proyectada con base en funciones trigonométricas (ver Anexo 2).
 b. DP = demanda potencial; proyectada con base en el consumo de 1979 (21 kg) y una tasa de crecimiento de la población humana de: 2.138% en el período 1975-80, 2.143% en el período 1980-85, 2.052% en el período 1985-90, 1.870% en el período 1990-95, y 1.678% en el período 1995-2000. Se utiliza una elasticidad ingreso de la demanda de 0.7 por todo el período y utilizando la fórmula:

$$DT_{t+i} = [C_t (1 + N_y \hat{Y})^{t+i}] PH_{t+i}$$

donde:

- DT_{t+i} = demanda total en el período $t+i$
 C_t = consumo per cápita observado en el período t
 N_y = elasticidad ingreso de la demanda
 \hat{Y} = tasa de crecimiento anual del ingreso real per cápita
 PH_{t+i} = población humana en el período $t+i$

La presión de demanda ha provocado alzas tanto en los precios reales de ganado en pie, como en los de carne a nivel de consumidor. En el período 1966-1980 el precio real del novillo gordo en pie creció a una tasa anual media de 2.06% y el de carne vacuna a nivel de consumidor a razón de 3.1% (Cuadro 11). En el mismo período el precio real de carne de cerdo a nivel minorista creció a una tasa anual de 2.3%, mientras que los precios de pollos y huevos decrecieron a tasas de -1.77 y -1.79%, respectivamente (Cuadro 12).

El Caso de Chile

Chile es el único país de América del Sur Templada que tradicionalmente ha sido importador neto de carne vacuna. El inventario vacuno del país es relativamente reducido: 3.6 millones de cabezas, que representan el 1.0% del inventario latinoamericano y el 4.7% del inventario del área templada.

Cuadro 11. Precios corrientes y reales (\$/kg) de novillo gordo en pie y de carne vacuna a nivel consumidor, en Colombia, 1966-1980.

Año	Precios corrientes		Indice de precios al consumidor (Junio 1954 a Julio 1955=100)	Precios reales	
	Novillo en pie ^a	Carne vacuna al consumidor ^b		Novillo en pie	Carne vacuna al consumidor
1966	5.57	14.94	361.2	1.54	4.14
1967	5.92	15.70	382.5	1.55	4.10
1968	5.88	16.04	409.6	1.43	3.91
1969	5.70	16.46	433.6	1.31	3.79
1970	6.10	17.50	459.3	1.33	3.81
1971	7.09	19.92	517.1	1.37	3.85
1972	8.66	24.54	592.4	1.46	4.14
1973	12.55	33.38	754.9	1.66	4.42
1974	14.92	38.54	828.8	1.80	4.65
1975	17.11	43.98	1005.0	1.70	4.37
1976	21.47	55.28	1210.7	1.77	4.56
1977	30.76	80.64	1590.1	1.93	5.07
1978	34.92	96.22	1890.3	1.85	5.09
1979	39.57	143.70	2312.3	1.71	6.21
1980	52.09	183.02	2990.9	1.74	6.12
Tasa media anual de crecimiento (%)	17.42	18.44	15.36	2.06	3.10

a. Macho cruzado en la Feria de Medellín.

b. Precio de solomito en la ciudad de Medellín.

FUENTE: Novillo en pie: Empresas Varias de Medellín. Información sin publicar. Carne vacuna: Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) 1970-1980. Índice de precios: Banco de la República. 1966-1980.

Cuadro 12. Precios corrientes y reales de carne de cerdo, pollo, y huevos a nivel de consumidor, en Colombia, 1965–1980.

Año	Precios corrientes			Indice de precios al consumidor (Junio 1954 a Julio 1955=100)	Precio real		
	Cerdo (\$/kg)	Pollo (\$/kg)	Huevos (\$/10 unidades)		Cerdo (\$/kg)	Pollo (\$/kg)	Huevos (\$/10 unidades)
1965	14.73	13.10	6.20	306.9	4.80	4.27	2.02
1966	17.43	14.84	6.40	361.2	4.83	4.11	1.77
1967	18.01	15.56	6.70	382.5	4.71	4.07	1.75
1968	19.08	17.20	7.60	409.6	4.65	4.20	1.86
1969	20.16	17.72	7.50	433.6	4.65	4.09	1.73
1970	21.95	18.06	7.70	459.3	4.78	3.93	1.68
1971	24.73	19.98	9.60	517.1	4.78	3.86	1.86
1972	28.79	20.68	9.90	592.4	4.86	3.49	1.67
1973	38.43	24.78	11.50	754.9	5.09	3.28	1.52
1974	44.44	32.28	13.80	828.8	5.36	3.89	1.67
1975	51.54	34.30	15.20	1005.0	5.13	3.41	1.51
1976	64.24	43.40	18.40	1210.7	5.30	3.58	1.52
1977	90.50	55.58	24.80	1590.1	5.69	3.49	1.56
1978	108.84	65.96	29.10	1890.3	5.76	3.49	1.54
1979	156.54	77.02	32.60	2312.3	6.77	3.33	1.41
1980	203.74	96.20	45.20	2990.9	6.81	3.22	1.51
Tasa media anual de crecimiento (%)					2.30	-1.77	-1.79

FUENTE: Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). 1975–1981.

Cuadro 13. Proyecciones al año 2000 del déficit de carne vacuna bajo diferentes escenarios de producción y demanda potencial, en Chile (miles de toneladas de peso carcasa)^a.

Escenarios de producción	Déficit para cada escenario de demanda			
	402.9	362.9	372.3	335.4
213.1	189.8	149.8	159.2	122.3
220.7	182.2	142.2	151.6	114.7
227.8	175.1	135.1	144.5	107.6
235.2	167.7	127.7	137.1	100.2
235.2	167.7	127.2	137.1	100.2
235.2	167.7	127.7	137.1	100.2
235.2	198.9	158.9	168.3	131.4
214.6	188.3	148.3	157.7	120.8
224.8	178.1	138.1	147.5	110.6

a. Se supone una elasticidad-ingreso de la demanda de 0.8 y una tasa de crecimiento del ingreso real per cápita de 1.4% anual; y alternativamente, tasas de crecimiento de población de 1.7 y 1.3% por año. Las proyecciones de producción se elaboraron bajo diferentes supuestos en relación con la amplitud y duración del ciclo de producción.

FUENTE: Fredes Loyola, Manuel A. 1981.

Del total del área de Chile continental, 75.6 millones de hectáreas, el 16.1% corresponde a praderas naturales y el 1.7% a praderas mejoradas. En el período 1970-1980 la demanda creció a razón de 3.0% por año en tanto que la producción sólo creció a razón de 1.9% anual (ver Cuadro 4).

Las proyecciones en el año 2000 del déficit de carne vacuna, bajo diferentes alternativas de crecimiento de la producción y de la demanda potencial, indican que éste fluctuaría entre un nivel mínimo de 0.1 millones de toneladas en carcasa (bajo supuestos conservadores) hasta un máximo de 0.2 millones de toneladas (bajo supuestos menos conservadores) (Cuadro 13). La presión de demanda ha elevado notoriamente los precios reales tanto de ganado en pie como de carne en canal. En el período 1965-1980, el precio real de ganado en pie creció a razón de 7.32% por año y el de carne en canal se incrementó a una tasa del 8.36% (Cuadro 14). Las cifras disponibles para el período 1973-1980, muestran que en la ciudad de Santiago el precio real a nivel mayorista de carne vacuna experimentó un crecimiento de 8.45% por año frente a incrementos, durante el mismo período de 11.50% en el precio de carne ovina, 10.40% en el de cerdo, 15.33% en el de leche y disminuciones a

Cuadro 14. Precios reales de ganado en pie y carne vacuna en canal, en Chile, 1965-1980.

Año	Precio real	
	Ganado en pie ^a (E°/100 Kg)	Carne en canal ^b (\$/tonelada)
1965	133.45	34259.0
1966	132.43	32944.0
1967	132.58	34279.0
1968	129.41	37831.0
1969	148.89	46115.0
1970	160.28	48955.0
1971	195.33	49310.0
1972	181.82	49708.0
1973	239.20	46346.0
1974	357.00	84416.0
1975	163.00	58979.0
1976	219.80	76623.0
1977	295.65	92647.0
1978	321.92	93532.0
1979	365.97	104075.0
1980	350.39	104529.0
Tasa media anual de crecimiento (%)	7.32	8.36

a. Precio promedio de novillos de 500 kg y vacas de 450 kg en escudos de 1965.

b. Precio a nivel de mayorista en pesos (excluyendo impuesto sobre ventas) de diciembre de 1980.

FUENTE: Fredes Loyola, Manuel A. 1981.

tasas anuales de -0.30 y -4.32% en el precio real de pollo y huevos, respectivamente (Cuadro 15).

El resultado de las proyecciones arriba mencionadas, adquieren mayor importancia por el gran interés en exportar carne vacuna presentado en Chile durante 1980 y 1981. Este interés, basado —entre otros factores— en la exitosa erradicación de la fiebre aftosa, ha chocado por un lado con el fuerte déficit histórico entre la oferta y la demanda y por otro lado con la política económica de libre mercado que hacía casi imposible contrastar las tendencias históricas con adecuadas políticas de protección, asistencia a la ganadería y estímulo a las exportaciones (ver el capítulo correspondiente a restricciones al cambio tecnológico).

A pesar del alto crecimiento del precio real de la carne vacuna en los países citados en este capítulo, la oferta no ha respondido en forma sustancial a los aumentos de precios por varias razones, entre ellas los limitantes tecnológicos que impiden su mayor crecimiento y el comportamiento cíclico de los precios, un factor limitante de la inversión y el cambio tecnológico en ganadería.

Cuadro 15. Precios reales a nivel de mayoristas de carne de vacunos, de ovinos, de porcinos, de pollo y de huevos y leche^a, en Chile, 1973–1980.

Año	Vacunos (\$/kg)	Ovinos (\$/kg)	Porcinos (\$/kg)	Pollos (\$/kg)	Huevos (\$/100 unid.)	Leche (\$/litro)
1973	59.23	55.84	51.99	73.65	433.23	4.57
1974	84.31	52.30	47.44	78.96	266.66	8.52
1975	48.12	30.35	41.08	64.55	275.49	9.73
1976	69.02	52.14	59.77	77.14	327.85	10.80
1977	91.49	71.89	90.23	81.43	302.61	10.03
1978	91.80	77.64	82.58	78.34	263.61	14.79
1979	102.20	88.12	82.18	82.20	308.70	15.47
1980	103.70	97.87	85.79	63.07	239.39	15.29
Tasa media anual de crecimiento (%)	8.45	11.50	10.40	-0.30	-4.32	15.33

a. Precios a nivel de mayoristas en la ciudad de Santiago en pesos de noviembre de 1980.

FUENTE: Universidad Católica de Chile. 1979.

El Cambio Tecnológico como Herramienta para Incrementar la Producción

Un alto porcentaje de los recursos de tierra del trópico latinoamericano se encuentra notablemente subutilizado. La población rural y la producción agrícola se concentran en las tierras más fértiles de los valles interandinos, en el piedemonte cordillerano y en las áreas costeras. En las tierras actualmente en uso, se alternan la producción agrícola con una ganadería mixta que produce carne y leche y que tiene como característica fundamental el uso extensivo de la tierra.

La producción ganadera se hace más intensiva en las proximidades de los centros urbanos, donde el alto costo y la valorización de la tierra, obligan a un uso más eficiente de este recurso. En América Latina, en las tres últimas décadas, el área sembrada ha crecido sostenidamente. Se estima que aproximadamente dos tercios del incremento de la producción agrícola se originan en el aumento del área plantada y el resto corresponde a incremento de los rendimientos (CIAT, 1981b).

Se ha producido un cambio tecnológico de tipo biológico en algunos cultivos tales como arroz, soya y sorgo y en el campo pecuario en aves, mejorando ostensiblemente los rendimientos y bajando los costos unitarios de producción. En estos y otros cultivos también se han producido incrementos en productividad basados en el uso de fertilizantes y en prácticas de manejo más eficientes. En algunas de las áreas más fértiles, se comienza a notar un desplazamiento de la ganadería hacia las áreas marginales, debido a la competencia de los cultivos en términos de rentabilidad.

Según varias estimaciones, en América Latina únicamente entre un 18 y un 30% del área potencialmente arable está siendo utilizada con cultivos y praderas mejoradas (CIAT, 1981b). Incorporar a la producción

de cultivos el área restante resulta en muchos casos extremadamente costoso en términos de adecuación de suelos, adaptación de tecnologías o incremento de la mecanización.

Las grandes extensiones de área marginal existentes en la mayoría de los países tropicales, pueden ayudar a resolver el problema de producción de alimentos de dos formas que son complementarias: (a) vía aumento de la producción de carne y eventualmente de productos lácteos y (b) liberando tierras fértiles, actualmente empleadas en ganadería para su utilización en cultivos. Del área total de América Latina Tropical — 1514 millones de hectáreas— el 34% corresponde a suelos Oxisoles y el 24% a Ultisoles, los cuales tienen características químicas y mineralógicas similares, presentando problemas semejantes de acidez y disponibilidad de nutrientes. Los suelos predominantes en el área tropical de América Latina presentan grados de acidez muy altos que fluctúan entre valores de pH de 3.8 a 5.5 y porcentajes de saturación de aluminio mayores de 60%, (Sánchez e Isbell, 1979), un nivel crítico generalmente aceptado como de toxicidad de este elemento. En estos suelos, el crecimiento de las plantas es afectado negativamente tanto por la toxicidad del aluminio, y en menor medida del manganeso, como por las deficiencias de fósforo, calcio, potasio, magnesio y azufre.

Los factores favorables para la producción agrícola en las áreas marginales del trópico son la abundante radiación solar, regímenes de lluvias adecuados y temperaturas favorables, los cuales determinan en general estaciones productivas prolongadas. Igualmente, tanto la topografía como las propiedades físicas de los suelos son favorables, particularmente en el caso de las sabanas.

La estrategia de investigación para las áreas marginales de las características anteriormente señaladas, tiene como objetivo fundamental desarrollar variedades de gramíneas y leguminosas compatibles, de alta persistencia, tolerantes a los principales limitantes del suelo, con bajos requerimientos de insumos críticos tales como fertilizantes, bajo costo, tanto de establecimiento como de mantenimiento y mayor productividad, en términos de materia seca digestible y contenido de proteínas, que las especies nativas.

El bajo costo de la nueva tecnología es una condición necesaria para incorporar a la producción ganadera las áreas marginales del trópico, debido a que sus distancias a los mercados implican, en general, mayores costos de insumos y menores precios del producto (carne y productos lácteos). En las áreas marginales los costos de transporte son mayores, no solo por las distancias sino en muchos casos, por el mal estado de las carreteras.

La necesidad de aplicar una tecnología diferente a la tradicional resulta evidente, al considerarse que la ganadería del trópico con los patrones tradicionales de producción no ha tenido la dinámica suficiente como para elevar significativamente la producción y hacer frente a los requerimientos de la demanda. La necesidad de cambio tecnológico

es más notoria en las áreas marginales dada su menor fertilidad y su desfavorable localización geográfica que hace más costosa la producción.

Se estima que la carga animal promedio actual de la región de sabanas está en el orden de 0.12 animales/ha y que potencialmente puede incrementarse más de 10 veces. Adicionalmente, se estima que la producción anual de carne por animal puede duplicarse (CIAT, 1981a).

Los esfuerzos de investigación en tecnologías específicas para las áreas marginales han arrojado sus primeros frutos, al producirse el lanzamiento de la variedad de pastos *Andropogon gayanus* (CIAT No. 621) por parte de las agencias nacionales de investigación de Brasil (EMBRAPA-CPAC) y Colombia (ICA), bajo los nombres de Planaltina y Carimagua-1, respectivamente. Esta gramínea es resultado del esfuerzo investigativo conjunto de CIAT y las agencias nacionales. El *Andropogon gayanus* es proveniente de Shika, Nigeria, y habiéndose culminado su evaluación y mejoramiento en etapas sucesivas, está ahora a disposición de los productores del Cerrado Brasileiro y los Llanos Colombianos. Los resultados de la Red Internacional de Evaluación de Forrajes indican que esta gramínea también es prometedora en los ecosistemas de bosques tropicales. Igualmente, resultados de los proyectos colaborativos del CIAT con los programas nacionales de Colombia indican la existencia de numerosas especies de leguminosas adaptadas a las condiciones de suelos ácidos con gran potencial de producción en condiciones de bajos insumos, tales como *Stylosanthes guianensis*, *Stylosanthes capitata*, *Centrosema macrocarpum*, *Centrosema brasilianum*, *Zornia* spp. y *Desmodium ovalifolium*. El objetivo es desarrollar praderas, mezclas de gramíneas y leguminosas, estas últimas como fuentes de proteínas para el animal y nitrógeno para las gramíneas, para su empleo con fines estratégicos durante las fases más críticas del proceso de producción, suplementando las sabanas nativas.

El Impacto del Cambio Tecnológico

El Caso de Brasil

En Brasil, el área marginal de mayor potencial para la ganadería vacuna y en donde se espera el mayor impacto del cambio técnico es el Cerrado (Figura 5). Este presenta una topografía de plana a ligeramente ondulada, su vegetación es la característica de los suelos ácidos, con altos contenidos de aluminio y bajos niveles de fertilidad. Estos suelos presentan en general excelentes condiciones para la mecanización de las labores agrícolas.

En el Cerrado se identifican, en base a la altura y densidad de la vegetación, cuatro tipos de formaciones en un gradiente creciente de vegetación arbustiva: Campo Limpio, Campo Sucio, Cerrado propiamente dicho y Cerradao. El tipo de formación predominante es la de Cerrado. La principal actividad agropecuaria de la región es la ganadería bovina, alcanzando importancia cultivos como el arroz, soya, frijol, algodón y piña. El arroz es el cultivo más importante, tanto por el área plantada como por el número de productores, constituyendo una etapa previa a la introducción de pastos (IPEA, 1973). El resto de cultivos requiere mejores condiciones de fertilidad.

La ganadería de la región obedece a patrones de producción que emplean tierra en forma extensiva y se caracteriza por sus parámetros técnicos relativamente bajos. La mayor parte de los estudios de la región sitúan la tasa de natalidad en rangos del 45 al 55%, la capacidad de carga de los pastos entre 5 y 10 ha/unidad animal (UA) y la mortalidad de animales jóvenes entre 6 y 10%. (Los parámetros técnicos empleados en las simulaciones aparecen en el Cuadro A3.1 del Anexo 3). Estos parámetros se derivan de los obtenidos en diversos estudios a nivel de campo y nivel experimental. Se estima que el inventario ganadero del Cerrado representa aproximadamente el 37% del inventario del país.

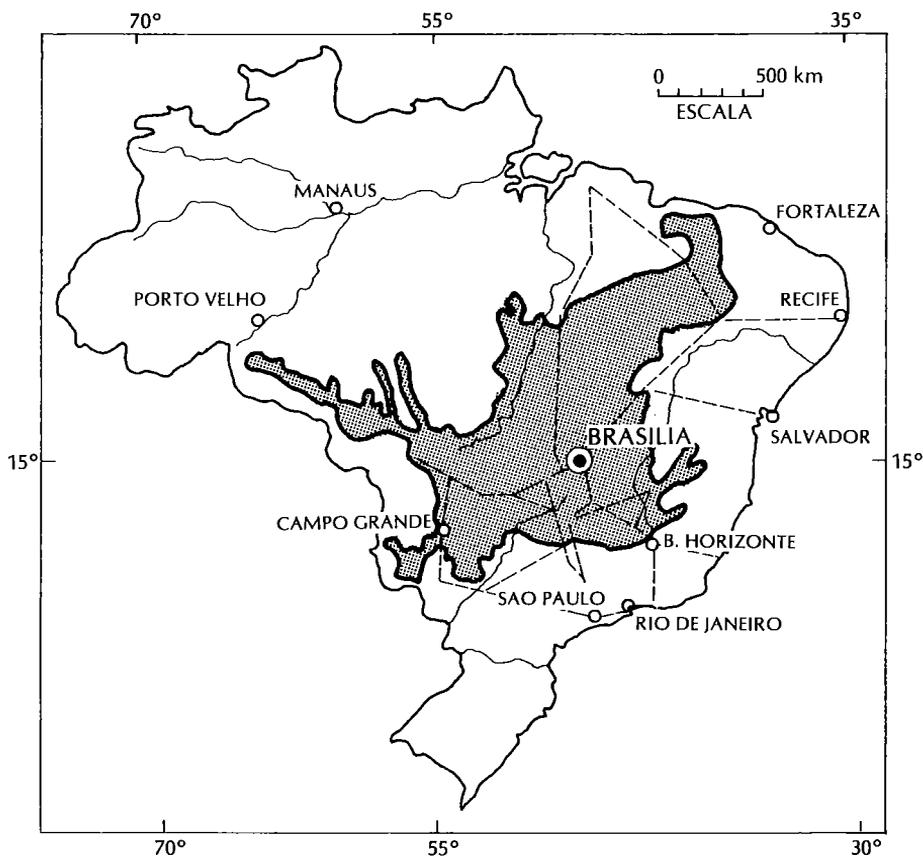


Figura 5. Area de Cerrados en Brasil.

FUENTE: FGV, 1979.

Las estimaciones del impacto del cambio tecnológico sobre la producción, utilizando modelos de simulación y curvas hipotéticas de adopción (Anexo 3), indican que hacia 1985 el aumento de la producción para consumo, por efecto del cambio tecnológico será de 25 mil toneladas peso carcasa pasando a 701 mil en el año 2000 y 2.2 millones de toneladas en el año 2020, ésto bajo el supuesto que se desarrollara una política normal de ventas¹ (Cuadro 16). Los anteriores incrementos de la producción implican tasas de crecimientos promedios anuales de 3.37% durante el periodo 1985-2000 y de 3.21% en el periodo 1985-2020 (Cuadro 17), mientras el crecimiento histórico de la producción fue de

1. Se define como política normal de ventas aquellas en que en el año inicial de estimación la tasa de desecho de vacas de cría es del 15% pasando a 24% al cabo de 23 años.

Cuadro 16. Estimaciones del cambio marginal^a en la producción de carne vacuna para consumo bajo diferentes políticas de venta,^b en Brasil, 1985–2020.

Año	Política de venta (miles ton. peso carcasa)		
	Retención	Normal	Liquidación
1985	23.2	25.5	26.6
2000	810.2	700.6	633.3
2020	3652.9	2184.3	1518.7

- a. Se define como cambio marginal la producción adicional por efecto del cambio tecnológico.
- b. Se denomina *política de retención* cuando en el año inicial se desecha el 13% de las vacas de cría, pasando al 22% al cabo de 20 años; *política normal* cuando el desecho de vacas de cría es del 15% en el año inicial, pasando al 24% al cabo de 23 años; y *política de liquidación* cuando en el primer año el desecho es del 17%, pasando a 25% después de 23 años.

Cuadro 17. Estimaciones de la tasa anual de crecimiento de la producción de carne vacuna, en condiciones de cambio tecnológico y diferentes políticas de ventas, en Brasil, 1985–2020.

Período	Política de ventas (%)		
	Retención	Normal	Liquidación
1985–2000	4.36	3.37	3.09
1985–2020	3.93	3.21	2.73

Cuadro 18. Estimaciones de la tasa anual de crecimiento de la producción de carne vacuna, para consumo en condiciones de cambio tecnológico y diferentes políticas de ventas, en Cerrado, Brasil, 1985–2020.

Período	Política de ventas (%)		
	Retención	Normal	Liquidación
1985–2000	5.69	4.70	4.23
1985–2020	4.79	3.89	3.07

1.9% por año en el período 1970-1980. En el área de Cerrado bajo condiciones de cambio tecnológico se estima que la producción crecerá a razón de 3.9% por año en el período 1985-2020 (Cuadro 18).

En términos de reducción de la brecha entre producción y demanda potencial, el cambio tecnológico implica una reducción de un 28% del déficit sin cambio tecnológico para el año 2000, en el caso de que el ingreso real per cápita crezca a razón de 4% por año; si el ingreso crece a

Cuadro 19. Estimaciones del déficit entre oferta y demanda potencial de carne vacuna en condiciones de cambio tecnológico, en Brasil, 1985–2000 (miles de toneladas peso carcasa).

Año	Déficit sin cambio tecnológico con un crecimiento del ingreso del			Cambio marginal en la producción por efecto del cambio tecnológico ^a	Déficit con cambio tecnológico con un crecimiento del ingreso del		
	4%	3%	2%		4%	3%	2%
1985	179	108	24	25.5	153.5	82.5	(1.5)
1986	397	296	195	37.6	359.4	258.4	157.4
1987	620	487	383	64.5	555.5	422.5	318.5
1988	782	645	508	89.4	692.6	555.6	418.6
1989	883	711	556	134.5	748.5	576.5	421.5
1990	919	727	536	174.1	744.9	552.9	361.9
1991	929	716	503	217.9	711.1	498.1	285.1
1992	975	720	485	276.9	698.1	443.1	208.1
1993	1113	828	546	327.1	785.9	500.9	218.9
1994	1335	1000	701	383.3	951.7	616.6	317.7
1995	1604	1243	900	451.6	1152.4	791.4	448.4
1996	1891	1485	1097	498.0	1393.0	987.0	599.0
1997	2134	1680	1265	573.0	1561.0	1107.0	692.0
1998	2303	1800	1337	619.4	1683.6	1180.6	717.6
1999	2409	1885	1361	672.9	1736.1	1182.1	688.1
2000	2495	1889	1363	700.6	1794.4	1188.4	662.4
Reducción del déficit con cambio tecnológico para el año 2000 (%)					28.1	37.1	51.4

a. Suponiendo que existe una política normal de ventas y un leve mejoramiento de los parámetros técnicos en el resto del país.

FUENTE: Elaboración propia con base en la metodología desarrollada por Nores y Estrada descrita en el Anexo 3.

3% por año la reducción en el déficit será de 37% y si el crecimiento del ingreso es del 2% por año la reducción será de 51% (Cuadro 19).

Los aumentos de producción se deben principalmente a una mayor disponibilidad de forraje, en especial en las fases críticas, que resulta en incrementos de la natalidad, disminución de la mortalidad y mayores ganancias de peso por día que reducen la edad de sacrificio. En el Anexo 4 se presentan resultados empíricos de utilización de nueva tecnología tanto a nivel experimental como a nivel de finca.

El Caso de Colombia

En Colombia el área marginal de mayor potencial para el desarrollo ganadero son los Llanos Orientales, que tienen una extensión de aproximadamente 17 millones de hectáreas en su mayor parte en sabana natural de baja capacidad de carga y escasa calidad nutritiva. En las vegas de los ríos se encuentran formaciones de bosque de galería.

La FAO dividió el territorio de los Llanos en cuatro tipos de sabanas de acuerdo al drenaje y vegetación dominante: (a) sabana con resto de bosque, (b) sabanas secas, (c) sabanas húmedas y (d) sabanas inundables (IEC, 1975). En las dos primeras se observan bajas cargas animales debido a la baja receptividad de los pastos nativos y por las restricciones impuestas por la época de sequía. En las dos últimas existe una mayor densidad ganadera debido a la mayor oferta de forraje durante la época seca. Sin embargo, el mayor potencial de aumento de producción en base a praderas mejoradas radica en las primeras —sabanas con resto de bosque y sabanas secas— debido a la ausencia de restricciones de superficie para pastoreo durante la época húmeda y a las mayores facilidades para el movimiento y manejo de ganado.

En el interior del Llano, casi la única alternativa de producción es la ganadería; en el área de piedemonte en los últimos años se ha desarrollado una agricultura tecnificada con cultivos como arroz, algodón, sorgo, plátano y palma africana. En esta área también se efectúa la ceba de gran parte de los vacunos nacidos y levantados tanto en la región como en el interior del Llano. Los suelos de los Llanos presentan bajo nivel de fertilidad pero una buena estructura, tratándose de suelos ácidos con pH que fluctúa entre 3.8 y 5.0 y altos niveles de saturación de aluminio con niveles entre el 60 y 90%. La deficiencia de fósforo y nitrógeno es muy marcada. El sistema de producción es extensivo, como consecuencia de la dotación de factores de la región, donde la tierra es abundante y el capital y la mano de obra relativamente escasos. En gran parte de los llanos la propiedad de la tierra no está legalizada y el derecho de posesión se adquiere por la ocupación lícita. Los estimativos del inventario de la región fluctúan entre 2.5 y 3 millones de cabezas, que representan cerca del 10% del inventario total del país. Los parámetros técnicos de la ganadería de la región están a niveles muy bajos: tasa de natalidad entre 40 y 45%, capacidad de carga de sabana nativa entre 0.1 y 0.3 animales/ha, mortalidad de animales jóvenes alrededor del 10%.

Las estimaciones de oferta de carne para consumo bajo condiciones de cambio tecnológico, tanto en el área de los Llanos Orientales como en el resto del país indican que el cambio tecnológico incrementará la oferta de carne vacuna en 1.4 miles de toneladas peso carcasa en 1985, pasando a 45.9 en el año 2000 y a 138.8 mil toneladas en el año 2020; para el resto del país se asume un ligero aumento en la tasa de natalidad, la cual varía de un nivel inicial de 55 a uno final de 58%, lo anterior bajo el supuesto de una política normal de ventas (Cuadro 20). Los anteriores cambios marginales en la producción implican una tasa de crecimiento anual promedio de la producción nacional de 2.53% para el período 1985-2020 (Cuadro 21).

En términos del déficit esperado entre oferta y demanda potencial, el cambio tecnológico implica su reducción en un 9.9% si el crecimiento del ingreso real per cápita es de 2.6% por año, 12.7% si el ingreso crece a

Cuadro 20. Estimaciones del cambio marginal^a en la producción de carne vacuna, con diferentes políticas de ventas, en Colombia, 1985–2020 (miles de toneladas peso carcasa).

Año	Política de ventas ^b		
	Retención	Normal	Liquidación
1985	1.3	1.4	1.4
2000	53.1	45.9	42.4
2020	228.7	138.8	99.1

- a. Se define como cambio marginal la producción adicional por efecto del cambio tecnológico.
- b. Se denomina *política de retención* cuando en el año inicial se desecha el 13% de las vacas de cría pasando al 22% al cabo de 20 años; *política normal* cuando el desecho de vacas de cría es del 15% en el año inicial pasando al 24% al cabo de 23 años; y *política de liquidación* cuando en el primer año el desecho es del 17% pasando al 26% después de 23 años.

Cuadro 21. Estimaciones de la tasa anual de crecimiento de la producción de carne vacuna, con condiciones de cambio tecnológico y diferentes políticas de ventas, en Colombia, 1985–2020 (%).

Período	Política de ventas ^a		
	Retención	Normal	Liquidación
1985–2000	3.35	2.28	2.27
1985–2020	3.06	2.53	1.98

- a. Se denomina *política de retención* cuando en el año inicial se desecha el 13% de las vacas de cría pasando al 22% al cabo de 20 años; *política normal* cuando el desecho de vacas de cría es del 15% en el año inicial pasando al 24% al cabo de 23 años; y *política de liquidación* cuando en el primer año el desecho es del 17% pasando al 26% después de 23 años.

razón de 2.0% por año y 21.7% si el crecimiento anual del ingreso es de 1.0%, todo lo anterior bajo el supuesto de una política normal de ventas (Cuadro 22). En el área de los Llanos el cambio tecnológico implica una tasa anual de crecimiento promedio de la producción de 4.1% en el período 1985-2020, igualmente bajo el supuesto de una política normal de ventas (Cuadro 23). Debe tenerse en cuenta que estas proyecciones sólo incluyen el efecto del cambio tecnológico en los Llanos Orientales, que albergan el 10% del inventario ganadero de Colombia. Se ignoran los posibles cambios tecnológicos en el resto del país, que de producirse permitirían reducir aún más la brecha.

Para el caso concreto de esta nueva tecnología de pastos, aún no se conoce el grado de adaptación y rendimiento económico de las nuevas especies, desarrolladas para suelos ácidos e infértiles, en otras zonas

Cuadro 22. Estimaciones del déficit entre oferta y demanda potencial de carne vacuna bajo condiciones de cambio tecnológico, en Colombia, 1985-2000 (miles de toneladas peso carcasa).

Año	Déficit sin cambio tecnológico con un crecimiento del ingreso del			Cambio marginal en la producción por efecto del cambio tecnológico ^a	Déficit con cambio tecnológico con un crecimiento del ingreso del		
	1.0%	2.0%	2.6%		1.0%	2.0%	2.6%
1985	112	140	157	1.4	110.6	138.6	155.6
1986	89	123	143	2.3	86.7	120.7	140.7
1987	65	105	130	3.8	61.2	101.2	126.2
1988	74	121	149	5.6	68.4	115.4	143.4
1989	117	169	202	8.3	108.7	160.7	193.7
1990	160	219	257	11.1	148.9	207.9	245.9
1991	170	237	280	14.0	156.0	223.0	226.0
1992	156	232	281	17.8	138.2	214.2	263.2
1993	127	209	263	21.3	105.7	187.7	241.7
1994	138	230	289	24.9	113.1	205.1	264.1
1995	182	282	347	29.3	152.7	252.7	317.7
1996	227	337	408	32.4	194.6	304.6	375.6
1997	238	357	435	37.1	200.9	319.9	397.9
1998	217	347	432	40.4	176.6	306.6	391.6
1999	297	337	430	43.9	153.1	293.1	386.1
2000	211	362	462	45.9	165.1	316.1	416.1
Reducción del déficit con cambio tecnológico para el año 2000 (%)					21.7	12.7	9.9

a. Se supone que existe una política normal de ventas y un leve mejoramiento de los parámetros técnicos en el resto del país.

FUENTE: Elaboración propia con base en la metodología desarrollada por Nores y Estrada descrita en el Anexo 3.

Cuadro 23. Tasas de crecimiento de la producción de carne vacuna para consumo con condiciones de cambio tecnológico y diferentes políticas de ventas, en los Llanos Orientales, Colombia, 1958-2020 (%).

Período	Política de ventas ^a		
	Retención	Normal	Liquidación
1985-2000	6.03	5.14	4.67
1985-2020	4.98	4.10	3.28

a. Se denomina *política de retención* cuando en el año inicial se desecha el 13% de las vacas de cría pasando al 22% al cabo de 20 años; *política normal* cuando el desecho de vacas de cría es del 15% en el año inicial pasando al 24% al cabo de 23 años; y *política de liquidación* cuando en el primer año el desecho es del 17% pasando al 26% después de 23 años.

ganaderas del país no marginales. Es posible que en esas regiones estas nuevas especies no tengan ventajas apreciables sobre las especies actualmente en uso.

El Caso de Paraguay

En Paraguay la superficie destinada a ganadería se estima en 17.2 millones de hectáreas con un inventario ganadero de 5.2 millones de cabezas. En el país hay dos grandes regiones geográficas productoras de carne vacuna: la región oriental, que tiene el 40.1% de la superficie de pastoreo y el 57.6% de la población ganadera, y la región occidental (Chaco) que posee el área y población ganadera restantes.

En las dos regiones la producción forrajera presenta amplias variaciones estacionales como consecuencia de sequías prolongadas, en algunos casos, y, en otros, por excesiva precipitación.

Según estimaciones del Fondo Ganadero del Paraguay, en 1979, en la región oriental, la tasa de marcación de terneros (relación entre terneros destetados y número de vacas de cría) era de 42.8%, la mortalidad de los mismos de 4.2% y la capacidad de carga promedio de 2.5 ha/UA (Banco Central del Paraguay, 1981). La región occidental en el mismo año presentaba una tasa de marcación de 37.8%, una mortalidad de terneros de 4.6% y la capacidad de carga estaba en 5.4 ha/UA. Se pueden apreciar las diferencias entre las dos regiones, especialmente en lo referente a capacidad de carga de los pastos.

Paraguay no dispone de áreas marginales para utilización en ganadería, como en los casos de Colombia y Brasil. Por esta razón la estrategia de desarrollo ganadero del país se orienta hacia la intensificación de la producción en las áreas actualmente ocupadas por la ganadería.

El Fondo Ganadero trabaja con un paquete tecnológico que incluye una amplia gama de prácticas: (a) empleo de praderas mejoradas, (b) incorporación progresiva de mayor infraestructura física, (c) mejoramiento genético, (d) manejo y (e) planes sanitarios. El principal énfasis está en la utilización de praderas mejoradas. De acuerdo a las proyecciones del Fondo, en la región oriental se espera pasar de una capacidad de carga actual de 2.5 a 1.7 ha/UA en el lapso de 10 años, mientras que en la región occidental esperan aumentar la capacidad de carga de 5.4 a 3.7 ha/UA.

Utilizando un modelo de desarrollo del hato, alimentado alternativamente con los parámetros de la tecnología tradicional y con los de la tecnología mejorada, el Fondo Ganadero estima que bajo condiciones de nueva tecnología, la producción en la región oriental pasará de 303 a 584 mil cabezas para consumo al cabo de 10 años, implicando un crecimiento del 6.8% anual (Banco Central del Paraguay, 1981). Para la región occidental las estimaciones muestran que la producción pasará de 233 mil cabezas en el año inicial a 415 mil en el final, determinando una tasa anual de crecimiento de la producción de 5.9%. Las tasas de crecimiento

estimadas bajo condiciones de cambio tecnológico cubren ampliamente el crecimiento de la demanda potencial (3.8%) y permitirían fortificar la posición exportadora del país (CIAT, 1981b).

Rentabilidad de la Tecnología Mejorada

El cambio tecnológico propuesto, las pasturas mejoradas, lleva a un aumento sustancial de la producción por unidad animal y por hectárea con miras a reducir el costo de producción, asociado a una disminución proporcional de los costos causados por el uso de insumos y del capital en ganado necesario, pues permite utilizar mayor volumen de forraje de mejor calidad. La rentabilidad de esta intensificación es función de las relaciones de precios insumo/producto y de la disponibilidad relativa de los factores de producción: tierra, capital, mano de obra y administración. Los precios bajos o fluctuantes (ciclo ganadero, cuyo análisis se hace en el capítulo correspondiente a las restricciones al cambio tecnológico) tienden a desalentar la inversión en praderas mejoradas.

La experiencia de los países con fuertes ciclos ganaderos (Argentina, Uruguay, Brasil y Colombia) sugiere que la inestabilidad de precios es un factor limitante para la adopción de tecnología mejorada que involucre aumento de las inversiones. Debido a ello resulta muy importante el nivel de precios para tornar económicamente viable la adopción de la tecnología mejorada. En esto radica la sensibilidad del proceso a la política pecuaria aplicada. Esta sensibilidad es adicionalmente explicada por la mayor importancia relativa de los costos variables en la tecnología mejorada. Cuando el precio del producto no cubre los costos variables resulta económico no producir. Este punto se alcanza a precios más altos con la tecnología mejorada debido a sus mayores costos variables.

La ganadería tradicional se caracteriza por una rentabilidad real total muy baja, debido a su bajo riesgo, alta proporción de la inversión total en tierra, siendo ésta un bien que sufre una valorización real debido a la inelasticidad de su oferta. Esta atractividad de la tierra como inversión es particularmente pronunciada en economías inflacionarias donde aumenta el valor de la tierra y consecuentemente se reduce aún más la rentabilidad inmediata o de corto plazo de la ganadería pues para este cálculo se excluye la valorización de la tierra. Para evaluar los cambios tecnológicos en ganadería bajo estas condiciones, la rentabilidad total de la empresa no es un criterio adecuado. La nueva tecnología, que fundamentalmente implica inversiones en pastos, ganado y manejo, tiene un mayor riesgo que la tecnología tradicional. El criterio apropiado es la rentabilidad marginal de la inversión, pues esta inversión compite con otras actividades del empresario dentro y fuera del sector agropecuario.

Para obtener los beneficios de la nueva tecnología es necesario un mejor manejo empresarial. Para atraer capacidad empresarial al sistema

de producción es necesaria una elevada rentabilidad marginal así como un ingreso marginal importante en términos absolutos. Esto implica que la tecnología no es neutral en cuanto al tamaño de explotación. Dentro de un mismo sistema de producción (por ejemplo cría) es de prever una mayor adopción en fincas medianas a grandes en primera instancia. Estas fincas experimentan con la nueva tecnología y por un proceso de "prueba y error" determinan el manejo apropiado de los pastos mejorados para el sistema de producción específico y para las condiciones de cada finca. Este conocimiento es difundido en la región y gradualmente la tecnología es adoptada por fincas menores. Este proceso de adopción diferencial según tamaño de finca ha sido observado empíricamente para el caso de las nuevas variedades de trigo y arroz en Asia.

Actualmente se dispone de muy limitada información ex-post sobre la rentabilidad de la nueva tecnología. Simulaciones ex-ante basadas en resultados experimentales de ICA y CIAT indican una rentabilidad total de 7 y 9% real anual de sistemas tradicionales de ciclo completo en el Llano Colombiano.

La rentabilidad marginal real de mejoramientos de pastos es de 10-18% anual, variando sustancialmente entre actividades (ceba 20%, cría 12%). Estos niveles de rentabilidad son muy sensibles a la duración efectiva de la pradera, al porcentaje del área total con pradera mejorada y a la relación de precios insumo/producto. En regiones de sólo cría y levante se han obtenido rentabilidades marginales superiores al 12% cuando se usa la pradera mejorada en porcentajes no superiores al 10% del área total, para complementar la sabana natural en las épocas críticas. Las rentabilidades más altas (total y marginal, 14 y 20% respectivamente) se logran cuando se considera la posibilidad de producir leche con animales de doble propósito, aún a bajos niveles de producción por vaca en lactancia (300-400 litros/lactancia). En Brasil, la rentabilidad marginal de la inversión en pastos mejorados es similar (CIAT, 1981a). La mayor disponibilidad de crédito y sus tasas de interés preferenciales así como la existencia de alternativas de producción de cultivos hacen más atractiva la tecnología de pastos en este país.

En el Anexo 4 aparecen algunos resultados técnicos y económicos de la nueva tecnología, tanto a nivel experimental como a nivel de finca.

Restricciones al Cambio Tecnológico en la Ganadería Tropical: la Política Económica y el Ciclo Ganadero

Los Precios y la Producción Ganadera

El productor de ganado tiene dos datos que determinan principalmente su política de ventas: el precio actual del kilo vivo de carne y sus expectativas sobre la evolución futura del mismo. Con base en estos datos el productor puede retener o vender sus animales. Esto hace que el ganado —especialmente las hembras— sean al mismo tiempo un bien final o un bien intermedio, dependiendo ello de la decisión del productor. Esta característica económica de la producción ganadera, que hace que toda venta tenga como alternativa la inversión y viceversa, determina el carácter cíclico de la oferta. En efecto, cuando el precio sube, el productor no aumenta la oferta si piensa que esa alza se va a mantener. Incluso puede reducir la oferta, reteniendo vientres para aumentar así su "capacidad instalada" para producir novillos. Existe además otro factor determinante del ciclo: la decisión de invertir en vientres produce resultados (un novillo gordo), años después de tomada, cuando las condiciones económicas seguramente han cambiado. Si el país es exportador, como el caso de Uruguay y Argentina, las posibilidades de regular el precio y el ciclo son limitadas.

Prácticamente todos los mercados importantes (la Comunidad Económica Europea y los Estados Unidos), "exportan" su ciclo ganadero a través de recargos variables o de cuotas a las importaciones. La CEE ha pasado de importador neto de casi un millón de toneladas a exportador de 500-600 mil toneladas a precios fuertemente subsidiados. Si a este mercado internacional dominado por el proteccionismo agrícola y el "dumping" comercial de los países industriales, se le agregan las fluctuaciones de las políticas cambiarias internas de los países exportado-

res del Cono Sur, los productores enfrentan una vulnerabilidad mayor, pues las fluctuaciones de precios son más difíciles de predecir que en la generalidad de los países latinoamericanos. Esta situación se ilustra claramente en las Figuras 6, 7 y 8, donde se observa que el ciclo ganadero de los países exportadores a la CEE (Argentina, Uruguay) ha sido más intenso que el de Centroamérica que ha exportado a un mercado más estable². El efecto neto ha sido una mayor tasa de crecimiento de la producción en Centroamérica respecto a las de Argentina y Uruguay, como consecuencia de la reducción del riesgo económico al existir una mayor estabilidad de los precios.

Desde el punto de vista del cambio tecnológico y la ocupación de las tierras ácidas e infértiles del trópico bajo, el análisis del ciclo ganadero y las políticas económicas que buscan atenuar su efecto, es vital. Un análisis de estos ciclos para Colombia y Brasil aparece en el Anexo 2. Un período descendente del ciclo de precios y liquidación de stock puede durar varios años y si éste coincide con la iniciación de la aplicación de tecnología mejorada, los productores que la adoptaron hallarán que la rentabilidad de los establecimientos tradicionales superará la que ellos mismos han obtenido, lo cual puede afectar seriamente un programa de cambio tecnológico.

Todos los países con ganadería vacuna de la región sufren las consecuencias del ciclo ganadero. Las políticas anticíclicas han sido variadas y a veces buscaron objetivos múltiples, por ejemplo introducción de nuevas tecnologías. En relación al ciclo su objetivo ha sido: (a) evitar las alzas bruscas de precios que afectan a los consumidores y (b) apoyar a los productores en la época de bajas de precios. Los mecanismos para contener las alzas de precios han sido en general el control de los mismos o vedas al consumo. La ayuda a los productores se ha canalizado a través de políticas de:

1. créditos preferenciales para estimular, por ejemplo, la retención de vientres o para favorecer la implantación de nueva tecnología.
2. políticas impositivas, incluyendo desgravaciones, tendientes a estimular el uso productivo de los campos de pastoreo o solucionar las dificultades financieras de los productores con el fin de atenuar el proceso de liquidación del stock.
3. políticas de fomento a la exportación a través de reembolsos o de reintegros impositivos y de vedas al consumo interno.
4. políticas de control de la faena, gravando o restringiendo en diversos grados la faena de vientres en período de liquidación.
5. subsidiando insumos tales como fertilizantes.

2. En 1980, los Estados Unidos modificaron su política de cupos de importación de carne, los cuales disminuyen en casos de exceso de oferta interna y viceversa. Esto ha repercutido desfavorablemente en los países centroamericanos en la medida en que han recibido el impacto del ciclo interno de los Estados Unidos.

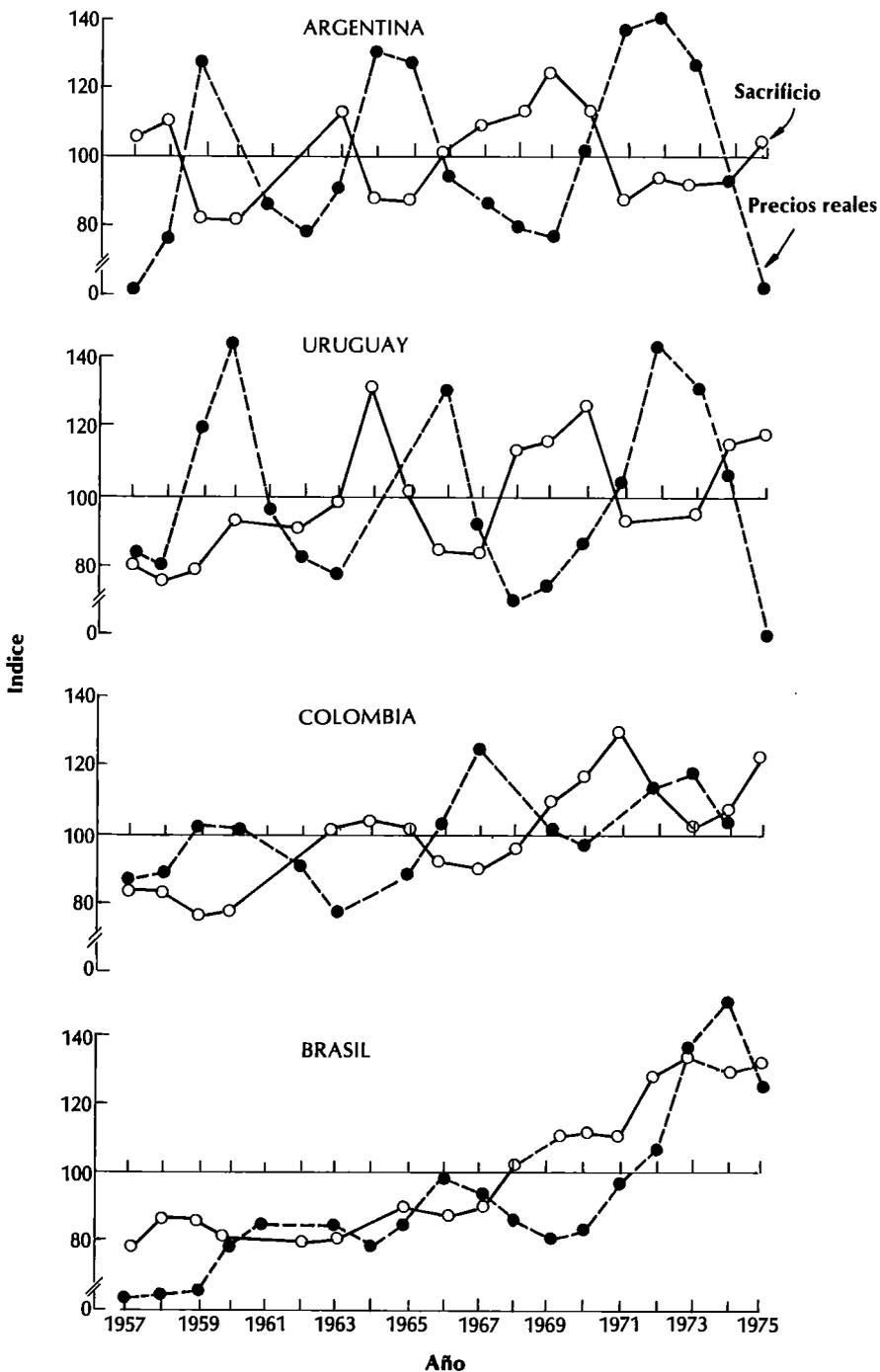
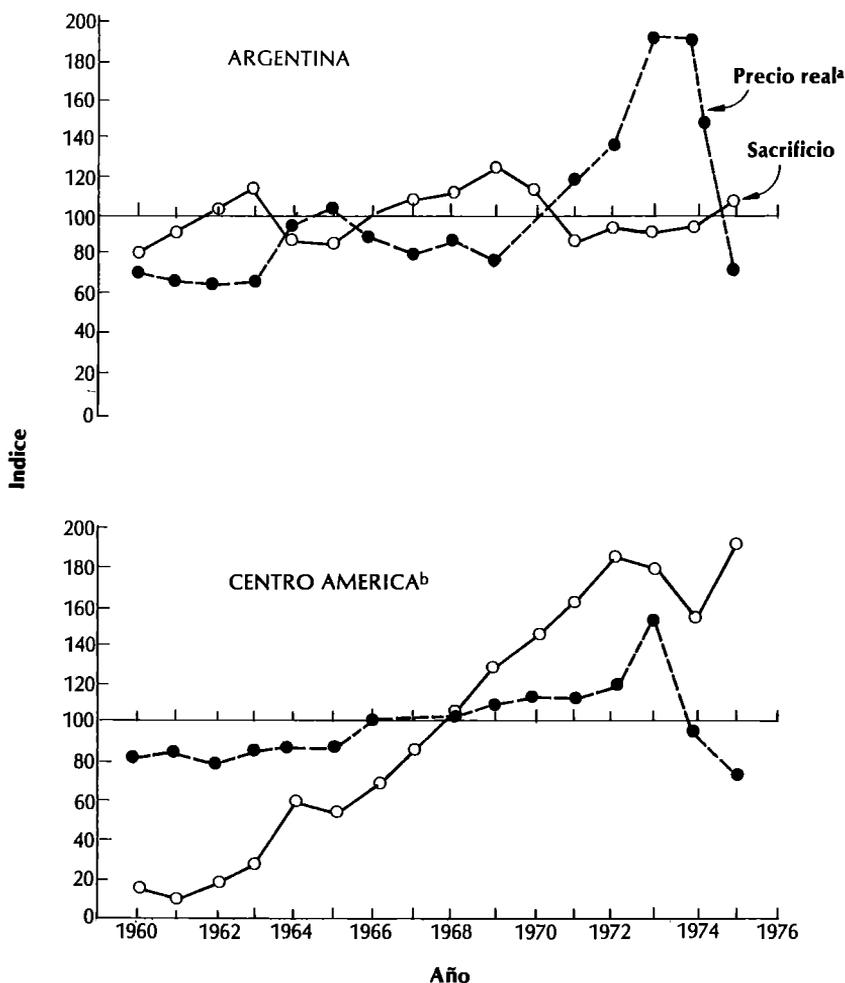


Figura 6. Índices de sacrificio y precios reales de carne en países seleccionados de América Latina (1957-1975 = 100).

FUENTE: Rivas y Nores, 1979.

Además de la anterior enumeración en algunos países se ha discutido, sin concretarla, la constitución de un Fondo de Estabilización de Precios que obtenga recursos en la época de subida de precios y los desembolse en la época de baja, buscando un precio de equilibrio estable que se mueva según la tendencia a largo plazo del precio de la carne.

La política ganadera no puede quedar separada de la política económica general. En América Latina, ésta última ha sufrido un notable



a. Deflactado, índice de precios al por mayor en Estados Unidos.

b. Incluye a: Guatemala, Honduras, Nicaragua y Costa Rica.

Figura 7. Índices de sacrificio y del precio real de exportación en Argentina y Centroamérica (1960-1975 = 100).

FUENTE: Rivas y Nores, 1979.

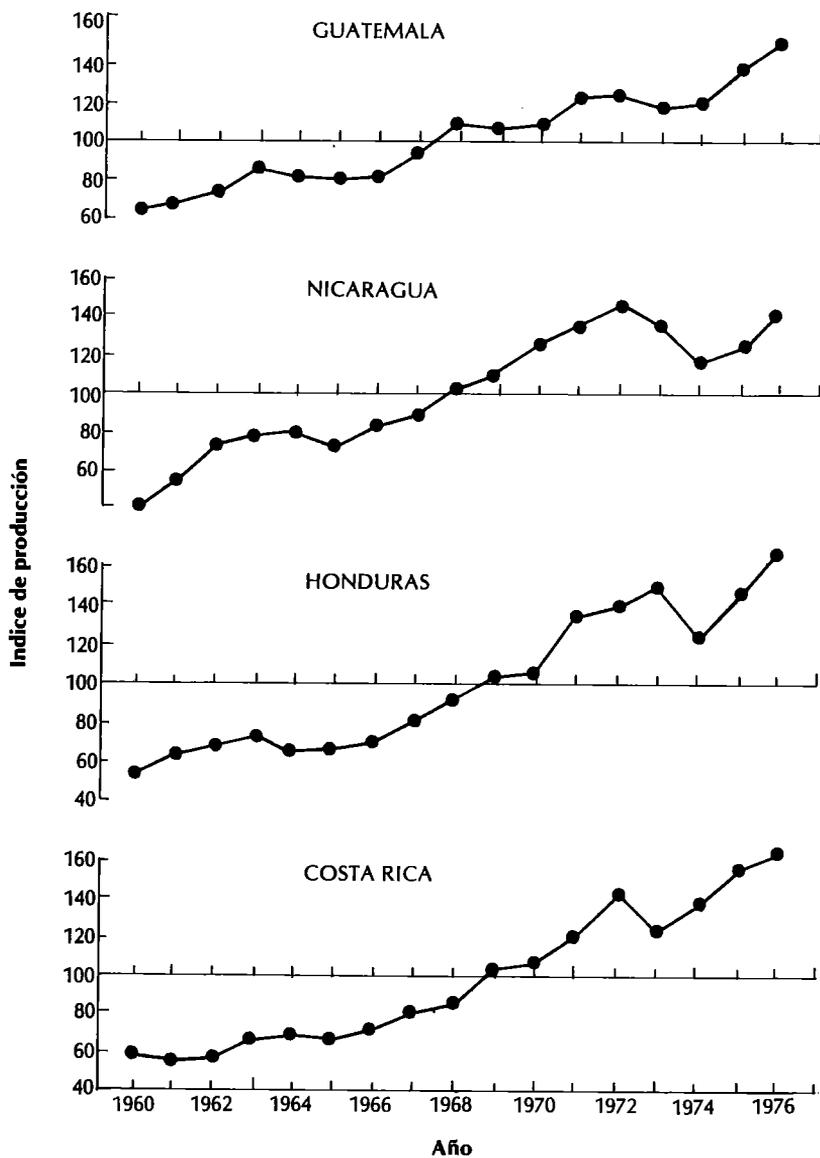


Figura 8. *Índice de producción de carne en países seleccionados de Centroamérica (1960-1976 = 100).*

FUENTE: Rivas y Nores, 1979.

cambio en la última década que replanteó la importancia del sector agrícola y su desarrollo frente al del sector industrial. Sin embargo, subsisten en la región dos aproximaciones de política económica diferentes: la primera, admite la existencia de controles económicos gubernamentales sobre variables como precios, tasas de interés, manejo de empresas, exportación e importación, etc. La segunda aplica un modelo de libre empresa y reduce al mínimo la intervención estatal. La política ganadera será muy diferente en un caso o en otro. En Chile, por ejemplo, la erradicación de la fiebre aftosa alentó al sector privado y al gobierno a pensar en la exportación. Sin embargo, el análisis realizado por FAO/-CIAT consideró que las posibilidades de este país de convertirse en un exportador estable son escasas: (a) usando diversas combinaciones de crecimiento de la oferta y la demanda, todas ellas mostraron un déficit para el año 2000 y (b) en el contexto de la política de economía social de mercado, no existe en ese país un régimen de control sanitario a nivel gobierno, ni una infraestructura industrial de exportación a nivel privado, ni precios competitivos del ganado. Revertir esa serie de factores negativos, requeriría o un cambio tecnológico importante o la aplicación de una política económica diferente que elimine el alto riesgo de invertir en plantas frigoríficas sin tener asegurados ni siquiera excedentes exportables, como tampoco precios internacionalmente competitivos y seguridad de acceso a mercados sanitariamente muy exigentes no solo en lo que se refiere a fiebre aftosa sino también tuberculosis e higiene industrial.

En el punto siguiente se describe el caso de Uruguay como un ejemplo de la interacción entre políticas económicas, cambio tecnológico y desarrollo ganadero.

El Caso de Uruguay

Desde principios del siglo, Uruguay se distinguió por su estabilidad, bonanza económica y su sistema de seguridad social que igualaba los mejores del mundo. A principios de la década del sesenta, la situación de bonanza había cambiado pero el país continuaba con la política de sobreprotección a un sector industrial ineficiente y con un sector servicios de gran tamaño, en especial en el subsector público; en el campo agropecuario, el subsector ganadero, del cual dependía el resto de la economía, permanecía estancado. Entonces se inició un proceso de cambio tecnológico en la ganadería: en 1967 (Banco Mundial, 1967), la opinión de expertos nacionales e internacionales, con un optimismo excesivo, era que con la difusión de la tecnología de pastos mejorados basada en parte en la de Nueva Zelanda, se podría obtener para 1973 que un 50% de los pastos naturales del Uruguay estuvieran convertidos en praderas mejoradas. Debe tenerse en cuenta que el Uruguay es un país eminentemente agropecuario, pero con gran concentración urbana especialmente en la ciudad de Montevideo, con tierras de calidad

mediana más aptas para la ganadería que para los cultivos, con excepción de la franja costera próxima al Río Uruguay. Como se señalaba anteriormente, a principios de la década del sesenta se inició en Uruguay un plan de desarrollo ganadero —Plan Agropecuario— que consistía en un plan de crédito supervisado financiado conjuntamente por el Gobierno uruguayo y el Banco Mundial. Desde el punto de vista técnico el Plan Agropecuario contaba con todas las herramientas para un éxito en sus objetivos. Sin embargo en 1978, once años después de iniciado el Plan resultaba claro que no se habían alcanzado las metas prefijadas y que por el contrario la máxima proporción de pasturas mejoradas que se alcanzó fue del 10%, con una tendencia a declinar ese porcentaje a niveles del 5-6%. Por otro lado, se observó una mayor adopción de las técnicas menos intensivas: el mejoramiento del campo natural en lugar de la suplantación del pasto natural por praderas mejoradas. La diferencia tan abismal entre metas y resultados del cambio tecnológico reconoce dos explicaciones. Primero, la nueva tecnología implicaba un incremento del riesgo, más que proporcional, a medida que era mayor el área de pasturas utilizadas que no era compensada por un aumento apropiado de los ingresos, de acuerdo con la función de utilidad de los productores. Segundo, el productor ganadero tradicional dominaba la técnica del pastoreo y no estaba preparado para aplicar técnicas agrónomicas necesarias para la implantación de praderas mejoradas.

En 1978 se consideró que la limitada adopción de la nueva tecnología se debía también en parte a las políticas económicas que Uruguay había venido sosteniendo desde hacía mucho tiempo y que tenían por objeto transferir recursos del sector pecuario hacia los sectores industrial y de servicios (Gutiérrez et al., 1979). Esta transferencia se concretaba a través de diversas vías: (a) política de control de precios que fijaba el precio de la carne vacuna para consumo interno por debajo del precio de equilibrio de mercado; (b) política fiscal que hacía recaer sobre el sector agropecuario el grueso de la carga impositiva; y (c) política de protección a la industria nacional que generaba insumos caros para el sector agropecuario. Como consecuencia de estas políticas, el Valor Bruto de la Producción de carne vacuna se mantuvo prácticamente estancado durante el período 1965-1979; en 1970 el índice de la Producción Bruta con base 1965 = 100 alcanzó un máximo de 135 y luego de ello fue oscilando hasta un valor de 109 en 1979. Dado que la frontera agrícola en Uruguay había alcanzado hacía tiempo su límite máximo, la única manera de aumentar la producción era a través de un incremento de los rendimientos, estancados desde los años 50.

En Agosto de 1978, el gobierno lanzó un paquete de medidas económicas que buscaban revertir la situación adversa del sector agropecuario. Básicamente incluían:

1. liberación de los precios de la carne vacuna;
2. supresión de los controles que regían el abastecimiento de carne a las principales ciudades (Montevideo y Canelones);

3. cierre de las plantas frigoríficas estatales que operaban con fuertes déficits financieros;
4. autorización a los mataderos a participar en el abastecimiento de la ciudad de Montevideo, en libre competencia con los frigoríficos.

En Octubre de 1981, el análisis de los resultados de las medidas de Agosto, no era alentador: en primer lugar, no se había logrado un aumento sostenido de la producción y los rendimientos. En segundo lugar, los productores ganaderos afrontaban una seria situación de endeudamiento a altas tasas reales de interés con la banca privada, luego de haber estado acostumbrados a operar con tasas subsidiadas por el Gobierno a través de la banca oficial.

Para entender lo ocurrido es necesario detallar algo más el desarrollo de ese proceso: la primera etapa de liberalización de la política ganadera generó un fuerte aumento de la inversión en animales y mejoras de los campos por parte de los productores. Para ello acudieron a la banca privada la que pasó a ser la principal prestamista a expensas de la disminución de la participación de la banca oficial (Cuadro 24). Este aumento de la inversión coincidió con un aumento de los precios internacionales que aceleró aún más el alza interna de los precios. El

Cuadro 24. Sector Pecuario — Valor agregado bruto (VAB) y crédito otorgado por la banca privada y oficial, en el sector pecuario del Uruguay, 1975-1980 (miles de pesos nuevos).

Año	Valor agregado bruto a costos de factores	Crédito por fuentes de financiamiento ^a			($\frac{\text{crédito}}{\text{VAB}}$)100
		Banca privada	BROU y plan agropecuario	Total	
1975	529012	99520 (49.56)	101271 (50.44)	200791 (100.00)	37.95
1976	759650	181024 (52.83)	161629 (47.17)	342653 (100.00)	45.10
1977	1555704	424055 (61.20)	268896 (38.80)	692951 (100.00)	45.18
1978	2018494	1001400 (70.78)	413398 (29.22)	1414798 (100.00)	70.09
1979	4678030	3307197 (74.91)	1107431 (25.09)	4414628 (100.00)	94.36
1980		5570157 (80.47)	1352008 (19.53)	6922165 (100.00)	

a. Distribución porcentual en paréntesis.

FUENTE: Oficina de Política y Programación Agropecuaria (OPYPA). (Recopilado por misión de la FAO (RLAT)/CIAT.)

gobierno intervino entonces controlando de hecho el precio del novillo en pie para detener la inflación interna. Aunque esta intervención ha sido señalada como una de las causales del deterioro ganadero posterior, cabe preguntarse si una continuación del alza de precios no hubiese sino acentuado la intensidad del ciclo: en efecto, la baja de los precios internacionales producida en 1979, junto con una sobreoferta de animales generada por el auge de 1978, produjo una fuerte reversión del ciclo ascendente de los precios. Los productores se encontraron ante una difícil situación financiera, en donde las deudas contraídas eran mayores en muchos casos que el valor de sus activos, especialmente para el caso del ganado.

La crisis que se ha extendido a lo largo de 1981 ha llevado a que la deuda del sector pecuario en 1979-1980 haya sido casi igual al Valor Agregado Bruto del sector. El interrogante que abre este proceso económico-político no es fácil de resolver: ¿Debe el Estado acudir en ayuda de los productores a quienes alentó a invertir o considerar que éstos deben soportar por sí solos el costo de sus decisiones empresariales? ¿Cómo compatibilizar la política cambiaria que ha retrasado el aumento del tipo de cambio respecto a la inflación (Figura 9) con los intereses de un sector productivo ligado a la exportación?

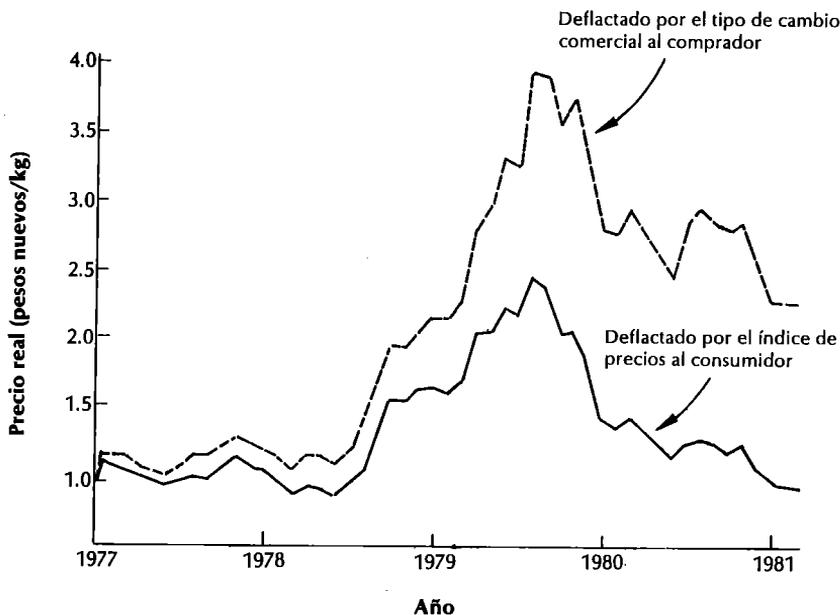


Figura 9. Precio real de novillos en frigoríficos en Uruguay, 1977-1981 (1977 = 100).

FUENTE: OPYPA, 1981

La respuesta a estas preguntas va más allá de la política ganadera y del marco de este estudio. No obstante, es interesante mencionar una solución propuesta y discutida en Uruguay a alto nivel gubernamental en 1978: la posibilidad de crear un Fondo de Estabilización de Precios. Esta propuesta del Fondo de Estabilización también se ha propuesto en Colombia a través de la transformación de COMEGAN (Compañía de Mercadeo de Ganado y Carne S.A.) en una Sociedad de Comercialización Internacional, la cual tendría a su cargo, según planes del gobierno colombiano, la exportación de un excedente que, ellos estiman, puede fluctuar entre 100 y 200 mil toneladas de carne por año. La creación de fondos de estabilización o de exportación plantea problemas serios de manejo, los cuales si bien no son insolubles, han demorado o diferido la creación de los mismos.

La conclusión que se extrae del caso de Uruguay, como ejemplo de lo ocurrido en otros países de la región, es que el cambio tecnológico debe estar acompañado de una política económica y ganadera que incentive la adopción de la nueva tecnología. El crédito orientado o supervisado que incluya un período de gracia de varios años constituye una medida sobre la cual ya existe experiencia de organismos financieros nacionales e internacionales, en varios países de la región (Argentina, Uruguay, Paraguay, México, Colombia, Brasil, Panamá, Honduras, Nicaragua, Bolivia, etc.). Complementando una política crediticia, se puede desarrollar una política impositiva y, lo que es más complicado, una política de precios que suavice el ciclo sin distorsionar la tendencia a largo plazo del precio de la carne. Aún cuando la producción ganadera de América Tropical tendrá, según este estudio, como principal objetivo el cubrir la brecha generada por la demanda insatisfecha, también se pueden considerar políticas de defensa del precio de exportación a través de la negociación internacional y/o de acuerdos de abastecimiento con países deficitarios de la región (en el marco de la Cooperación Económica entre Países en Desarrollo [CEPD], la cual está siendo impulsada activamente por la FAO³). Como última etapa de una política ganadera para el trópico, y luego de adquirir la experiencia necesaria, que hasta ahora no existe, puede pensarse en la creación de fondos de estabilización de precios.

3. Ver: (i) FAO. Grupo Intergubernamental sobre la Carne, Comercio de Ganado y Carne entre Países en Desarrollo. CCP:ME 83/4 Noviembre 1982. (ii) FAO-RLAT. Consulta de Expertos sobre Comercio de Productos Básicos, especialmente ganado y carnes dentro del marco de la CEPD. Documento sobre asuntos críticos para discusión (Julio 1983).

Limitaciones del Estudio

El presente estudio tiene varias limitaciones de orden metodológico y de información, las cuales se detallan a continuación.

Estimaciones de Demanda

Las estimaciones de la demanda se elaboraron asumiendo diferentes hipótesis respecto al crecimiento futuro del ingreso real per cápita; en todas las estimaciones de demanda de un determinado país, se empleó el mismo coeficiente de elasticidad ingreso. Se sabe que el valor de la elasticidad ingreso decrece cuando el ingreso se incrementa, lo que implica que al asumir tasas de crecimiento de ingreso mayores, deben asumirse elasticidades de ingreso menores. Emplear elasticidades-ingreso constantes determina, en algunos casos, una sobrestimación de la demanda potencial y en consecuencia de la brecha proyectada. Esta dificultad es difícil superar, puesto que las estimaciones disponibles sobre elasticidades-ingreso son escasas, referidas a determinados momentos en el tiempo y elaboradas bajo diferentes enfoques metodológicos.

Las elasticidades-ingreso usadas son estimadas por FAO (1971) teniéndose la seguridad de que son elaboradas sobre la misma base metodológica para todos los países. No existen suficientes elementos de juicio como para especular sobre las variaciones de las elasticidades ante cambios del ingreso: éste es un problema de orden estrictamente empírico que está fuera del marco de este estudio.

Estimaciones de Oferta

Las estimaciones de oferta se elaboraron empleando técnicas de simulación, en razón de que la tecnología diseñada se encuentra en sus prime-

ras fases de adopción y por el momento no existe suficiente información sobre el proceso de adopción y sus resultados a nivel de finca.

El impacto del cambio tecnológico se evalúa para zonas marginales de suelos ácidos e infértiles, en algunos países de América Latina. Para el resto de las zonas ganaderas de los países analizados se asumen pequeños cambios en sus parámetros técnicos a través del tiempo. Aún no se conoce el grado de respuesta en el resto de zonas, del germoplasma adaptado a las áreas ácidas e infértiles, las cuales están actualmente ocupadas por la ganadería y presentan suelos de características más favorables para la producción de pastos. En el momento no es posible cuantificar el impacto que podría tener esta tecnología en áreas no marginales y un cambio técnico en esas regiones podría ser de naturaleza diferente.

Las estimaciones de producción, desde el punto de vista estrictamente teórico, no pueden tomarse como funciones de oferta, puesto que en ellas no se consideran los precios; simplemente se asume que los precios vigentes en determinado momento del tiempo permitirán alcanzar ciertos niveles de producción dados.

Existen enfoques metodológicos alternativos para la estimación de funciones de oferta agregadas: uno sería el ajuste de funciones de producción por tamaño de explotación, otro sería el desarrollo de modelos de programación lineal para fincas de diferentes tamaños y dotación de factores, parametrizando precios y determinando diferentes volúmenes de producción según distintos niveles de precios. El primer enfoque sería positivo, el segundo más normativo⁴. La oferta total agregada sería la suma ponderada según la participación de cada estrato de finca en la oferta total.

Los modelos de estimación utilizados son estáticos y no simultáneos. Las estimaciones de oferta y demanda fueron independientes. Una alternativa sería la utilización de modelos de equilibrio dinámico, donde ofertas y demandas se determinen conjuntamente, de tal manera que el nivel de equilibrio de un año dado dependa del nivel de las variables en el punto de equilibrio del período anterior.

4. El enfoque normativo indica en qué dirección debemos movernos para llegar al óptimo económico y se relaciona con la programación lineal. El enfoque positivo ayuda simplemente a analizar la situación existente y está más relacionado con el enfoque de funciones de producción. Por ejemplo, el primero busca la "finca óptima" y el segundo la "finca típica" existente.

Resumen y Conclusiones

Las estimaciones elaboradas permiten concluir que en América Latina, principalmente en el área tropical, existe un gran potencial de demanda de carne vacuna y productos lácteos, determinado en alto grado por las elevadas tasas de crecimiento de la población y los valores de elasticidad—ingreso de la demanda relativamente altos. Esto significa que el cambio tecnológico tiene un gran contenido social al estar destinado el aumento de producción a satisfacer la demanda de un "bien salario" como se ha mostrado que es la carne vacuna en América Latina.

El lento crecimiento de producción originado en el estancamiento tecnológico del sector ganadero, asociado al alto potencial de demanda, se traducirá en el futuro en alzas de los precios reales a nivel consumidor. Las tendencias alcistas en los precios reales de carne y leche se observan ya en muchos países, aunque la presión de demanda ha sido aliviada en parte por el desarrollo tecnológico experimentado por la avicultura que ha posibilitado bajas en los precios reales de carne de ave y huevos. En el caso de otros sustitutos, cerdo por ejemplo, las tendencias en sus precios reales han sido crecientes, lo cual indica que el cambio tecnológico ocurrido en esa industria no alcanzó a satisfacer la demanda creciente y a reducir los costos de producción (Nores y Gómez, 1979).

No cabe esperar un proceso acelerado de sustitución de carne vacuna por otras carnes por razones de la relativa rigidez de los patrones de consumo y de la estructura de costos en las industrias productoras de sustitutos. A pesar del desarrollo tecnológico alcanzado por la avicultura, su crecimiento futuro dependerá en gran medida de la evolución de los precios de sorgo, maíz, soya y tortas oleaginosas.

Las amplias áreas de sabanas y, en alguna medida, de bosques de

América Latina que en la actualidad están subutilizadas o no utilizadas, aparecen como una alternativa viable para ayudar a resolver el problema alimenticio de la región, de dos maneras complementarias: (a) por liberación de tierras aptas para cultivos que actualmente se emplean en ganadería y (b) aumentando la producción de carne y eventualmente de productos lácteos y cultivos adaptados a dichas regiones.

Las estimaciones del impacto del cambio tecnológico, en términos de producción para consumo, varían ampliamente de país a país dependiendo del volumen del inventario ganadero existente actualmente en las áreas marginales que se desea desarrollar. En el área de Cerrado en Brasil, se localiza aproximadamente el 37% del inventario del país, en tanto que en los Llanos de Colombia sólo se encuentra el 10% del inventario total del país. Por esta causa el cambio tecnológico en Brasil tiene un impacto potencial mucho mayor que en Colombia.

Se considera también que es de gran prioridad apoyar la investigación y difusión de tecnología mejorada. Los programas nacionales colaborativos deben ser fuertes, ya que los esfuerzos cooperativos generan economías de escala en la investigación.

El éxito de la tecnología mejorada dependerá también de una adecuada infraestructura de comercialización, desde el productor al consumidor urbano. Este punto es especialmente relevante para el trópico latinoamericano, en especial en sus áreas más marginales.

La política de ventas jugará un papel importante en el impacto del cambio tecnológico sobre la producción para consumo, en el largo plazo. El que los productores decidan incrementar un hato desechando la alternativa de vender ganado, dependerá en gran medida del nivel y estabilidad de la rentabilidad de la nueva tecnología. Esta a su vez dependerá de la política económica desarrollada por cada país, particularmente en relación con precios y ciclo ganadero, lo cual es función de las metas y objetivos nacionales.

La conclusión extraída para Uruguay, y aplicable a otros países, es que el cambio tecnológico debe estar acompañado de una política económica y ganadera que incentive la adopción de la nueva tecnología. Se debe implementar programas de crédito orientado, o supervisado, complementado con políticas de incentivos fiscales y, lo que es más complicado, una política de precios que suavice el ciclo ganadero sin distorsionar la tendencia del precio interno de la carne a largo plazo. Como última etapa de una política ganadera para el trópico, luego de adquirir la experiencia necesaria que hasta ahora no existe, puede pensarse en la creación de fondos de estabilización de precios.

El que se generen excedentes exportables en algunos países de la región dependerá en alto grado de las políticas económicas que se apliquen, al desarrollo general del país, —reflejado en el crecimiento del ingreso real per cápita— del desarrollo particular de las industrias productoras de sustitutos y de la evolución del mercado mundial de carne vacuna.

Finalmente, algunos de los problemas económicos que enfrenta el sector ganadero en los países de América Latina y el Caribe son similares. Otros problemas son complementarios, como por ejemplo, los déficits o excedentes en la producción de carne e insumos. En ambos casos, las soluciones pueden alcanzarse a través de acciones de Cooperación Económica entre Países en Desarrollo, mecanismo que no ha sido suficientemente aprovechado hasta ahora. (En un segundo proyecto colaborativo FAO/CIAT actualmente en ejecución — a partir de julio de 1983—, se profundizará en el análisis de la CEPD a nivel de todo el sector pecuario regional.)

Metodología para Recomposición y Proyección de Inventarios Ganaderos

Introducción

La investigación sobre el desarrollo del sector pecuario en muchos países de América Latina se ve limitada por la carencia de información estadística básica que permita tener una idea más precisa del desarrollo histórico del sector y diseñar políticas económicas adecuadas para acelerar su crecimiento. El proceso de recolección de información primaria a nivel del sector agrícola en muchos países del área es muy difícil por varias razones, entre ellas: (a) el bajo nivel administrativo de las explotaciones agrícolas, reflejado en la carencia de registros de desempeño económico tales como registros de producción, de volúmenes de insumos utilizados, de costos, de inventarios ganaderos, etc.; (b) la actitud negativa de muchos productores a suministrar información por el temor de que ésta sea utilizada con fines tributarios; y (c) la diseminación de las fincas en grandes extensiones que carecen en muchas oportunidades de vías de comunicación adecuadas, lo cual dificulta su acceso.

Los censos agropecuarios que se levantan en algunos países, presentan serias fallas en cuanto a cobertura y confiabilidad de la información reportada. En Colombia los censos han excluido grandes extensiones de territorio, como es el caso de los Llanos Orientales, región que según estimativos posee cerca del 10% del inventario nacional y constituye una de las zonas marginales con mayores posibilidades para la producción ganadera.

El propósito de este anexo es presentar una metodología que permita reconstruir las series de inventarios ganaderos y elaborar proyecciones de los mismos. La metodología desarrollada en este estudio se basa en la

información conocida acerca del sacrificio de vacunos y algunos parámetros técnicos estimados exógenamente; por lo tanto la metodología permite evaluar la consistencia interna de las hipótesis respecto a los parámetros técnicos.

Modelo de Generación de Inventarios Ganaderos (GENINVEN)

El modelo GENINVEN parte de la idea que los sacrificios de machos observados durante un período $t + n$, provienen de los nacimientos ocurridos durante el período t , previo descuento de los sacrificios y la mortalidad en los años transcurridos entre t y $t + n$, siendo n la edad máxima de sacrificio de machos. La Figura A1.1 es ilustrativa al respecto: en ella los machos nacidos durante t constituyen la categoría de animales de 0 a 1 año ($M1_{t+1}$) al comenzar el período siguiente $t + 1$, previo el descuento de los sacrificios de machos de 0 a 1 año durante t ($SM1_t$) y la mortalidad durante el mismo periodo, de animales pertenecientes a esa categoría, expresada esa mortalidad como porcentaje del inventario ($m1$) y sustrayendo también una proporción de los nacimientos (α), que se supone son los animales que se apartan para reproducción. Al comenzar el siguiente período $t + 2$, los animales que al comenzar el período anterior pertenecían a la categoría $M1_{t+1}$, pasan a la categoría de 1 a 2 años ($M2_{t+2}$), una vez descontadas las muertes ($m2$) y los sacrificios ($SM2_{t+1}$). Este flujo de animales de una categoría a otra continúa año tras año hasta llegar al último período ($t + n$), donde son sacrificados los últimos animales nacidos en t .

Este tipo de relaciones se puede expresar en forma matemática tal como aparece en la expresión [1]:

$$\left[\left[\left[\left[(1 - \alpha)NM_t (1 - m1) - SM1_t \right] (1 - m2) - SM2_{t+1} \right] (1 - m3) - SM3_{t+2} \right] (1 - m4) - SM4_{t+3} \right] (1 - m5) - SM5_{t+4} \right] (1 - m6) - SM56_{t+5} \right] = 0 \dots \quad [1]$$

donde:

- α = proporción de terneros machos que se aparta para reproducción
- NM_t = nacimientos de machos durante el período t
- $SM1_t$ = sacrificio de machos de 0-1 año durante t
- $SM2_{t+1}$ = sacrificio de machos de 1-2 años durante $t + 1$
- $SM3_{t+2}$ = sacrificio de machos de 2-3 años durante $t + 2$
- $SM4_{t+3}$ = sacrificio de machos de 3-4 años durante $t + 3$
- $SM5_{t+4}$ = sacrificio de machos de 4-5 años durante $t + 4$
- $SM56_{t+5}$ = sacrificio de machos de 5-6 años durante $t + 5$
- $m1$ = tasa de mortalidad de vacunos de 0-1 año
- $m2$ = tasa de mortalidad de vacunos de 1-2 años
- $m3$ = tasa de mortalidad de vacunos de 2-3 años
- $m4$ = tasa de mortalidad de vacunos de 3-4 años
- $m5$ = tasa de mortalidad de vacunos de 4-5 años
- $m6$ = tasa de mortalidad de vacunos de 5-6 años

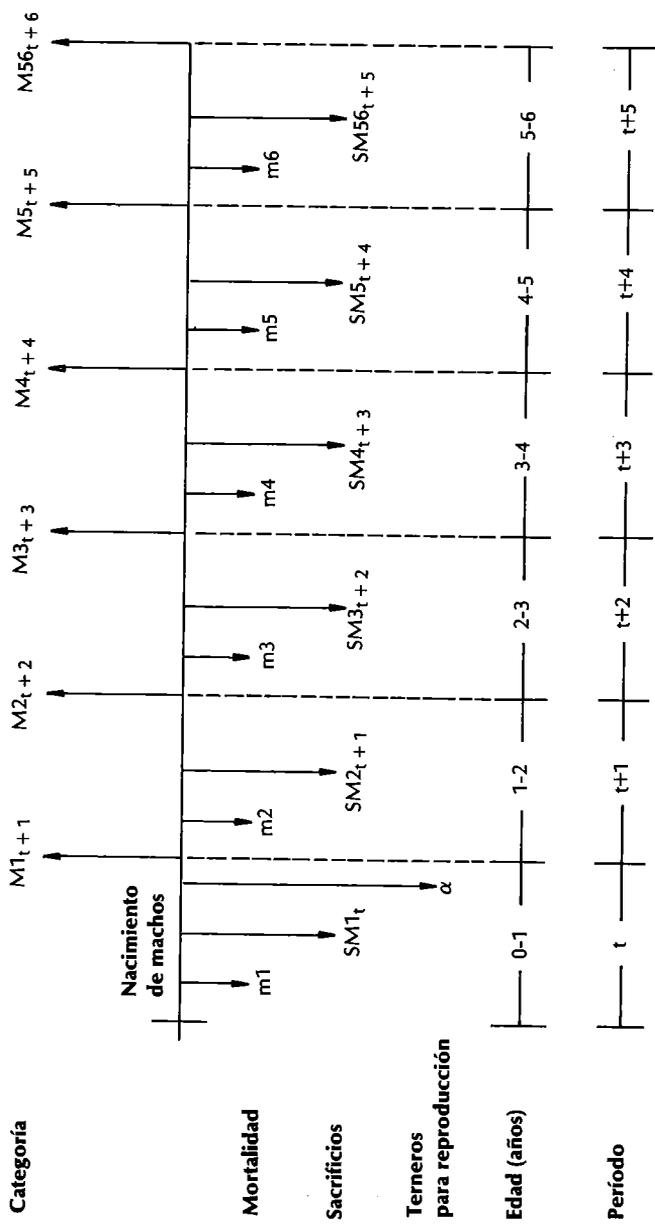


Figura A.1.1 Flujo de vacunos machos desde el nacimiento hasta el sacrificio.

Nótese que los sacrificios del período t se contabilizan al final del período, el que corresponde al inicio del período siguiente, y así sucesivamente.

La ecuación [1] indica que al finalizar el período $t + 5$, suponiendo en este caso $n = 5$, han desaparecido todos los machos nacidos en t , excepto los que se apartaron para el hato de reproducción. El objetivo de plantear la ecuación [1] es despejar de ella los nacimientos del período inicial tal como aparece en la ecuación [2]:

$$NM_t = \frac{SM1_{(t)A} + SM2_{(t+1)B} + SM3_{(t+2)C} + SM4_{(t+3)D} + SM5_{(t+4)E} + SM56_{(t+5)} \dots}{(F)(A)} \quad [2]$$

donde:

$$\begin{aligned} A &= (1 - m_2) (1 - m_3) (1 - m_4) (1 - m_5) (1 - m_6) \\ B &= (1 - m_3) (1 - m_4) (1 - m_5) (1 - m_6) \\ C &= (1 - m_4) (1 - m_5) (1 - m_6) \\ D &= (1 - m_5) (1 - m_6) \\ E &= (1 - m_6) \\ F &= (1 - \alpha) (1 - m_1) \end{aligned}$$

La ecuación [2] permite calcular los nacimientos del período t utilizando las cifras de sacrificios, los coeficientes técnicos de mortalidad y la tasa de machos que se apartan para reproducción. El propósito de estimar los nacimientos es calcular las otras categorías del inventario ganadero a partir de ellos.

El inventario ganadero total está compuesto por una serie de inventarios de animales de diferentes edades, que anualmente pasan a la categoría inmediatamente superior (Figura A1.2), una vez sustraídas las muertes y los sacrificios. Lo anterior permite plantear un conjunto de relaciones contables de flujos y stocks que constituyen el modelo de generación de existencias y posibilitan el cálculo de las diferentes categorías de vacunos del inventario.

Inventario de machos

Las relaciones [3] a [8] constituyen el inventario de machos:

$$\begin{aligned} M1_{(t+1)} &= NM_{(t)F} - SM1_{(t)} && \dots [3] \\ M2_{(t+2)} &= M1_{(t+1)} (1 - m_2) - SM2_{(t+1)} && \dots [4] \\ M3_{(t+3)} &= M2_{(t+2)} (1 - m_3) - SM3_{(t+2)} && \dots [5] \\ M4_{(t+4)} &= M3_{(t+3)} (1 - m_4) - SM4_{(t+3)} && \dots [6] \\ M5_{(t+5)} &= M4_{(t+4)} (1 - m_5) - SM5_{(t+4)} && \dots [7] \\ M56_{(t+6)} &= M5_{(t+5)} (1 - m_6) - SM56_{(t+5)} && \dots [8] \end{aligned}$$

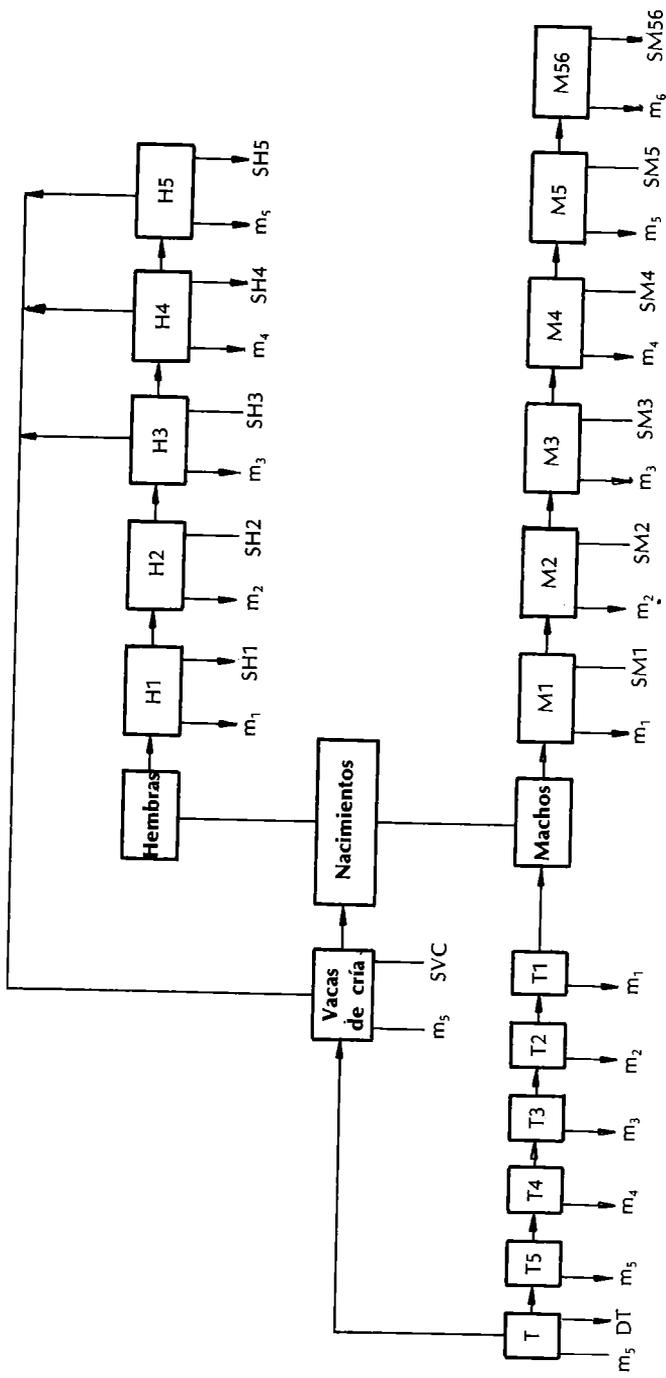


Figura A1.2 Diagrama de flujo de las diferentes categorías en el inventario ganadero.

donde:

$M1_{(t+1)}$	= machos de 0-1 año al comenzar $t + 1$
$M2_{(t+2)}$	= machos de 1-2 años al comenzar $t + 2$
$M3_{(t+3)}$	= machos de 2-3 años al comenzar $t + 3$
$M4_{(t+4)}$	= machos de 3-4 años al comenzar $t + 4$
$M5_{(t+5)}$	= machos de 4-5 años al comenzar $t + 5$
$M56_{(t+6)}$	= machos de 5-6 años al comenzar $t + 6$

La última categoría, $M56_{(t+6)}$, desaparece del inventario debido a que el supuesto de una edad máxima de sacrificio de 5 años, implica que los sacrificios de animales de 4 a 5 años en el período $t + 5$, son iguales a las existencias de machos de 4 a 5 años al comenzar $t + 5$ descontándose las muertes, vale decir:

$$M5_{(t+5)} (1 - m6) = SM56_{(t+5)}$$

Inventario de hembras

Para la estimación del inventario de hembras se parte del supuesto que los nacimientos de machos del período t son iguales a los nacimientos de hembras durante el mismo período. Es decir:

$$NM_{(t)} = NH_{(t)}$$

donde:

$$NH_{(t)} = \text{nacimiento de hembras en } t$$

Las ecuaciones para el cálculo del inventario de hembras son de la misma naturaleza que las planteadas para el cálculo del inventario de machos.

$H1_{(t+1)}$	= $NH_{(t)} (1 - m1) - SH1_{(t)}$	... [ 9]
$H2_{(t+2)}$	= $H1_{(t+1)} (1 - m2) - SH2_{(t+1)}$	... [10]
$H3_{(t+3)}$	= $H2_{(t+2)} (1 - m3) (1 - \beta) - SH3_{(t+2)}$	... [11]
$H4_{(t+4)}$	= $H3_{(t+3)} (1 - m4) (1 - \rho) - SH4_{(t+3)}$	... [12]
$H5_{(t+5)}$	= $H2_{(t+2)} (1 - m31) (\beta) + H3_{(t+3)} (1 - m41) \rho + H5_{(t+4)} (1 - m51) - SH5_{(t+4)}$	... [13]

donde:

$H1_{(t+1)}$	= hembras de 0-1 año al comenzar $t + 1$
$H2_{(t+2)}$	= hembras de 1-2 años al comenzar $t + 2$
$H3_{(t+3)}$	= hembras de 2-3 años al comenzar $t + 3$
$H4_{(t+4)}$	= hembras de 3-4 años al comenzar $t + 4$
$H5_{(t+5)}$	= hembras de cría al comenzar $t + 5$
β	= proporción de vaquillas de 2-3 años que pasa al hato de cría
ρ	= proporción de vaquillas de 3-4 años que pasa al hato de vacas de cría

$SH1_{(t)}$	= sacrificio de hembras de 0-1 año durante t
$SH2_{(t+1)}$	= sacrificio de hembras de 1-2 años durante $t+1$
$SH3_{(t+2)}$	= sacrificio de hembras de 2-3 años durante $t+2$
$SH4_{(t+3)}$	= sacrificio de hembras de 3-4 años durante $t+3$
$SH5_{(t+4)}$	= sacrificio de vacas de cría durante $t+4$
$m31$	= mortalidad de vaquillas de 2-3 años que están en el hato de cría
$m41$	= mortalidad de vaquillas de 3-4 años que están en el hato de cría
$m51$	= mortalidad de vaquillas de 4 años que están en el hato de cría

Para el cálculo de las hembras de cría empleando la ecuación [13], se requiere tener una estimación o un dato censal del inventario de hembras de cría para un año antes de comenzar a reconstruir las series de hembras. Es decir, para el cálculo de $H5_{(t+5)}$ se requiere conocer $H5_{(t+4)}$.

Inventario de toros y toretes

Partiendo de la proporción de machos que en el período t se apartaron para reproducción, se plantean las ecuaciones que permiten estimar el inventario de toros y toretes.

$T1_{(t+1)}$	= $\alpha NM_{(t)} (1 - m1)$	... [14]
$T2_{(t+2)}$	= $T1_{(t+1)} (1 - m2)$	... [15]
$T3_{(t+3)}$	= $T2_{(t+2)} (1 - m3)$	... [16]
$T4_{(t+4)}$	= $T3_{(t+3)} (1 - m4)$	... [17]
$T5_{(t+5)}$	= $T4_{(t+4)} (1 - m5)$	... [18]
$TT_{(t+6)}$	= $H5_{(t+5)} (1 - m6) (\theta) + T5_{(t+5)} (1 - m6) - STT_{(t+5)}$	... [19]

donde:

θ	= relación toro: vaca
$T1_{(t+1)}$	= inventario de toretes de 0-1 año al comenzar $t+1$
$T2_{(t+2)}$	= inventario de toretes de 1-2 años al comenzar $t+2$
$T3_{(t+3)}$	= inventario de toretes de 2-3 años al comenzar $t+3$
$T4_{(t+4)}$	= inventario de toretes de 3-4 años al comenzar $t+4$
$T5_{(t+5)}$	= inventario de toretes de 4-5 años al comenzar $t+5$
$TT_{(t+6)}$	= inventario de toros al comenzar $t+6$
$STT_{(t+5)}$	= sacrificio de toros en $t+5$

La estructura del anterior conjunto de ecuaciones es similar al de las ecuaciones planteadas para las estimaciones de los inventarios de machos y hembras, con la salvedad que se supone que no existen sacrificios de toretes, y que sólo se elimina los toros de desecho del hato de reproductores, y que la edad de servicio de los toros es de 5 a 6 años.

Las ecuaciones [1] a [19] constituyen el modelo completo de recomposición y proyección del inventario ganadero; para su uso práctico se requiere información sobre: sacrificio por edades, tasas de mortalidad por edades, tasas de transferencia de vaquillas al hato de cría, propor-

ción de machos que se apartan para reproducción, relación toro:vaca, y un dato censal (o estimativo) del inventario de vacas de cría un año antes del inicio de las series de vacas de cría.

Para uso práctico del modelo, una de las mayores dificultades que se tiene es que generalmente no se conoce el sacrificio por categorías de edad, ya que las series de sacrificios se reportan discriminadas por sexo más no por edad. Hay varias alternativas para llegar a una aproximación de la distribución por edad del sacrificio. Una alternativa sería efectuar muestreos en los mataderos y mediante el conteo de dientes de los vacunos sacrificados determinar sus edades. Sin embargo, este es un procedimiento largo y costoso.

Otra alternativa es utilizar ciertos datos conocidos de la distribución del sacrificio y reconstruir la distribución total, tal como se hizo en este estudio y se ilustra en los Cuadros A1.1 y A1.2, en donde se supone una edad media de sacrificio de machos de 48 meses y donde el 99% de los machos sacrificados está entre 24 y 72 meses de edad. Estos supuestos permiten reconstruir la distribución del sacrificio de machos según edades.

Las cifras de sacrificios son una variable reportada anualmente por casi todas las fuentes de información de los diferentes países. Sin embargo en la mayoría de los casos se subestima su nivel pues no se

Cuadro A1.1 Distribución teórica por edades del sacrificio de vacunos machos en Colombia.

Variable edad		Area debajo de la curva normal (%)	Categorías del modelo de inventario	Edad (años)
Meses γ	Estandarizada $Z = \frac{\gamma - \mu}{\sigma}$			
0-6	-5.14 a -4.50	0.00		
6-12	-4.50 a -3.85	0.00	M1	< 1
12-18	-3.85 a -3.21	0.06		
18-24	-3.21 a 2.57	0.44	M2	1-2
24-30	-2.57 a -1.93	2.17		
30-36	-1.93 a -1.28	7.35	M3	2-3
36-42	-1.28 a -0.64	16.08		
42-48	-0.64 a 0.00	23.89	M4	3-4
48-54	0.00 a 0.64	23.89		
54-60	0.64 a 1.28	16.08	M5	4-5
60-66	1.28 a 1.93	7.35		
66-72	1.93 a 2.57	2.17	M6	5-6
72-80	2.57 a 3.21	0.44		
80-86	3.21 a 3.85	0.06	TT	> 6
86-92	3.85 a 4.50	0.00		
92-98	4.50 a 5.14	0.00		

Cuadro A1.2 Distribución teórica de sacrificios de vacunos machos según edades en Colombia.

Edad (años)	Porcentaje
0-1 (SMM1)	0.0
1-2 (SMM2)	0.5
2-3 (SMM3)	9.5
3-4 (SMM4)	40.0
4-5 (SMM5)	40.0
5-6 (SMM6)	8.0 ^a
Reproductores (SMM7)	2.0 ^a
Total	100.0

a. Se supone que el último 10% de la distribución está compuesto por 2% de reproductores y 8% de animales mayores de 5 años.

tienen en cuenta los sacrificios en las fincas o la existencia de flujos ilegales de vacunos a otros países. Dado que obviamente éstos no aparecen contabilizados en las estadísticas nacionales, se hace necesario efectuar ciertos ajustes a las series. Con respecto a los parámetros técnicos, la información disponible es bastante heterogénea y referida a zonas y épocas diferentes. Sin embargo en términos generales se puede llegar a una buena aproximación de los parámetros técnicos de la ganadería de un determinado país.

Aplicaciones Empíricas

El modelo GENINVEN se aplicó para reconstruir las series históricas de inventarios de Colombia y Brasil y proyectarlas hasta mediados de la década de los noventa. En ambos países existen numerosos estimativos del inventario reportados por diferentes fuentes, pero en realidad no se sabe a ciencia cierta cómo ha sido su desarrollo y nivel en el transcurso del tiempo.

El punto más importante para la aplicación de este modelo es la definición de un conjunto de parámetros técnicos consistentes entre sí y con los sacrificios observados históricamente.

En algunos países es difícil establecer el verdadero nivel de la extracción anual, dado que además del sacrificio registrado oficialmente, se presentan sacrificios y exportaciones no registrados, como es el caso de Colombia. La variable "sacrificios" permite el cálculo de los nacimientos y entra en la estimación de todas las categorías de vacunos del modelo.

Las estimaciones iniciales del inventario de Colombia utilizando GENINVEN, arrojaron series de la tasa de natalidad, que es una variable

endógena, con tendencia notoriamente decreciente. El origen de esta situación era un excesivo crecimiento de la población de hembras de cría en relación con el número de animales nacidos, lo cual resultaba en una tasa de natalidad cada vez menor.

Analizando la ecuación [13] que estima el inventario de hembras de cría se observa que este inventario está determinado por: (a) las tasas de mortalidad de las hembras de cría, (b) las tasas de transferencia de vaquillas al hato de cría, (c) la extracción de hembras de cría, y (d) el nivel inicial del inventario de vientres, que entra al modelo como un dato.

Para corregir la tendencia decreciente de la tasa de natalidad, se efectuaron numerosas simulaciones con los parámetros citados. Inicialmente se trabajó con la hipótesis de que la causa de la baja en la tasa de natalidad, era la utilización de la misma tasa de mortalidad tanto para novillas como para vacas de cría, cuando existe evidencia de que la mortalidad de vacas de cría es mayor que la de novillas, por estar las primeras sometidas a los peligros del parto y a la tensión de la lactancia. La utilización de tasas de mortalidad bajas para las hembras de cría implicaba una sobrestimación de este inventario produciéndose un efecto acumulativo a través del tiempo que determinaba la tendencia a la baja en la tasa de natalidad.

Se efectuaron simulaciones con valores de tasa de mortalidad de hembras de cría entre 2 y 8%. Los resultados indicaron que la tendencia decreciente de la tasa de natalidad sólo se revertía cuando se usaban valores de mortalidad superiores al 6%, los que claramente no son realistas. Se elaboraron simulaciones con diferentes valores de las tasas de transferencia de vaquillas al hato de cría (β y ρ) y los resultados indicaron que no existe una influencia significativa de estos parámetros sobre la tendencia de la tasa de natalidad.

Las simulaciones con diferentes valores del inventario inicial de hembras de cría mostraron que el modelo es muy sensible a este valor y que tiene influencia marcada sobre los valores de la tasa de natalidad. La utilización de un inventario inicial de un nivel muy bajo implica altos valores de la tasa de natalidad en los períodos iniciales de estimación y fuerte tendencia decreciente. El empleo de inventarios iniciales muy altos determina valores muy bajos de la tasa de natalidad. Sin embargo, ninguna de las simulaciones con parámetros factibles permitió revertir la tendencia de la tasa de natalidad. El hecho de que la tendencia decreciente sólo se pudo cambiar al utilizar valores muy altos de mortalidad de hembras de cría permitió establecer la hipótesis de que la extracción de hembras estaba subestimada y para compensar este efecto se hacía necesario utilizar tasas muy altas de mortalidad de hembras de cría. En consecuencia se decidió recalcular las cifras de sacrificios de hembras.

Las causas de la subestimación de la extracción total de hembras están en el sacrificio ilegal y en el contrabando. Tradicionalmente en Colombia se ha utilizado un estimativo del sacrificio clandestino equiva-

lente al 10% del sacrificio oficial. Se considera que el sacrificio ilegal fue de mayor magnitud en el pasado y que a medida que avanzó el proceso de urbanización ese porcentaje tendió a declinar. Otro factor determinante de la subestimación del sacrificio de hembras es considerar de igual magnitud, en términos porcentuales, tanto el sacrificio ilegal de hembras como el de machos. Hay indicios de que el sacrificio ilegal de hembras ha sido subestimado en especial en épocas donde existieron gravámenes más fuertes al sacrificio de hembras que al de machos. [A partir del 1 de julio de 1954 se prohibió el sacrificio de vacas de edad inferior a los 8 años (Decreto 1991 de 1954), disposición vigente hasta 1966. A partir del 24 de junio de 1966 se establece la inversión forzosa en bonos de deuda pública interna, al 8% de interés anual amortizable en 10 años plazo, por cada cabeza que se sacrifique o exporte. La inversión era de \$50 por macho y \$100 por hembra (Decreto 1594 del 24 de junio de 1966). A partir del 20 de julio de 1967 se sustituyó la inversión forzosa en bonos por un impuesto directo en las mismas cuantías (Decreto 1366 del 20 de julio de 1967).]

En las áreas rurales se nota una proporción muy alta de sacrificio de hembras, en especial de vacas viejas y justamente en las zonas rurales se produce el mayor volumen de sacrificio clandestino. Por estas razones se decidió reajustar los estimativos de sacrificio ilegal de hembras, asumiendo un sacrificio ilegal equivalente al 20% del sacrificio registrado de hembras en el período 1945–1960 y de 15% en el período 1961–1980.

Las exportaciones clandestinas han sido otro factor de subestimación de la extracción de hembras; existen opiniones en el sentido de que gran parte del crecimiento del inventario ganadero de Venezuela, se origina en un gran flujo de vientres desde Colombia hacia ese país. Se asumió que las exportaciones clandestinas de hembras constituyen el 50% de las exportaciones ilegales de machos. Las cifras ajustadas de extracción se presentan en el Cuadro A1.3.

El Cuadro A1.4 muestra un conjunto de simulaciones empleando las cifras ajustadas de sacrificios y diferentes valores de mortalidad y el inventario inicial de vientres. Los aumentos en el inventario inicial de vientres implican reducción de la tasa de natalidad y de su tendencia decreciente y mayores niveles del inventario total. Los aumentos en la tasa de mortalidad de hembras de cría determinan mayores niveles de la tasa de natalidad, reducción de su tendencia decreciente, y menores valores del inventario total.

Se considera que la estimación más razonable se logra con un nivel inicial de 6 millones de hembras de cría y una mortalidad anual en este grupo del 4%. La tasa de natalidad resultante es 49%, en promedio, para el período de estimación y, aunque este coeficiente presenta oscilaciones, su tasa promedio anual de crecimiento es nula, lo cual es consistente con los otros supuestos del modelo que supone como constantes los parámetros durante todo el período de estimación.

Cuadro A.1.3 Extracción ajustada de machos y hembras (miles de cabezas) en Colombia, 1945-1979.

Año	Machos						Hembras					
	Sacrificio		Exportación ^c		Total	Total	Sacrificio		Exportación ^c		Total	Total
	Oficial ^a	Clandestino ^b	Oficial	Clandestino ^d			Oficial ^a	Clandestino ^e	Oficial	Clandestino ^d		
1945	683	68	0	ND	751	535	107	0	ND	642		
1946	736	73	0	ND	799	517	103	0	ND	620		
1947	789	79	0	ND	868	565	113	0	ND	678		
1948	793	79	0	ND	872	574	115	0	ND	689		
1949	811	81	0	ND	892	543	109	0	ND	652		
1950	799	80	12	ND	891	597	119	0	ND	716		
1951	774	77	10	ND	861	657	131	0	ND	788		
1952	815	82	10	ND	907	599	120	0	ND	719		
1953	788	79	7	ND	874	549	109	0	ND	658		
1954	868	87	0	15	970	444	88	0	8	540		
1955	871	87	0	15	973	483	97	0	8	588		
1956	962	96	0	49	1107	586	117	0	24	727		
1957	1032	103	0	60	1195	648	130	0	30	808		
1958	1047	105	0	120	1272	617	123	0	60	800		
1959	1012	101	0	200	1313	544	109	0	100	753		
1960	1010	101	0	200	1311	572	114	0	100	786		
1961	1079	108	0	100	1287	624	94	0	50	768		
1962	1158	116	1	120	1395	715	107	0	60	882		
1963	1217	122	2	100	1441	802	120	0	50	972		
1964	1241	124	3	114	1482	843	126	0	57	1026		
1965	1155	116	77	101	1449	868	130	15	50	1063		
1966	1149	115	59	81	1404	718	108	12	40	878		
1967	1205	121	20	164	1510	647	97	4	82	830		
1968	1278	128	20	182	1608	693	104	4	91	892		
1969	1426	143	60	192	1821	781	117	12	96	1006		
1970	1432	143	127	200	1902	954	143	25	100	1222		
1971	1405	141	164	180	1890	1101	165	33	90	1389		
1972	1322	132	185	197	1836	928	139	37	98	1202		
1973	1248	125	154	173	1700	711	107	31	87	936		
1974	1267	127	120	150	1664	810	122	24	75	1031		
1975	1312	131	219	200	1862	1028	154	44	100	1326		
1976	1222	122	193	250	1787	1211	182	39	125	1557		
1977	1295	129	80	200	1704	1090	163	16	100	1369		
1978	1410	141	156	20	1727	1070	160	31	10	1271		
1979	1616	162	75	200	2053	1198	179	15	100	1492		

a. Fuente: DANE, varios números.

b. Suponiendo un sacrificio clandestino equivalente al 10% del sacrificio oficial durante todo el período.

c. Fuente: Banco de la República, varios años.

d. ND = Información no disponible.

e. Suponiendo un sacrificio clandestino equivalente al 20% del sacrificio oficial durante el período 1945-1960, y equivalente al 15% de 1961 en adelante.

Cuadro A1.4 **Simulaciones con diferentes parámetros de mortalidad e inventario inicial de hembras de cría en Colombia, 1951-1975.^a**

Inventario inicial de hembras de cría (miles de cabezas)	Tasa porcentual de			Inventario total (miles de cabezas)	
	Mortalidad de hembras de cría	Crecimiento de la tasa de natalidad	Natalidad media	1951	1975
3.000	2.0	-3.2	57.0	-	-
	2.5	-3.1	60.0	9.846	25.310
	3.0	-2.7	62.0	9.659	23.861
	3.5	-2.5	65.0	9.615	23.168
	4.0	-2.4	67.8	9.577	22.526
	4.5	-2.1	70.0	9.540	21.937
	5.0	-1.1	73.3	9.503	21.393
5.000	2.0	-1.6	44.0	11.725	26.680
	2.5	-1.4	46.4	11.824	26.388
	3.0	-1.1	48.3	11.611	24.806
	3.5	-0.9	50.0	11.554	23.993
	4.0	-0.6	54.0	11.497	23.248
	4.5	-0.3	56.0	11.441	22.568
	5.0	-0.1	58.0	11.385	21.944
6.000	2.0	-1.0	38.0	12.723	27.295
	2.5	-0.8	42.0	12.614	26.945
	3.0	-0.4	44.0	12.590	25.278
	3.5	-0.2	46.0	12.522	24.405
	4.0	0.0	49.0	12.456	23.489
	4.5	0.2	51.0	12.389	23.422
	5.0	0.4	53.0	12.324	22.218

a. Con diferentes supuestos acerca del inventario inicial de hembras de cría y sus tasas de mortalidad se determinan la natalidad media y el nivel del inventario total.

En el Cuadro A1.5 se resumen las estimaciones del inventario, el cual parte de un nivel inicial de 12.5 millones de cabezas en 1951, alcanzando un nivel de 25 millones de 1980, lo cual implica una tasa promedio de crecimiento anual del 2.6%. Los parámetros técnicos empleados para las estimaciones del inventario de Colombia aparecen en el Cuadro A1.6

La dinámica de crecimiento del inventario ganadero del país disminuyó en la década de los setentas (1.4% por año), mientras que el inventario experimentó su mayor crecimiento en el período 1956-1969 (3.0% anual). Las proyecciones del inventario ganadero hacia 1996 aparecen en el Cuadro A1.7.

Las estimaciones y supuestos para Brasil aparecen en los Cuadros A1.8, A1.9 y A1.10

Cuadro A1.5 Estimaciones del inventario vacuno (miles de cabezas) empleando GENINVEN,^a en Colombia, 1951-1980.

Año	Machos		Hembras		Toros y toretes	Total
	<2 años	>2 años	<2 años	>2 años		
1951	1.872	1.352	1.914	6.989	329	12.456
1952	1.954	1.313	1.998	6.879	330	12.474
1953	2.079	1.331	2.126	6.874	328	12.738
1954	2.255	1.429	2.306	6.955	332	13.277
1955	2.441	1.504	2.496	7.209	338	13.988
1956	2.586	1.674	2.643	7.480	352	14.735
1957	2.665	1.794	2.725	7.678	364	15.226
1958	2.689	1.882	2.750	7.869	373	15.563
1959	2.732	1.916	2.794	8.106	382	15.930
1960	2.837	1.911	2.902	8.405	395	16.450
1961	2.947	1.946	3.014	8.708	411	17.026
1962	2.995	2.068	3.063	9.058	425	17.609
1963	2.878	2.126	3.046	9.307	436	17.793
1964	2.991	2.143	3.060	9.487	447	18.128
1965	3.124	2.100	3.195	9.618	457	18.494
1966	3.374	2.120	3.450	9.753	470	19.167
1967	3.658	2.279	3.740	10.128	484	20.289
1968	3.836	2.478	3.923	10.621	500	21.358
1969	3.844	2.710	3.931	11.137	520	22.142
1970	3.711	2.774	3.796	11.587	535	22.403
1971	3.556	2.717	3.638	11.842	551	22.304
1972	3.557	2.586	3.639	11.897	564	22.243
1973	3.657	2.452	3.741	12.121	571	22.542
1974	3.653	2.537	3.736	12.608	583	23.117
1975	3.605	2.670	3.687	12.929	598	23.489
1976	3.741	2.565	3.829	12.941	608	23.684
1977	4.000	2.530	4.091	12.785	618	24.024
1978	4.116	2.707	4.209	12.931	620	24.583
1979	4.082	2.979	4.173	13.172	623	25.029
1980	4.069	2.926	4.162	13.196	624	24.977

a. GENINVEN = Modelo de generación de inventarios ganaderos.

Cuadro A1.6 Parámetros técnicos empleados para estimar el inventario ganadero en Colombia mediante GENINVEN^a.

Parámetros técnicos	Valores
Mortalidad (%):	
Menores de 1 año (m1)	12.0
De 1 a 2 años (m2)	5.0
De 2 a 3 años (m3)	1.0
De 3 a 4 años (m4)	1.0
De 4 a 5 años (m5)	1.0
De 5 a 6 años (m6)	1.0
Vacas de cría (m51)	4.0
Relación toro:vaca (θ)	.04
Transferencia de vaquillas de hato de cría (%):	
De 2 a 3 años (β)	5.0
De 3 a 4 años (ρ)	70.0
Porcentaje de terneros que se aparta para reproducción (α)	2.0
Nivel inicial del inventario de vientres (miles de cabezas)	6000

a. GENINVEN = Modelo de generación de inventarios ganaderos.

Cuadro A1.7 Proyecciones del inventario vacuno (miles de cabezas) en Colombia, 1981–1996.

Año	Machos		Hembras		Toros y toretes	Total
	<2 años	>2 años	<2 años	>2 años		
1981	4.163	2.870	4.259	13.316	632	25.240
1982	4.337	2.885	4.435	13.350	644	25.651
1983	4.476	2.997	4.578	13.481	650	26.182
1984	4.541	3.147	4.644	13.775	656	26.763
1985	4.563	3.231	4.666	14.135	665	27.260
1986	4.543	3.224	4.647	14.433	679	27.526
1987	4.542	3.262	4.646	14.570	694	27.714
1988	4.638	3.207	4.744	14.599	701	27.889
1989	4.821	3.222	4.930	14.711	708	28.392
1990	5.002	3.334	5.116	14.980	718	29.150
1991	5.100	3.493	5.216	15.341	730	29.880
1992	5.089	3.617	5.205	15.648	742	30.301
1993	5.029	3.650	5.144	15.810	752	30.385
1994	5.016	3.600	5.131	15.888	760	30.395
1995	5.111	3.544	5.228	16.018	767	30.668
1996	5.294	3.558	5.414	16.274	778	31.318

Cuadro A1.8 **Estimaciones del inventario vacuno (miles de cabezas) mediante GENINVEN^a, en Brasil, 1965-1980.**

Año	Machos		Hembras		Toros y toretes	Total
	<2 años	>2 años	<2 años	<2 años		
1965	11.232	6.433	11.888	29.021	1.228	59.802
1966	12.060	6.478	12.757	29.723	1.287	62.305
1967	12.737	6.947	13.451	30.933	1.318	65.386
1968	13.018	7.569	13.762	32.340	1.335	68.024
1969	13.643	7.874	14.447	33.455	1.380	70.799
1970	14.970	7.854	15.835	34.409	1.470	74.538
1971	15.941	8.390	16.821	35.767	1.543	78.462
1972	15.487	9.569	16.365	37.619	1.503	80.543
1973	14.590	9.886	15.540	39.083	1.518	80.617
1974	14.741	9.031	15.766	40.305	1.621	81.464
1975	15.485	8.322	16.521	42.337	1.823	84.488
1976	15.823	9.132	16.777	44.922	1.862	88.516
1977	15.532	9.606	16.493	46.121	1.948	89.700
1978	15.685	9.604	16.659	46.183	1.979	90.110
1979	16.271	9.126	17.291	47.390	2.051	92.129
1980	16.694	9.519	17.721	49.668	2.125	95.727

a. GENINVEN = Modelo de generación de inventarios ganaderos.

Cuadro A1.9 **Parámetros técnicos empleados para estimar el inventario vacuno mediante GENINVEN^a, en Brasil.**

Parámetros técnicos	Valores
Mortalidad (%):	
Menores de 1 año (m_1)	10
De 1 a 2 años (m_2)	5
De 2 a 3 años (m_3)	5
De 3 a 4 años (m_4)	4
De 4 a 5 años (m_5)	4
Relación toro:vaca (θ)	.05
Transferencia de vaquillas al hato de cría (%):	
De 2 a 3 años (β)	10
De 3 a 4 años (α)	80
Porcentaje de terneros que se aparta para reproducción (α)	2

a. GENINVEN = Modelo de generación de inventarios ganaderos.

Cuadro A1.10 **Proyecciones del inventario vacuno (miles de cabezas) mediante GENINVEN^a, en Brasil, 1980–1997.**

Año	Machos		Hembras		Toros y toretes	Total
	<2 años	>2 años	<2 años	>2 años		
1980	16.694	9.519	17.721	49.668	2.125	95.727
1981	17.159	10.110	18.196	51.558	2.170	99.193
1982	17.706	10.080	18.820	53.676	2.294	102.576
1983	18.108	10.486	19.221	55.151	2.384	105.350
1984	18.067	10.851	19.175	56.417	2.428	106.938
1985	17.547	11.008	18.675	57.749	2.460	107.439
1986	16.719	10.819	17.864	59.324	2.513	107.239
1987	16.320	10.342	17.472	60.990	2.613	107.737
1988	17.155	9.769	18.301	62.390	2.751	110.366
1989	18.946	9.675	20.077	63.566	2.907	115.171
1990	20.706	10.727	21.802	64.352	2.948	120.535
1991	21.495	12.078	22.636	65.532	2.904	124.646
1992	21.012	13.022	22.260	67.367	2.866	126.527
1993	19.691	13.095	21.038	69.652	2.901	126.377
1994	18.461	12.366	19.843	71.816	3.024	125.510
1995	18.162	11.336	19.506	73.371	3.202	125.577
1996	19.045	10.712	20.308	74.222	3.364	127.651
1997	20.663	10.916	21.861	74.723	3.451	131.614

a. GENINVEN = Modelo de generación de inventarios ganaderos.

Distribución de edades de sacrificio de machos suponiendo una distribución normal

Supuesto 1. Se supone que la edad media de la res sacrificada es de 48 meses (4 años).

Supuesto 2. Se supone que el 99% de los animales sacrificados están en una edad entre 24 y 72 meses.

Con base en estos supuestos se establece que la edad de sacrificio de los vacunos (Y) se distribuye normalmente:

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

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

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

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

En la Figura A1.3 se muestra la distribución supuesta de las edades de sacrificio de machos.

Distribución del sacrificio de vacunos en el año i

$$SM1_{(t)} = MM6_{(t)} (.00)$$

$$SM2_{(t)} = MM6_{(t)} (.005)$$

$$SM3_{(t)} = MM6_{(t)} (.095)$$

$$SM4_{(t)} = MM6_{(t)} (.40)$$

$$SM5_{(t)} = MM6_{(t)} (.40)$$

$$S56_{(t)} = MM6_{(t)} (.08)$$

$$STT_{(t)} = MM7_{(t)} (.02)$$

$$MM6_{(t)} = SM1_{(t)} + SM2_{(t)} + SM3_{(t)} + SM4_{(t)} + SM5_{(t)} + S56_{(t)} + STT_{(t)}$$

donde:

$MM6_{(t)}$ = sacrificio total anual de machos

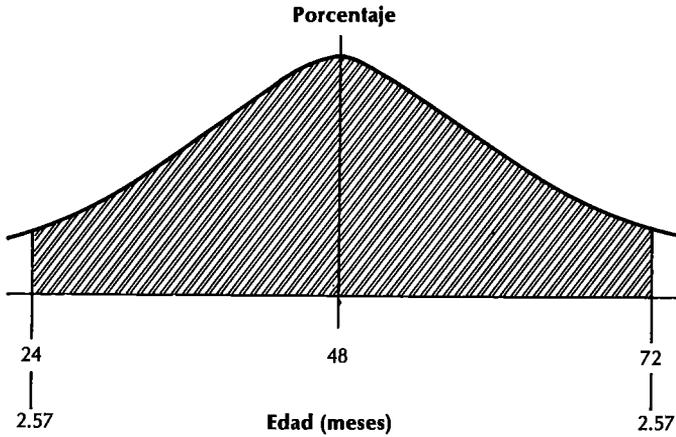


Figura A1.3 Distribución supuesta de las edades de sacrificio de machos.

Ajuste de Funciones Trigonómicas para Proyección del Sacrificio de Vacunos

La producción ganadera es de naturaleza cíclica y en el transcurso del tiempo se presentan oscilaciones periódicas de los precios y la producción, alrededor de la línea de tendencia.

Los ciclos de producción ocurren por razones económicas y biológicas. El ganado como bien económico tiene la característica de ser alternativamente bien de consumo y bien de inversión; al usarlo como bien de inversión disminuye su disponibilidad para consumo, generándose una tendencia al alza del precio real de los vacunos, que alienta aún más el proceso de retención. Las características técnicas del proceso de producción determinan que la inversión en ganado no sea de producción inmediata y que se requiera de cierto tiempo para obtener la producción esperada. Pero una vez que la producción crece significativamente, los precios reales tienden a la baja, desalentando la retención e iniciándose la fase de liquidación del ciclo de producción.

En la mayoría de los países ganaderos, se detectan ciclos de precios de diferente amplitud y duración. El estudio de los ciclos es útil porque para efectos del diseño de coherentes políticas de precios, crédito, y fomento en general, se requiere de un previo conocimiento de las tendencias cíclicas de la ganadería para el diseño de políticas coyunturales efectivas en las épocas críticas y poder suavizar los efectos negativos del ciclo. Es importante la suavización de los ciclos ganaderos desde el punto de vista de estabilización de los precios, la producción, y los excedentes exportables, los consumidores y los exportadores. Es más, afectan directamente la tasa de adopción de nuevas tecnologías.

A efectos de proyectar el sacrificio de vacunos, es posible usar funciones matemáticas que describan las oscilaciones de la producción a lo largo del tiempo.

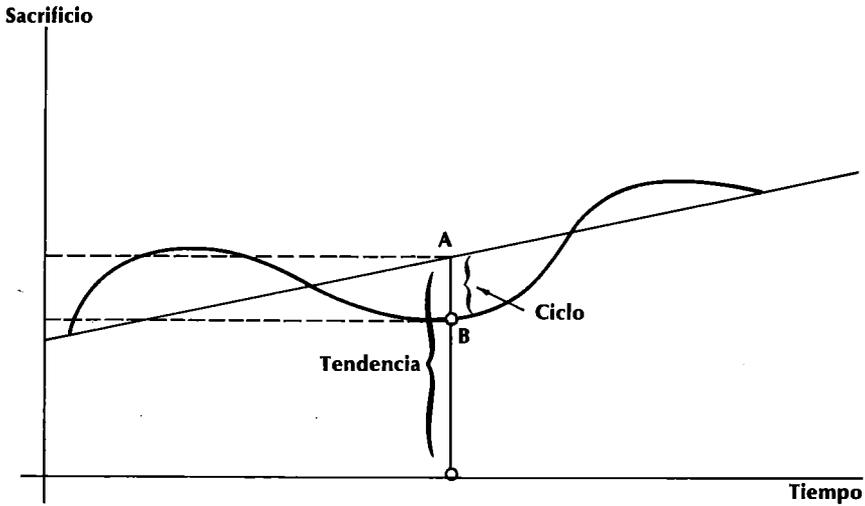


Figura A2.1 Ilustración de las variaciones cíclicas y de tendencia del sacrificio de vacunos.

Las funciones trigonométricas seno y coseno son las que mejor describen las fluctuaciones cíclicas de la producción ganadera.

En las oscilaciones cíclicas de la actividad económica se detectan dos componentes: uno de tendencia y otro cíclico; no es adecuado utilizar funciones lineales para elaborar proyecciones del sacrificio de vacunos, porque tales proyecciones sólo tienen en cuenta las variaciones debidas a tendencia lineal y dejan de lado las fluctuaciones alrededor de la misma. El propósito de usar funciones trigonométricas es el de captar las variaciones cíclicas.

La Figura A2.1 muestra que si se proyecta el sacrificio con base en la tendencia lineal, el punto estimado es el Punto A. Si en la proyección se emplea una función trigonométrica, el punto estimado es el B. Cuando las oscilaciones tienen tendencia a cero, la ecuación matemática que las expresa corresponde a:

$$Y = A \text{ sen } (\omega t + \theta) \quad \dots [1]$$

donde:

A es la amplitud del ciclo, definida como la distancia vertical entre la línea de tendencia y la línea de producción en los puntos extremos del ciclo. En este caso Y varía entre $-A$ y $+A$.

El paso desde el punto inicial del ciclo al punto final, implica un desplazamiento de 2π radianes describiendo un ángulo de 360° . Si la velocidad angular a la que se efectúa ese desplazamiento es ω , se tiene que la duración del ciclo o período es:

$$T = \frac{2\pi}{\omega} \therefore \omega = \frac{2\pi}{T}$$

En consecuencia:

$$Y = A \operatorname{sen} \left[\frac{2\pi}{T} t + \theta \right] \quad [1']$$

donde:

θ es el ángulo de fase, el cual define la etapa del ciclo en que se encuentra la función. La Figura A2.2 ilustra la posición de la función de acuerdo a diferentes ángulos de fase.

Si la oscilación cíclica está desplazada a unidades del eje horizontal, la forma matemática que la expresa es:

$$Y = a + A \operatorname{sen} (\omega t + \theta) \quad \dots [2]$$

Si los ciclos tienen tendencia lineal en el tiempo, se expresan como:

$$Y = a + bt + A \operatorname{sen} (\omega t + \theta) \quad \dots [3]$$

donde:

$a + bt$ es la línea alrededor de la cual se producen los movimientos cíclicos.

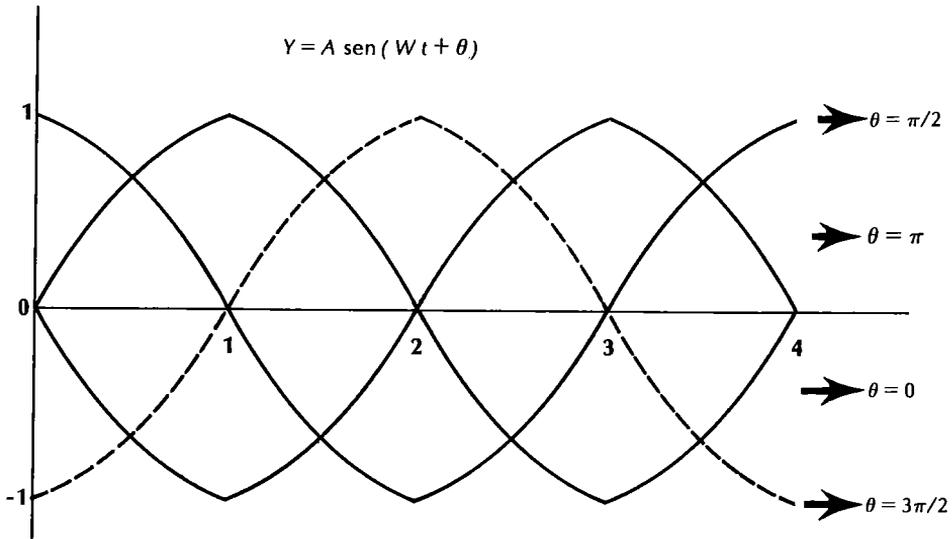


Figura A2.2 Curva sinusoidal con diferentes ángulos de fase.

Se utilizó una tendencia lineal, porque las figuras de los datos históricos de sacrificios del periodo 1950-79, muestran una tendencia claramente lineal.

La ecuación [3] se empleó para estimar y proyectar el sacrificio de vacunos en Colombia, Brasil y Chile. En dicha expresión los coeficientes a , b , A , ω , y θ son parámetros a estimar. Los parámetros a y b resultan de la estimación de la tendencia lineal de la producción (o los precios si es el caso). Los parámetros A y ω resultan de un análisis histórico de la producción, en donde gráficamente se determinan los ciclos, se establece la amplitud y duración (período) de cada ciclo y con estos datos se estima la amplitud y período promedio de los ciclos pasados. Una vez calculado el período promedio (T) se estima ω , donde $\omega = \frac{2\pi}{T}$. El ángulo de fase (ϕ) también se determina mediante el análisis histórico, puesto que el gráfico muestra en qué ángulo de fase se encuentra el ciclo al comenzar la serie. El modelo puede mejorarse empleando amplitudes y períodos variables en función del tiempo.

Los Cuadros A2.1 a A2.4 muestran las características de la producción tanto de hembras como de machos en Colombia y Brasil en términos de: períodos, coeficientes de variación, tasas medias de crecimiento, y amplitudes. Los Cuadros A2.5 a A2.6 muestran las proyecciones de producción para consumo estimadas con la metodología anteriormente reseñada para los dos países.

Para las proyecciones del inventario que aparecen en el Anexo 1, se necesitaron proyecciones de la extracción total, las que se elaboraron mediante el uso de funciones trigonométricas. Como criterio estadístico de bondad de ajuste se empleó el coeficiente de determinación (R^2) el cual toma valores que fluctúan entre 0.60 y 0.70 para las funciones estimadas.

Cuadro A2.1 Características de los ciclos de extracción de hembras y machos en la ganadería en Colombia.

Ciclo	Período	Duración (años)	Producción (miles de cabezas)			Producción (%)	
			Rango de variación	Media	Desviación estándar	Coefficiente de variación	Tasa de crecimiento
Hembras							
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					
Machos							
1	1956-1961	5	962-1079	1024	39	3.9	1.3
2	1961-1967	6	1149-1241	1172	54	4.6	0.9
3	1967-1978	11	1205-1432	1319	81	6.1	0.0
Promedio		7					

Cuadro A2.2 Amplitud del ciclo de producción de hembras y machos en Colombia.

Ciclo	Fase	Año de valor máximo/ (mínimo)	Ciclo de producción (miles de cabezas)		
			Valor observado	Valor estimado	Amplitud respecto a la tendencia
Hembras					
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 ^b					139
Machos					
1	1	1958	1046	1006	40
	2	(1960)	1010	1050	-40
2	1	1964	1241	1138	103
	2	(1966)	1148	1182	34
3	1	1970	1432	1270	162
	2	1976	1222	1402	-180
Amplitud media ^b					93

a. Amplitud = (valor observado) - (valor estimado según tendencia)

b. La amplitud se estima con base en valores absolutos.

Cuadro A2.3 Características de los ciclos de extracción de hembras y machos en la ganadería vacuna en Brasil.

Ciclo	Período	Duración (años)	Producción (miles de cabezas)			Producción (%)	
			Rango de variación	Media	Desviación estándar	Coefficiente de variación	Tasa de crecimiento
Hembras							
1	1951-1961	10	1773-2798	2187	382.3	17.5	3.9
2	1961-1966	5	2434-2593	2538	167.5	6.6	2.8
3	1966-1973	7	2593-3264	3010	319.3	10.6	3.3
4	1973-1979	6	2233-4798	3443	843.0	24.5	2.6
Promedio		7					
Machos							
1	1955-1968	13	4258-5837	4891	379.8	7.7	1.29
2	1968-1975	7	5837-7744	6756	689.6	10.2	2.81
Promedio		10					

La Figura A2.3 muestra la serie histórica del sacrificio de hembras y la serie estimada mediante una función trigonométrica.

Cuadro A2.4 Amplitud del ciclo de extracción de hembras y machos en la ganadería vacuna en Brasil.

Ciclo	Fase	Año de valor máximo (mínimo)	Ciclo de producción (miles de cabezas)		Amplitud respecto a la tendencia ^a
			Valor observado	Valor estimado	
Hembras					
1	1	(1952)	1827	1966	- 139
	2	1958	2798	2295	503
2	1	(1961)	2355	2459	- 104
	2	1965	2737	2679	58
3	1	(1967)	2509	2788	- 279
	2	1970	3386	2953	433
4	1	(1975)	2233	3227	944
	2	1977	4798	3337	1461
Amplitud media ^b					496
Machos					
1	1	1958	5059	4736	323
	2	(1962)	4596	5240	-644
2	1	1969	6233	6122	111
	2	(1975)	6306	6878	-572
3	1	1978	7779	7256	523
	2 ^c				
Amplitud media ^b					435

a. Amplitud = (valor observado) - (valor estimado según tendencia).

b. La amplitud media se estima con base en valores absolutos.

c. La segunda fase de este ciclo aún no ha finalizado.

Cuadro A2.5 **Proyecciones del sacrificio de hembras y machos (miles de cabezas) en Colombia.**

Año	Hembras				Machos			
	Sacrificio estimado ^a			Sacrificio observado ^b	Sacrificio estimado ^a			Sacrificio observado ^b
	Tendencia	Ciclo	Total		Tendencia	Ciclo	Total	
1951	479	139.0	619	657	-	-	-	-
1952	500	69.5	570	599	-	-	-	-
1953	521	-69.5	451	549	-	-	-	-
1954	542	-139.0	403	444	-	-	-	-
1955	563	-69.5	493	483	-	-	-	-
1956	584	69.5	653	586	1026	.0	1026	962
1957	604	139.0	743	648	1043	72.7	1116	1033
1958	625	69.5	694	617	1060	90.6	1151	1047
1959	646	-69.5	577	544	1077	40.3	1117	1012
1960	667	-139.0	528	572	1094	-40.3	1054	1010
1961	687	-69.5	617	624	1111	-90.6	1020	1079
1962	708	69.5	778	715	1127	-72.1	1055	1158
1963	729	139.0	868	802	1144	.0	1144	1217
1964	750	69.5	820	843	1161	72.7	1234	1241
1965	771	69.5	702	868	1178	90.6	1269	1155
1966	792	-139.0	653	718	1195	40.3	1235	1149
1967	812	-69.5	743	647	1212	-40.3	1172	1205
1968	833	69.5	903	693	1229	-90.6	1138	1278
1969	854	139.0	993	781	1246	-72.1	1174	1426
1970	875	69.5	944	954	1263	.0	1263	1432
1971	896	69.5	827	1101	1280	72.7	1353	1405
1972	916	-139.0	777	928	1296	90.6	1387	1322
1973	937	-69.5	868	711	1313	40.3	1353	1248
1974	956	69.5	1025	810	1330	-40.3	1290	1267
1975	979	139.0	1118	1028	1347	-90.6	1256	1312
1976	1000	69.5	1070	1211	1364	-72.1	1292	1222
1977	1020	-69.5	951	1090	1381	.0	1381	1295
1978	1041	-139.0	902	1070	1398	72.7	1471	1410
1979	1062	-69.5	992	-	1415	90.6	1506	-
1980	1083	69.5	1153	-	1432	40.3	1472	-
1981	1104	139.0	1243	-	1449	-40.3	1409	-
1982	1124	69.5	1193	-	1465	-90.6	1374	-
1983	1145	-69.5	1076	-	1482	-72.1	1410	-
1984	1166	-139.0	1027	-	1499	.0	1499	-
1985	1187	69.5	1117	-	1516	72.7	1589	-
1986	1208	69.5	1278	-	1533	90.6	1624	-
1987	1228	139.0	1367	-	1550	40.3	1590	-
1988	1249	69.5	1319	-	1567	-40.3	1527	-
1989	1270	-69.5	1200	-	1584	-90.6	1493	-
1990	1291	-139.0	1152	-	1601	-72.1	1529	-

a. Sin incluir el sacrificio clandestino (10% del observado).

b. Estimado con base en la función:

$$Y = 479.5 + 20.8t + 139 \text{ sen } (1/3 \pi t + \pi/2), R^2 = 0.63.$$

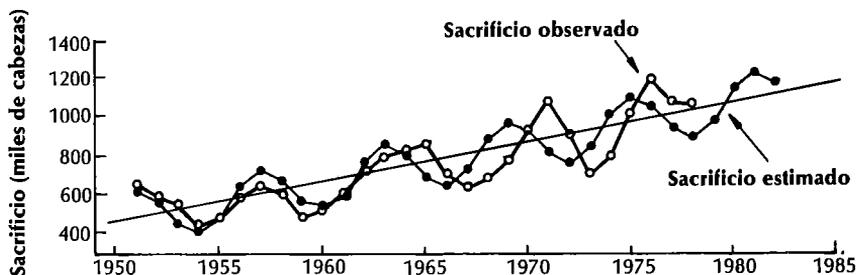
c. Estimado con base en la función:

$$Y = 1026 + 16.95t + 93 \text{ sen } (2\pi/7 t), R^2 = 0.70$$

Cuadro A2.6 **Proyecciones de producción total para consumo (miles de cabezas) en Brasil, 1953-2000^a.**

Año	Tendencia	Ciclo	Total	Año	Tendencia	Ciclo	Total
1953	6122	-759	5363	1977	10468	0	10468
1954	6303	-300	6003	1978	10649	-564	10085
1955	6485	300	6785	1979	10830	-864	9966
1956	6666	759	7425	1980	11011	-759	10252
1957	6847	864	7711	1981	11192	-300	10892
1958	7028	564	7592	1982	11373	300	11673
1959	7209	0	7209	1983	11554	759	12313
1960	7390	-564	6826	1984	11735	864	12599
1961	7571	-864	6707	1985	11916	564	12480
1962	7752	-759	6993	1986	12097	0	12097
1963	7953	-300	7653	1987	12278	-564	11714
1964	8114	300	8414	1988	12459	-864	11595
1965	8295	759	9054	1989	12640	-759	11881
1966	8476	864	9340	1990	12821	-300	12521
1967	8657	564	9221	1991	13002	300	13302
1968	8838	0	8838	1992	13183	759	13942
1969	9019	-564	8455	1993	13364	864	14228
1970	9200	-864	8336	1994	13545	564	14109
1971	9381	-759	8622	1995	13727	0	13727
1972	9562	-300	9262	1996	13908	-564	13344
1973	9743	300	10043	1997	14088	-864	13224
1974	9924	759	10683	1998	14270	-759	13511
1975	10105	864	10969	1999	14451	-300	14151
1976	10287	564	10851	2000	14632	300	14932

a. Estimada con base en la función:
 $Y = 5579.2t + 181.05t + 877 \text{ sen } (2\pi/9 t + \pi)$,
 $R^2 = 0.66$.



$$\text{Sacrificio estimado} = Y = 479.5 + 20.8t + 139 \text{ sen } (1/3\pi T + \pi/2)$$

$$R^2 = 0.63$$

Figura A2.3 *Sacrificio de hembras observado y estimado en Colombia, usando una función sinusoidal.*

Metodología para Estimar la Oferta de Carne Vacuna en una Situación de Cambio Tecnológico

Las estimaciones de oferta para consumo de carne vacuna, en condiciones de cambio tecnológico, son estimaciones ex-ante en razón de que el proceso de adopción apenas se inicia.

Para estimar la oferta de carne vacuna para consumo bajo condiciones de cambio tecnológico, se utilizó la metodología desarrollada por Nores y Estrada (1981), la cual básicamente es un ejercicio de simulación. Empleando el modelo HATSIM (Juri et al., 1977), se simula el desarrollo del hato tanto bajo tecnología tradicional como bajo tecnología mejorada. Estas simulaciones permiten determinar los niveles de inventario y de las ventas para consumo de ganado, según diferentes patrones tecnológicos. Una vez definida la productividad de cada tecnología, en términos de producción por cabeza en inventario, se simula el proceso de adopción empleándose para el efecto, funciones logísticas o sigmoideas (Figura A3.1). Las funciones logísticas reproducen bien el proceso de adopción el cual se caracteriza por una lenta adopción en sus etapas iniciales, cuando sólo los productores más progresistas y arriesgados adoptan las nuevas prácticas. A medida que la tecnología se va adoptando y se conoce más su comportamiento y rentabilidad aumenta el número de personas que lo adoptan, y el proceso se torna más masivo. Luego viene una etapa donde el número adicional de adoptadores es cada vez menor, hasta llegar a un límite donde el proceso finaliza. Las funciones logísticas se representan gráficamente como aparece en la Figura A3.1 y se expresan matemáticamente como:

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

donde:

- Y_t = es la variable que mide la adopción en el período t , en nuestro caso es el porcentaje acumulado del inventario ganadero que está bajo nueva tecnología en el período t .
- K = es el nivel máximo de adopción.
- β = se asocia a la tasa de adopción en función del tiempo.
- α, β, K = son los parámetros a estimar.

Dado que la evaluación del impacto del cambio tecnológico sobre la producción es ex-ante, en razón de que el proceso de adopción recién se inicia y no se cuenta aún con datos reales sobre los porcentajes de adopción, es preciso fijar tres puntos que corresponden a diferentes niveles de adopción y mediante esos tres puntos se elaboran las estimaciones de los parámetros de la función hipotética.

Para cada país se consideraron cuatro zonas: sabanas bien drenadas, sabanas mal drenadas, selva y resto del país. Para cada una de las zonas se asumieron diferentes patrones de adopción.

La producción anual para consumo se estimó mediante el modelo de desarrollo del hato (HATSIM) que se corrió en el computador para un período de 40 años y mediante las curvas de adopción. Los parámetros técnicos supuestos, tanto para sistema tradicional como para el mejorado, aparecen en el Cuadro A3.1. Dichas estimaciones de producción para Colombia y Brasil aparecen en los Cuadros A3.2 y A3.3, simulándose diferentes políticas de ventas las cuales se reflejan en los porcentajes anuales de desecho de hembras de cría.

Porcentaje de adopción

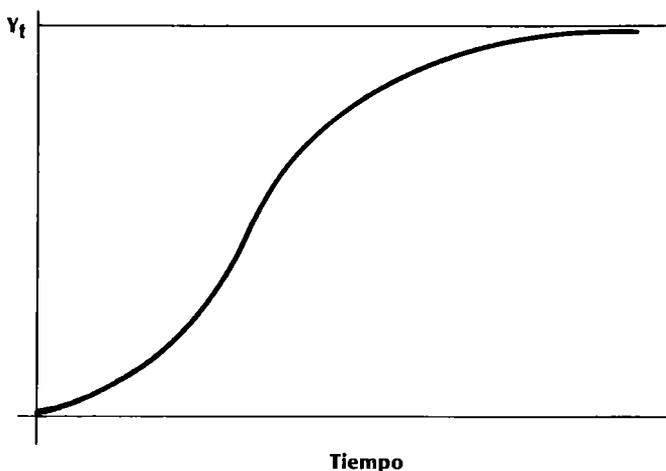


Figura A3.1 Función logística (hipotética) de adopción de nueva tecnología.

Cuadro A3.1 Parámetros técnicos utilizados para estimar la oferta de carne vacuna en condiciones de cambio tecnológico.

Parámetros	Sistema tradicional		Sistema mejorado	
	Año inicial (0)	Año final (44)	Año inicial (0)	Año final (44)
Mortalidad de terneros (%)	8.0	7.0	7.0	6.0
Mortalidad de adultos (%)	5.0	4.0	4.0	3.0
Relación toro:vaca	.05	.05	.05	.05
Tasa de natalidad (%)	55	58	55	78
Tasa de transferencia al hato de cría de terneras de: (%)				
1-2 años	0	0	0	0
2-3 años	0	0	0	60
3-4 años	100	100	100	100
Tasa de reemplazo de vacas (%)	15	15	14	24
Tasa de reemplazo de toros (%)	15	15	15	15
Proporción de machos nacidos (%)	50	50	50	50

Cuadro A3.2 Producción de carne vacuna para consumo (miles de toneladas en carcasa) en condiciones de cambio tecnológico y diferentes políticas de ventas^a en Colombia, 1985-2020.

Año	Política de			Año	Política de		
	Retención	Normal	Liquidación		Retención	Normal	Liquidación
1985	549.5	534.9	562.0	2003	978.3	852.9	846.4
1986	565.2	550.6	557.7	2004	1011.3	869.6	875.4
1987	581.2	552.1	579.3	2005	1033.1	914.2	890.5
1988	610.0	568.6	608.1	2006	1066.6	933.6	894.1
1989	627.1	571.3	610.8	2007	1114.4	964.9	923.1
1990	642.3	586.4	628.1	2008	1134.8	982.4	940.5
1991	660.4	604.1	631.5	2009	1183.3	988.4	944.1
1992	690.7	607.8	649.9	2010	1218.5	1008.2	973.4
1993	721.3	623.6	664.8	2011	1268.5	1039.8	977.2
1994	740.3	642.0	668.7	2012	1332.3	1071.3	1006.5
1995	771.3	646.4	698.3	2013	1380.9	1116.8	1022.1
1996	802.6	676.6	702.3	2014	1432.7	1134.8	1040.1
1997	808.5	681.3	731.8	2015	1485.4	1155.0	1069.6
1998	840.3	711.6	735.7	2016	1564.3	1200.8	1099.3
1999	874.3	729.9	778.7	2017	1576.9	1232.9	1117.3
2000	906.2	773.6	782.4	2018	1659.0	1279.1	1133.1
2001	938.5	803.9	825.4	2019	1711.5	1311.6	1162.8
2002	957.1	820.3	815.1	2020	1752.9	1318.9	1180.9

a. Sin incluir variaciones cíclicas.

Cuadro A3.3 Producción de carne vacuna para consumo (miles de toneladas en carcasa) en condiciones de cambio tecnológico y diferentes políticas de ventas^a, en Brasil, 1985–2020.

Año	Política de			Año	Política de		
	Retención	Normal	Liquidación		Retención	Normal	Liquidación
1985	2249.2	2191.6	2302.5	2003	4784.9	4100.8	3979.7
1986	2320.1	2263.6	2374.3	2004	4991.0	4220.6	4116.9
1987	2403.3	2290.5	2403.1	2005	5163.8	4435.1	4211.5
1988	2534.4	2375.3	2335.4	2006	5379.9	4571.1	4269.8
1989	2633.3	2420.3	2579.0	2007	5642.4	4747.7	4407.7
1990	2725.1	2509.9	2675.3	2008	5824.9	4882.7	4510.4
1991	2834.1	2613.6	2725.8	2009	6102.4	4979.6	4570.2
1992	2991.8	2672.5	2821.8	2010	6346.0	5123.0	4713.1
1993	3150.0	2772.6	2924.5	2011	6644.7	5301.4	4775.6
1994	3279.4	2888.7	2985.4	2012	6993.4	5482.1	4920.9
1995	3445.7	2957.0	3127.9	2013	7307.0	5707.1	5023.2
1996	3620.9	3113.3	3191.4	2014	7640.7	5849.0	5134.5
1997	3715.5	3188.2	3333.5	2015	7989.4	5996.9	5282.7
1998	3896.9	3344.4	3315.4	2016	8431.8	6228.8	5431.5
1999	4085.7	3457.9	3577.3	2017	8670.1	6419.2	5543.9
2000	4273.8	3655.1	3637.9	2018	9128.9	6657.2	5649.2
2001	4467.3	3815.8	3821.3	2019	9500.1	6853.7	5798.1
2002	4619.1	3930.6	3834.5	2020	9841.6	6975.6	5910.7

a. Sin incluir variaciones cíclicas.

Desempeño Experimental y a Nivel de Fincas de la Nueva Tecnología de Pastos

El propósito de este anexo es documentar el desempeño físico y económico de la nueva tecnología de pastos tanto a nivel experimental como a nivel de finca, en el área de los Llanos Orientales de Colombia (Estrada y Seré, 1982a, 1982b).

Resultados Experimentales

Los Cuadros A4.1, A4.2 y A4.3 muestran los resultados de pruebas de pastoreo de tres años de duración de diferentes gramíneas y asociaciones empleadas en ceba de novillos en la Estación Experimental de Carimagua, ubicada en los Llanos Orientales de Colombia. En estos ensayos se toma como patrón de comparación al *Brachiaria decumbens* solo.

La productividad física promedio de todos los ensayos fue de 160 kg/animal/año y de 220 kg/ha/año. En el Cuadro A4.4 se resumen los niveles de productividad empleados para la evaluación económica. Los datos de productividad media de tres años se extrapolaron a períodos de 6 y 12 años de duración de la pradera, bajo el supuesto de productividad constante a través del tiempo. Igualmente los mismos niveles de productividad se emplearon para hacer evaluaciones en distintas regiones del Llano, suponiendo diferentes precios de productos e insumos de acuerdo con las distancias entre las localidades y el principal centro de consumo.

En el Cuadro A4.5 se resume el desempeño económico de las nuevas tecnologías, expresado en términos de tasa interna de retorno. Se concluye que el *Andropogon gayanus* asociado con *Stylosanthes capitata*, *Brachiaria decumbens* con *Pueraria phaseoloides* (Kudzú), y sabana

Cuadro A4.1 Ganancia de peso de novillos pastoreando *Brachiaria decumbens* + *Pueraria phaseoloides* como banco de proteína en bloques y franjas en Carimagua;^a promedio de tres años, 1979-1981.

Tratamiento	Carga ^b (novillos/ha)	Ganancia de peso (kg/novillo)				Ganancia total anual, 359c y 339d días kg/ novillo	kg/ha
		Epoca seca, 109 días		Epoca lluviosa 250c y 230d días			
		Promedio diario	Total/ época	Promedio diario	Total/ época		
Gramínea pura	1.3/1.93	0.201	22	0.528	132	154	277
Gramínea + bloque (30%) de leguminosa	1.3/1.95	0.347	38	0.492	113	151	270
Gramínea + franjas (30%) de leguminosa	1.3/1.87	0.468	51	0.568	131	182	316

a. Se practicó la siguiente fertilización: para *Brachiaria decumbens* (puro, en bloques, y en franjas) 75 kg P₂O₅/ha al establecimiento en 1978; y para *Pueraria phaseoloides* (en bloques y en franjas) 100-50-18-21 kg/ha de P₂O₅, K₂O, MgO, y S, respectivamente, al establecimiento en 1978 y 22-28-22 kg/ha de K₂O, MgO, y S para el mantenimiento en 1979.

b. Cargas de época seca/época lluviosa, respectivamente.

c. Días de pastoreo en la gramínea pura.

d. Días de pastoreo en la gramínea con bloque y franjas de leguminosa.

FUENTE: Estrada y Seré, 1982a.

Cuadro A4.2 Ganancia de peso de novillos pastoreando *Andropogon gayanus* asociado con diferentes leguminosas en Carimagua, promedio de tres años, 1979-1981.

Tratamiento	Carga ^a (novillos/ha)	Ganancia de peso (kg/novillo)				Ganancia total anual, 366 días kg/ novillo	kg/ha
		Epoca seca, 103 días		Epoca lluviosa, 263 días			
		Promedio diario	Total/ época	Promedio diario	Total/ época		
<i>Andropogon gayanus</i> b +							
o <i>Stylosanthes capitata</i>	1.24/1.94	0.255C	24	0.636C	155	178	336
o <i>Stylosanthes capitata</i> 1019 + 1315	1.21/1.80	0.283	29	0.659d	165	194	335
o <i>Zornia</i> sp.	1.21/1.31	0.148	15	0.636	167	182	253
o <i>Pueraria phaseoloides</i>	1.21/1.83	0.371	38	0.596	157	195	330

a. Cargas de época seca/época lluviosa, respectivamente.

b. Se practicó la siguiente fertilización: para *Stylosanthes capitata* (1019 + 1315) y *Zornia* sp., al establecimiento en 1978, 50-22-18-21 kg/ha de P₂O₅, K₂O, MgO, y S, respectivamente, y para el mantenimiento en 1980, 11-13-11-13 kg/ha de P₂O₅, K₂O, MgO, y S, respectivamente; para Kudzú (*Pueraria phaseoloides*), al establecimiento en 1978, 100-50-18-21 kg/ha de P₂O₅, K₂O, MgO, y S, respectivamente, y para el mantenimiento en 1980, 19-22-18-21 kg/ha de P₂O₅, K₂O, MgO, y S, respectivamente.

c. 94 y 243 días de época seca y época lluviosa, respectivamente.

d. 250 días de época lluviosa.

FUENTE: Estrada y Seré, 1982a.

Cuadro A4.3 Ganancia de peso de novillos pastoreando sabana + *Pueraria phaseoloides*^a como banco de proteína^b en Carimagua, promedio de tres años, 1979-1981.

Carga (novillos/ha)	Ganancia de peso (kg/novillo)				Ganancia total anual, 367 días	
	Epoca seca, 109 días		Epoca lluviosa, 258 días		kg/novillo	kg/ha
	Promedio diario	Total/época	Promedio diario	Total/época		
0.25	0.136	15	0.432	112	127	32
0.50	0.055	6	0.373	97	102	51

- a. Se practicó la siguiente fertilización para el Kudzú (*Pueraria phaseoloides*): al establecimiento en 1978, 100-50-18-21 kg/ha de P₂O₅, K₂O, MgO, y S, respectivamente, y para el mantenimiento en 1980, 19-22-18-21 kg/ha de P₂O₅, K₂O, MgO, y S, respectivamente. También se aplicaron 110 kg Sulpomag/ha en octubre, 1981 para el mantenimiento.
- b. 2000 m²/animal.

FUENTE: Estrada y Seré, 1982a.

natural con *Pueraria phaseoloides* como banco de proteína, muestran tasas internas de retorno consistentemente superiores a las de *Bracharia decumbens* solo.

Las anteriores evaluaciones indican que: (a) la rentabilidad real es muy sensible a la duración de la pradera, (b) el retorno a la inversión sin incluir el costo de la tierra, disminuye a medida que se incrementa la distancia hasta el principal centro de consumo (Bogotá), por efecto de los mayores costos de transporte; pero la tasa de retorno a la inversión total (incluyendo la tierra) es mayor en las zonas más lejanas por efecto del menor costo de la tierra. Lo anterior implica que la adopción de nueva tecnología genera una renta para los productores que la adoptan inicialmente, pero esta renta desaparecerá a medida que se difunda la tecnología, aumente la demanda por tierra y ésta suba de precio. Este hecho se repite en todos los casos de adopción de nuevas tecnologías.

Resultados a Nivel de Finca

Los resultados a nivel de finca de la nueva tecnología se originan en información proveniente del Proyecto de Evaluación Técnico-económica de los Sistemas de Producción Ganadera (ETES) desarrollado en Colombia, Brasil, Venezuela y Panamá. En la primera etapa de este proyecto (conducido conjuntamente por CIAT, la Sociedad Alemana de Cooperación Técnica (GTZ), y la Universidad de Berlín) se elaboró un diagnóstico de las condiciones de producción ganadera en términos de nivel tecnológico, producción, productividad y dotación y uso de factores en las regiones de interés en los países. La segunda fase del proyecto, desarrollada solamente en Colombia, consiste en la validación, a nivel de finca, de la nueva tecnología para establecer su desempeño técnico y económico.

Cuadro A.4.4 Productividad supuesta para la evaluación económica.

Sistema	Epoca seca (3 1/2 meses)			Epoca lluviosa (8 1/2 meses)			Ganancia total anual kg/cabeza ha			
	Carga (ton/ha)		Ganancia de peso (kg/cabeza) Total	Carga (ton/ha)		Ganancia de peso (kg/cabeza) Total				
	A ^a	B ^b		A ^a	B ^b					
A. gavanús + S. capitata	1.2	0.82	0.255	26.7	1.9	1.29	0.636	165.3	192.0	235.1
A. gavanus + Zornia	1.2	0.82	0.148	15.5	1.3	0.88	0.636	165.3	180.8	158.2
A. gavanus + Kudzú	1.2	0.82	0.371	38.9	1.8	1.22	0.596	154.9	193.8	220.1
Sabana + Kudzú (0.17 cabeza/ha)	0.3	0.17	0.136	14.2	0.3	0.17	0.432	112.3	126.5	21.5
Sabana + Kudzú (0.34 cabeza/ha)	0.5	0.34	0.055	5.7	0.5	0.34	0.373	96.9	102.6	34.9
B. decumbens	1.3	0.88	0.201	21.1	1.9	1.29	0.528	137.3	158.4	195.7
B. decumbens + Kudzú (bloques)	1.3	0.88	0.347	36.4	1.9	1.29	0.492	127.9	164.3	197.0
B. decumbens + Kudzú (franjas)	1.3	0.88	0.468	49.1	1.9	1.29	0.568	147.6	196.7	233.6
B. decumbens en fincas	-	-	-	-	-	1.26	0.430	112.0	112.0	141.1

a. Carga utilizada en experimentación con base en un novillo de 170 kg de peso inicial.

b. Carga con base en un novillo de 250 kg de peso inicial, ajustando por igual peso vivo inicial por hectárea.

FUENTE: Estrada y Seré, 1982a.

Cuadro A4.5 Rentabilidades reales^a de ceba en distintas alternativas de pasturas mejoradas según ubicación geográfica y persistencia de la pastura.

Sistema	Tasa interna de retorno (%)								
	Puerto López			Puerto Gaitán			Carimagua		
	Persistencia 6 años	Persistencia 12 años	Persistencia 6 años	Persistencia 6 años	Persistencia 12 años	Persistencia 6 años	Persistencia 6 años	Persistencia 12 años	Persistencia 12 años
A. gyanus + S. capitata	28.08	30.40	26.14	28.08	24.22	24.22	24.22	26.23	26.23
A. gyanus + Zornia	21.75	24.40	19.82	22.65	18.01	18.01	18.01	20.87	20.87
A. gyanus + Kudzú	21.02	23.79	19.03	21.61	19.86	19.86	19.86	17.78	17.78
Sabana + Kudzú (0.17 cab/ha)	24.18	24.89	22.10	22.86	20.01	20.01	20.01	20.87	20.87
Sabana + Kudzú (0.34 cab/ha)	17.10	17.79	15.06	15.70	13.11	13.11	13.11	13.89	13.89
B. decumbens	22.58	24.65	20.55	22.69	18.48	18.48	18.48	20.69	20.69
B. decumbens + Kudzú (bloques)	20.75	23.11	18.77	21.13	16.75	16.75	16.75	19.20	19.20
B. decumbens + Kudzú (franjas)	26.78	28.88	24.70	26.90	22.58	22.58	22.58	24.88	24.88
B. decumbens en fincas	14.04	16.23	12.47	14.73	10.69	10.69	10.69	13.04	13.04

a. Tasa interna de retorno (TIR) total del modelo de 300 hectáreas sin incluir valor de la tierra.

b. Todas estas localidades están situadas en los Llanos Orientales de Colombia.

FUENTE: Estrada y Seré, 1982a.

Cuadro A4.6 Productividad media de la tecnología mejorada lograda en estación experimental y en finca comercial.

Productividad media	Finca comercial	Estación experimental (Carimagua)
Ganancia de peso:		
kg/cabeza	111.6	145.0
kg/ha	159.5 (134.0) ^a	177.0

- a. Como el *Desmodium ovalifolium* no se pastoreó, la cifra entre paréntesis muestra la productividad por hectárea calculada con el área total, es decir incluyendo el *D. ovalifolium*.

Cuadro A4.7 Rentabilidad real (%) del uso de nueva tecnología para ceba en una finca de los Llanos Orientales, Colombia.

Duración de la pradera	Tratamiento	
	A ^a	B ^b
Pradera de 6 años		
Con una ganancia de 112 kg ^C	8.55	11.21
Con una ganancia de 145 kg ^C	16.58	19.63
Pradera de 20 años		
Con una ganancia de 112 kg ^C	12.47	14.49
Con una ganancia de 145 kg ^C	20.05	22.45

- a. *Brachiaria decumbens* (21 ha) + *Desmodium ovalifolium* (4 ha).
 b. *Brachiaria decumbens* (21 ha).
 c. Medida en kilogramos de peso vivo por novillo.

FUENTE: Estrada y Seré, 1982b.

Uso de la Nueva Tecnología en Ceba

A continuación se presentan los resultados del uso de nueva tecnología en ceba de novillos en una finca ubicada en los Llanos Orientales de Colombia. En esta finca se plantaron 21 hectáreas de *Brachiaria decumbens* y cuatro de *Desmodium ovalifolium* con el propósito de cebar novillos durante la estación de lluvias (9 meses). Las productividades medias de la ceba en una finca y las logradas a nivel experimental se presentan en el Cuadro A4.6.

La evaluación económica en términos de tasas internas de retorno aparece en el Cuadro A4.7. Las tasas internas de retorno fluctúan entre 8.6% y 22.5% dependiendo de la duración de la pradera y de las ganancias de peso; en este caso se emplearon alternativamente las ganancias de peso a nivel de finca (112 kg/cabeza) y a nivel experimental (145 kg/cabeza).

Uso de Nueva Tecnología en Hatos de Cría

En otra finca de los Llanos Orientales, se plantaron entre 1979 y 1980, 170 hectáreas de pasto mejorado que constituyen el 5.6% del área total de la finca. Las asociaciones y especies sembradas fueron: *Andropogon gayanus* y *Stylosanthes capitata*, *Brachiaria decumbens* y *Desmodium ovalifolium*, *Andropogon gayanus*, *Zornia latifolia* y *Pueraria phaseoloides*.

Los beneficios del uso del pasto mejorado se manifiestan en: incremento del peso promedio de las vacas, incremento del peso promedio de los terneros destetados, incremento del número de terneros obtenidos y, adicionalmente, reducciones de las tasas de mortalidad tanto de vacas como de terneros. En el Cuadro A4.8 aparece el impacto de la nueva tecnología sobre el peso de los vacunos. En el Cuadro A4.9 se presenta el efecto de la tecnología sobre la tasa de reconcepción en la lactancia, este último concepto empleado como indicador del incremento en la tasa de natalidad.

Las evaluaciones económicas muestran, nuevamente, que la rentabilidad es muy sensible a la duración de la pradera y que la rentabilidad

Cuadro A4.8 Impacto del uso de pastos mejorados sobre el peso de los vacunos en una finca en los Llanos Orientales de Colombia.

Año	Vacas		Terneros destetados		Vacas para sacrificio	
	Número	Peso (kg)	Número	Peso (kg)	Número	Peso (kg)
1979 (Nov)	330	255	159	97	50	-
1980 (Abr)	347	295	-	-	21	218
1980 (Nov)	308	321	151	130	-	-
1981 (Abr)	378	305	-	-	23	-
1981 (Nov)	402	301	210	118	27	291

FUENTE: Estrada y Seré 1982b.

Cuadro A4.9 Reconcepción de vacas en lactancia en una finca de los Llanos Orientales, de Colombia.

Año	Total de vacas en el inventario (no.)	Vacas que reconcieron durante la lactancia	
		Número	% del total
1979 (Nov)	82	0	100.0
1980 (Abr)	161	4	2.5
1980 (Nov)	70	5	7.1
1981 (Abr)	188	1	0.5
1981 (Nov)	226	15	6.6

FUENTE: Estrada y Seré, 1982b.

Cuadro A4.10 Tasas marginales de retorno (%) en operaciones de cría con nueva tecnología en una finca de los Llanos Orientales, Colombia, bajo diferentes supuestos.

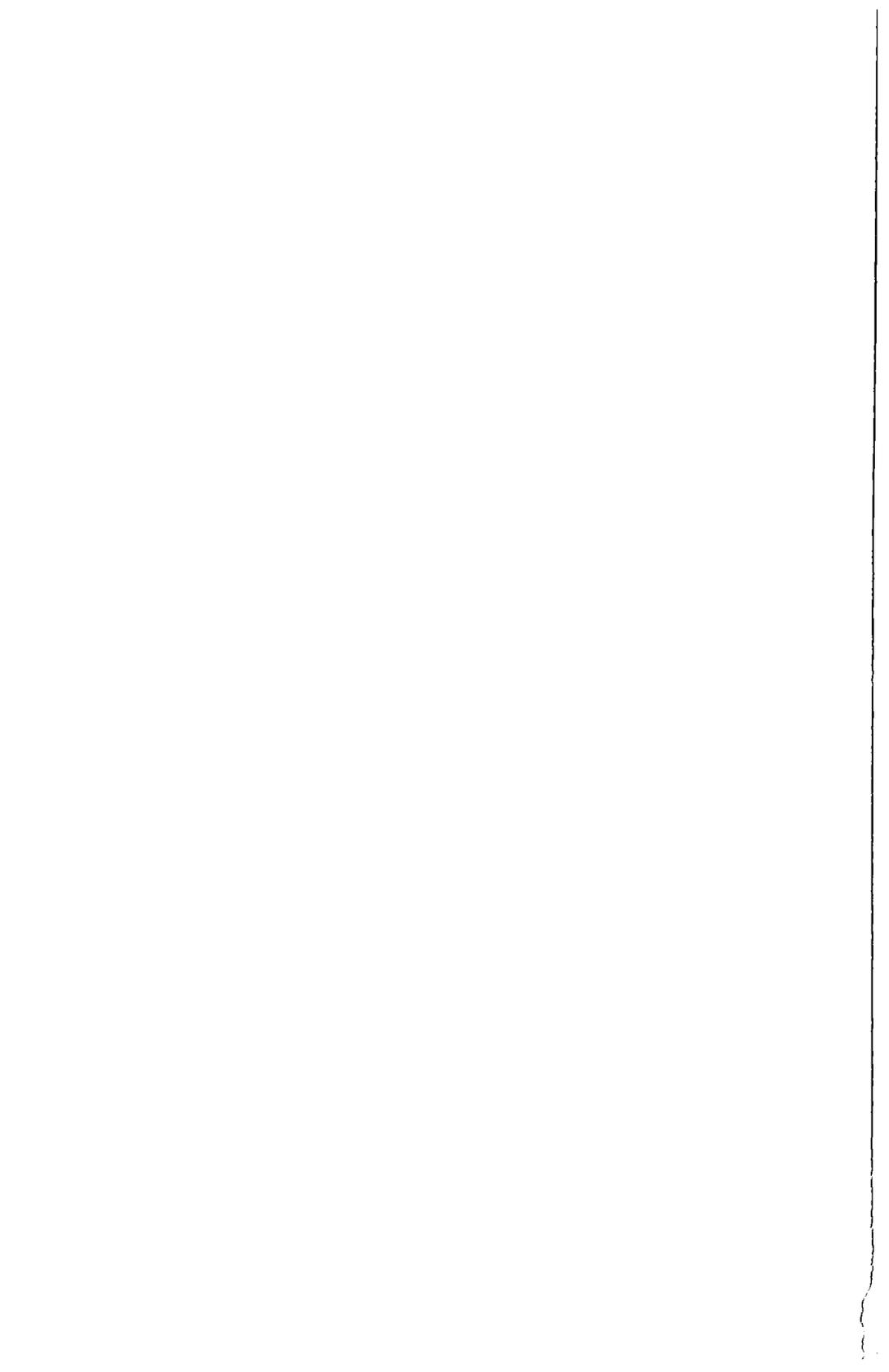
Sistema	Duración de la pradera			
	6 años		12 años	
	A ^a	B ^b	A ^a	B ^b
Con costos actuales:				
Alternativa de Beneficio 1	13.65	8.64	19.42	19.20
Alternativa de Beneficio 2	- 0.28	-14.05	6.09	3.85
Alternativa de Beneficio 3	7.15	- 0.71	13.37	12.67
Con costos que excluyen la resiembra:				
Alternativa de Beneficio 1	16.15	11.28	21.29	21.06
Alternativa de Beneficio 2	1.36	-12.34	6.98	4.85
Alternativa de Beneficio 3	9.23	1.52	14.77	14.07

- a. Incluye el valor de la ganancia de peso de las vacas entre el comienzo y el fin del proyecto;
 b. Excluye el valor de la ganancia de peso de las vacas.

FUENTE: Estrada y Seré, 1982b.

crece sustancialmente cuando se incluye el valor del peso adicional de las vacas al final del proyecto. En el Cuadro A4.10 aparecen diferentes rentabilidades según duración de la pradera, inclusión o exclusión de costo de resiembra y tres alternativas sobre beneficios, a saber: La Alternativa 1 incluye (a) valor de las ventas de vacas cebadas, (b) valor del incremento en peso de terneros destetados y, (c) valor de los terneros adicionales. La Alternativa 2 sólo incluye los literales (a) y (c) y la Alternativa 3 incluye los literales (a) y (c) y el valor de la reducción de las tasas de mortalidad tanto de vacas como de terneros.

La Alternativa 3 que incluye los valores de reducción de la mortalidad no implica un incremento notorio de la rentabilidad, pero debe tenerse en cuenta que ésto no necesariamente es válido para otras fincas donde en la actualidad los índices de mortalidad son muy altos.



Referencias

- Banco Central del Paraguay, Fondo Ganadero. 1981. Situación y perspectivas de la ganadería de carne en Paraguay. Asunción, Paraguay.
- Banco de la República. 1966-1980. Revista Mensual. Bogotá, Colombia.
- . 1980. Informe anual del gerente a la Junta Directiva. Anexo estadístico 1972-1977. Cali, Colombia.
- Banco Mundial. 1967. Informe de evaluación del Banco Mundial. Documento interno. Washington, D.C.
- . 1979. Elasticidades-ingreso de demanda. 1978 World Bank atlas. Washington, D.C.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1977-1981. Informes anuales. Cali, Colombia.
- . 1980-1982. Latin American agriculture: trend highlights for CIAT commodities. Documento interno. Cali, Colombia.
- . 1981a. Informe anual. Cali, Colombia.
- . 1981b. Latin American agriculture: trend highlights for CIAT commodities. Documento interno Econ. 1.6. Cali, Colombia.
- Cochrane, Thomas T. 1978. Evaluación de los sistemas de sabana en América tropical para la producción de ganado de carne: un estudio en marcha. En: Tergas, L.E. y Sánchez, P.A. (eds.), Producción de pastos en suelos ácidos de los trópicos. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia. p.3-16.
- Cordeu, José Luis. 1967-1982. Artículos varios. Anales de la Sociedad Rural Argentina. Políticas Ganaderas. Buenos Aires, Argentina.
- . 1969. La cooperación, el comercio de productos básicos y la seguridad alimentaria. Consulta de expertos sobre cooperación e integración agrícola en América Latina. Asunción, Paraguay.
- . 1981. La defensa del precio de los productos básicos de América Latina. Trabajo presentado en el Primer Seminario sobre Integración Agrícola de los Países del Grupo Andino, Cali, Colombia, Diciembre, 1981.
- y Pañeda, Cándido. 1981. Potencial de producción ganadera en América Latina, Proyecto colaborativo FAO/Centro Internacional de Agricultura Tropical. FAO Oficina Regional para América Latina, Santiago, Chile. (mimeo).
- DANE (Departamento Nacional de Estadística). 1966-1981. Boletines mensuales de estadística. Bogotá, Colombia.
- DNP (Departamento Nacional de Planeación). 1980. La economía ganadera en Colombia.

- Unidad de Estudios Agrarios. *Revista de Planeación y Desarrollo* (Bogotá, Colombia) 12(3).
- EMBRAPA-CPAC (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária—Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados). 1979. *Cerrado: uso e manejo—5o. Simposio sobre o Cerrado*. Editerra, Brasília, Brasil.
- Empresas Varias de Medellín. *Feria de ganados. Resúmenes 1966–1981*. Medellín, Colombia. (información sin publicar).
- Estrada, Rubén Darío y Seré, Carlos. 1982a. *Análisis económico de sistemas de ceba en pastos mejorados en los Llanos Orientales de Colombia*. Documento interno. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia. (mimeo).
- y ———. 1982b. *Physical and economic performance of improved pastures on farms*. Documento interno. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia. (mimeo).
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 1971. *Agricultural commodity projections 1970–1980*. Roma.
- . 1979–1980. *Anuarios de producción*. Roma.
- FGV (Fundação Getúlio Vargas). 1970–1980. *Preços recebidos pelos agricultores*. Instituto Brasileiro de Economia, Divisão de Estatística e Econometria. Rio de Janeiro, Brasil.
- Fredes Loyola, Manuel Antonio. 1981. *Perspectivas de Chile en el comercio internacional de carne vacuna. Tesis para optar el grado de Licenciado en Agronomía*. Facultad de Ciencias Agrarias, Veterinarias y Forestales, Santiago de Chile, Chile.
- Fundação João Pinheiro. Instituto de Planejamento Económico e Social (IPEA). Secretaria de Estado do Planejamento e Coordenação Geral. 1979a. *Programa nacional de pecuária. v. 11. Análise institucional do complexo pecuário: Diagnóstico*. Belo Horizonte, Brasil.
- . 1979b. *Programa nacional de pecuária. v. 17. Anexo — Síntese do diagnóstico*. Belo Horizonte, Brasil.
- . 1979c. *Programa nacional de pecuária. v. 18 Anexo — Síntese do PNP*. Belo Horizonte, Brasil.
- . 1979d. *Programa nacional de pecuária. v. 2. Bovino cultura de corte: Diagnóstico*. Belo Horizonte, Brasil.
- . 1979e. *Programa nacional de pecuária. v. 3. Bovino cultura de leite: Diagnóstico*. Belo Horizonte, Brasil.
- Gutiérrez, A.; Cordeu, J.L.; Gómez Otálora, H; y Reza, L. 1979. *Uruguay: economic memorandum—A World Bank country study*. Banco Mundial, Washington, D.C.
- Hertford, Reed. 1980. *Caracterización del sector ganadero de Colombia, 1950–1975*. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia. (en Impresión).
- ICA (Instituto Colombiano Agropecuario). 1980. *Sector agropecuario colombiano: Diagnóstico tecnológico*. Bogotá, Colombia. p. 706-708.
- IEC (Instituto de Estudios Colombianos). 1975. *Los Llanos Orientales de Colombia: Estudio descriptivo*. Bogotá, Colombia.
- IMF (International Monetary Fund). 1965–1980. *International financial statistics*. Washington, D.C.
- . 1974–1981. *International financial statistics*. Washington, D.C.
- IPEA (Instituto de Planejamento Económico e Social). Instituto de Planejamento (IPLAN). 1973. *Aproveitamento atual e potencial dos Cerrados. v. 1. Base física e potencialidades da região*. Departamento de Estudos Rurais, Secretaria de Agricultura de Minas Gerais, Brasília, Brasil.
- Jarvis, Lovell S. 1981. *Predicting the diffusion of improved pastures in Uruguay*. *American Journal of Agricultural Economics*. 63(3).
- Juri, Patricia; Gutiérrez, Nestor F.; y Valdés, Alberto. 1977. *Modelo de simulación por computador para fincas ganaderas*. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia.

- MAC (Ministerio de Agricultura y Cría). Anuario Estadístico Agropecuario. Caracas, Venezuela. Varios años.
- Ministerio da Agricultura. 1974-1979. Estatísticas cadastrais. No. 1-4. Instituto Nacional de Colonizacao e Reforma Agraria, Brasília, Brasil.
- Nores, Gustavo A. 1981. Generación y transferencia de tecnología de forrajeras en el trópico latinoamericano. Trabajo presentado en el Congreso Interamericano sobre Agricultura y Producción de Alimentos, Foro de las Americas, Sao Paulo, Brasil, Sept. 8-11, 1981.
- y Estrada, Rubén Darío. 1981. Estimación de los beneficios y costos del cambio tecnológico en la ganadería vacuna en América Latina. Programa de Pastos Tropicales, Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia. (estudio en proceso).
- y Gómez, Guillermo. 1979. Sistemas de producción porcina: Un análisis exploratorio de problemas y alternativas de investigación en países de América Latina Tropical. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia. (mimeo).
- OPYP (Oficina de Política y Programación Agropecuaria). 1981. Ministerio de Agricultura. Montevideo, Uruguay. (comunicación personal).
- Raun, Need S. 1976. Beef cattle production practices in the lowland American tropics. *World Animal Review*. No. 19. FAO-UNESCO, Roma. p.18-23.
- Rivas Ríos, Libardo. 1980a. Ciclos de producción y precios de la ganadería vacuna en Colombia. Proyecto FAO/Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia. (mimeo).
- . 1980b. Proyecciones de producción: Demanda y déficit de carne vacuna en Colombia. 1980-2000. Proyecto FAO/Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia. (mimeo).
- . 1981a. Brasil: Producción, consumo y comercio de carne vacuna. Proyecto FAO/Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia. (mimeo).
- . 1981b. Ciclos y estacionalidades de la producción de carne vacuna en Brasil. Proyecto FAO/Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia. (mimeo).
- . 1981c. Generación de tecnología ganadera, restricciones a la adopción y política económica: los casos de Colombia y Brasil. Proyecto FAO/Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia. (mimeo).
- . 1981d. Generación y proyección de inventarios vacunos en Brasil. Proyecto FAO/Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia. (mimeo).
- . 1981e. Metodología para recomposición y proyección de inventarios ganaderos. Trabajo presentado en la 8a. Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal (ALPA), Santo Domingo, República Dominicana, Oct. 4-10, 1981.
- y Nores, Gustavo A. 1979. La evolución de la ganadería bovina en América Latina, 1960-1977. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia. (mimeo).
- Rubinstein, Eugenia M. de y Nores, Gustavo A. 1980. Gastos en carne de res y productos lácteos por estrato de ingreso en doce ciudades de América Latina. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia. (mimeo).
- Sánchez, Pedro A. e Isbell, Ray F. 1979. Comparación entre los suelos de los trópicos de América Latina y Australia. En: Tergas, L.E. y Sánchez, P.A. (eds.), Producción de pastos en suelos ácidos de los trópicos. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia.
- Tergas, L.E. y Sánchez, P.A. (eds.). 1978. Producción de pastos en suelos ácidos de los trópicos. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia.
- Universidad Católica de Chile. 1979. Panorama económico de la agricultura. Santiago de Chile, Chile.
- USDA (U.S. Department of Agriculture). 1970-1981. Foreign Agriculture Circular—Livestock and meat. Washington, D.C.
- . Foreign Agricultural Service (FAS). 1978-1981. Foreign Agricultural Circular—livestock and meat. Washington, D.C.

