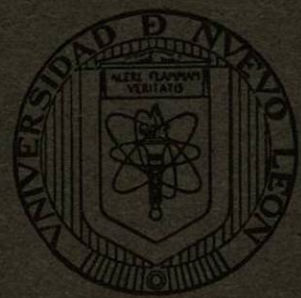


KARDEX

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE ECONOMIA



"EQUILIBRIO DE UNA PLANTA CRIADORA DE GANADO:
UN MODELO DE OPTIMIZACION."

TESIS

QUE PRESENTA

Enrique Barraza Allande

EN OPCION AL TITULO DE
LICENCIADO EN ECONOMIA



REY, N. L.

NOVIEMBRE DE 1971

T

HD940

B3

C.1

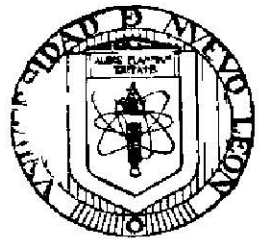
UNID



1080064046

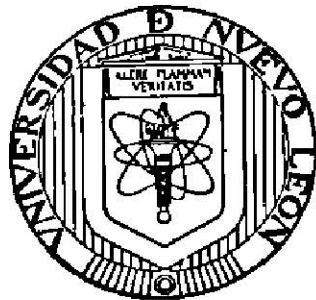
97
B269e
e.1

A. 183



J. BLI TEGA C N ELO MEYER L
FACULTAD DE ECONOMÍA U.N.L.
MONTE REY, M. L.

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE ECONOMIA



**"EQUILIBRIO DE UNA PLANTA CRIADORA DE GANADO:
UN MODELO DE OPTIMIZACION."**

T E S I S

QUE PRESENTA

Enrique Barraza Allande

**EN OPCION AL TITULO DE
LICENCIADO EN ECONOMIA**

MONTERREY, N. L.

NOVIEMBRE DE 1971

T
HD 9433
B3



Biblioteca Central
Magna Salsabud

F. tesis



BU Raúl Rangel Fierro
UANL
FONDO
TESIS LICENCIATURA

A mis Padres y a mis hermanos.

A "Grise" :
mi inseparable compañera.

AGRADECIMIENTO

Algunas de las ideas fundamentales de esta tesis aparecen en "Ensayos", revista de la Facultad de Economía de la U.A.M.L. (nov. 1970) en un trabajo presentado por mí como requisito a uno de los cursos que se imparten en esa Facultad. En dicho trabajo me ví beneficiado de los valiosos comentarios de dos de mis maestros: el Ing. Eladio Saenz Q. y el Dr. Marín Maydón G. quienes acertadamente me brindaron su labor de asesoría.

El presente trabajo contempla modificaciones — substanciales en el planteamiento de algunas ideas inducidas por las insistentes sugerencias del Dr. Luciano Barraza, quien señaló importantes limitaciones del trabajo inicial.

Deseo hacer explícito mi agradecimiento a estas personas por haberme subsidiado con uno de los factores — más escasos: ideas.

E. Barraza.

I N D I C E

CAPITULO	PAGINA
INTRODUCCION	
I TIPO DE PRODUCCION. RANCHO DE AGOSTADERO.	6
A) El Producto.	6
B) Condiciones Naturales.	7
C) Condiciones Económicas.	13
II LA FORMULACION DEL MODELO.	19
A) Actividades Alternativas de la Planta.	20
B) Relaciones entre las Actividades y los Insumos.	21
C) Relaciones de Substitución - entre las Actividades.	23
D) Reproducción.	25
E) El Ingreso de la Planta	26
F) Maximización del Ingreso	28
G) Hipótesis.	29
III VALIDEZ EXPLICATIVA DEL MODELO.	32
A) Cantidades fijas de Insumos.	33
B) Coeficientes Técnicos.	38
C) Los Coeficientes de la función Objetivo.	49
D) Reformulación del Modelo y Solución del Problema Lineal.	60
E) Prueba de Hipótesis.	63
IV EFECTOS DE ALGUNAS POLITICAS DE PRECIOS A TRAVES DE RESTRICCIONES A LA EXPORTACION.	67
A) Políticas que permiten la Exportación de Becerras.	69
B) Permisos de Exportación solo para Becerras menores de un año.	71
C) Restricción total a las Exportaciones.	73
D) El Rendimiento del Capital - para el Rancho Tipo.	76
E) Una Nota Final.	76
APENDICE.	83
BIBLIOGRAFIA.	87

I N T R O D U C C I O N

Por sus características topográficas y climatológicas, nuestro país ofrece amplias perspectivas para el incremento y desarrollo de la producción pecuaria. Según el Censo Agrícola y Ganadero de 1960, el 49.3% de la superficie total del país corresponde a áreas con pasto.

A pesar de la amplia potencialidad ganadera, este sector ha estado relativamente estancado al resto de los demás sectores de la economía. Mientras el producto interno bruto ha crecido en los últimos años a una tasa media anual de 6.2%, el incremento del producto ganadero ha sido de solo 4.2%. Este fenómeno se ha venido observando a lo largo del desarrollo histórico de la economía mexicana y se puede ver claramente en los datos de producto nacional por sectores - que aparecen en el Cuadro #2 del apéndice. Excepto para el período 1922-1935 en el que hubo una fuerte recuperación de las existencias de ganado diezmadadas a consecuencia del movimiento armado, el valor agregado del sector ganadero ha crecido a tasas menores de lo que lo ha hecho el producto total.

Frecuentemente, el estancamiento de este sector se le asocia con los bajos consumos per cápita de carne y con la insuficiencia proteínica en la dieta de la población. En consecuencia, se ha venido planteando la necesidad de impulsar el desarrollo ganadero a través de medidas de política económica.

Paralelamente, muchas razones se han argüido para explicar dicho estancamiento. Generalmente éstas se han planteado explicando el leve crecimiento de la oferta, sin embargo hay quienes atribuyen dicho estancamiento a la insuficiencia de la demanda.

En el análisis del sector; tanto para fines de políticas económicas, como para la formulación de hipótesis que expliquen su retraso, se hace relevante considerar importantes diferencias en la forma de producción de las plantas.

En la crianza de ganado, la localización geográfica de los ranchos determina diferencias en los tipos de climas y suelos, y por tanto en la calidad de los pastizales; elemento básico en la alimentación del ganado. Similarmente, la localización provoca diferencias en las disponibilidades de agua, en la incidencia de plagas y enfermedades así como en las razas que es posible introducir.

De esta forma, se crean diferencias tecnológicas entre las distintas zonas climáticas del país.

Pero la división más importante que podemos establecer es desde el punto de vista de los mercados, ya que en la ganadería mexicana podemos distinguir un sector de exportación que corresponde a la zona norte, orientado al mercado de los Estados Unidos, y un sector que corresponde a la zona sur del país orientado solo a los mercados nacionales.

La exportación es autorizada conjuntamente por la Secretaría de Agricultura y Ganadería y la de Industria y Comercio, y solo se permite exportar ganado en pie a los productores norteros. Para asegurar esto, los permisos de exportación se canalizan a través de las organizaciones de productores; las uniones regionales ganaderas, quienes previamente han convenido en cuotas específicas con esas Secretarías para después distribuir las entre sus agremiados. La principal razón que se arguye al solo expedir permisos a los productores de la zona norte, es que expedirlos en forma generalizada implicaría llevar a una escasez de carne para el consumo doméstico.

Sin embargo, antes de 1947 cualquier ganadero podía exportar animales a los Estados Unidos, pero a partir de ese año, México y los Estados Unidos reconocieron oficialmente que nuestra ganadería padecía una epizootia comúnmente llamada fiebre aftosa, en tal virtud fué cerrada la frontera para la exportación de ganado en pie y todos los productos frescos refrigerados y congelados. A fines de 1954 México quedó definitivamente libre de la fiebre aftosa, aunque los Estados Unidos arguyeron que con el fin de evitar la contaminación de ésta y de otras enfermedades, se seguirían guardando grandes precauciones para lo cual se dividió el país en dos zonas: la del norte sin ninguna sospecha y que podía comerciar libremente con su ganado y otros productos, y la del sur a la que no se le concedió autorización para exportar ganado en pie.

La existencia del sector exportador, ha traído -- fuertes controversias políticas, pues se arguye a menudo que las exportaciones agravan el problema de escasez interna, ya que parte de la producción se dirige al mercado exterior. Desde este punto de vista se tratan de justificar restricciones a la actividad de exportación (cuotas fijas, eliminación de subsidios, permisos de exportación solo para novillos menores de dos años, impuestos a la exportación, etc.).

Por otra parte, los problemas de Balanza de Pagos que en los últimos años ha enfrentado el país y la necesidad concomitante de incrementar las exportaciones son la base de quienes arguyen en favor de eliminar dichas restricciones y dar mayores incentivos a la exportación.

Así, en el corto plazo, incrementos en el consumo doméstico de carne y mayores exportaciones de dicho producto se han venido plantenado como dos objetivos deseables de política económica que en el intento de lograrlos se presentan como incompatibles.

Sin embargo, en el largo plazo, políticas encaminadas a desarrollar el sector pueden lograr ambos objetivos; elevar la producción para el consumo doméstico e incrementar substancialmente las exportaciones. De esta forma, las políticas económicas para la ganadería podemos dividir las básicamente en dos grupos:

A) Políticas de corto plazo en donde se hace necesario decidir acerca de las exportaciones y,

B) Políticas de largo plazo donde se planteé como meta el aumento de la producción pecuaria.

En ambos tipos de políticas, quienes hacen las decisiones implícitamente clasifican y jerarquizan los objetivos en algún orden de preferencias. Determinados estos objetivos, el tipo de medidas que se deciden, dependen del análisis e interpretación que se hace para explicar los problemas objeto de política, así como del grado de predicción respecto a los efectos que las diferentes medidas pueden traer.

La clasificación y jerarquización de los objetivos en orden de prioridades está determinado de alguna forma por un proceso político.

La explicación de los problemas y la predicción de los efectos que algunas medidas pueden traer, están determinados por el análisis que se haga de la realidad. Aquí, la implementación de la teoría económica resulta relevante.

Con lo anterior en mente, consideré interesante presentar una base analítica para la toma de decisio-

nes de política económica a corto plazo para el sector ganadero: Medir a nivel de una planta o rancho tipo, el efecto de diferentes medidas para la exportación en términos de número de animales, kilos de carne y valor de la producción que se deja de dirigir al mercado doméstico a consecuencia del tipo de exportación adoptado.

Con este propósito, diseñé un modelo de equilibrio de corto plazo, para una planta criadora de ganado en la zona norte, que viniera a dar una representación simplificada de la forma de producción. En este modelo se consideran 36 actividades alternativas de producción cada una con precios diferentes. Se asume que el productor desea maximizar el beneficio derivado de la venta de animales y que existen relaciones lineales entre el producto y los insumos que se consideran fijos. De esta forma, el modelo se reduce a un problema de programación lineal en el que hay que maximizar una función objetivo sujeta a restricciones.

Como esta representación o modelo, explica el actual comportamiento de las plantas se analizó por medio de simulaciones - cómo se afectaría la oferta relativa de los ranchos (las cantidades vendidas de los diferentes tipos de animales) ante variaciones de los precios, derivadas de posibles políticas que se asuman con respecto a la exportación.

I.- TIPO DE PRODUCCION.- Rancho de Agostadero.

En este capítulo se trata de dar una descripción general y somera de la forma de producción de una planta típica en la zona estudiada; consideré necesario incluirlo, dado que la construcción del modelo intenta explicar el funcionamiento de una planta, y como en cualquier explicación de una realidad, fué necesario hacer abstracciones.

La validez explicativa que el modelo pueda tener estriba por tanto, en que los puntos o cuestiones que deja a un lado sean relativamente irrelevantes para explicar tal situación y en la consistencia lógica de las abstracciones mismas. Todo lo anterior puede apreciarse solo si se conoce un poco acerca de la forma de producir el ganado bovino. Por otra parte, en el modelo se manejan algunos conceptos que pueden aclararse conociendo acerca de la forma de producción.

A) EL PRODUCTO.

Cualquier rancho ganadero que esté orientado al mercado, tratará de satisfacer los requerimientos de éste, — produciendo lo que el mercado pide a través del sistema de precios. Para los ranchos localizados en la zona norte — existe la posibilidad de exportar a los Estados Unidos becerros menores de dos años. De esta forma, el productor enfrenta dos mercados: el doméstico y el de exportación. Dado que en ambos tipos de mercados existen canales de distribución relativamente desarrollados, con intermediarios especializados, el productor generalmente vende su producto en la planta, o bien lo lleva a corrales de compra-venta de mayoristas localizados en los centros urbanos. De esta for

ma él vende en un mercado de "ganado en pie" en el cual existen precios diferenciales por kilo según edad del animal, gordura y raza del mismo.

Resulta entonces que los ranchos ganaderos tienen distintas alternativas de producción: animales machos y hembras de distintas edades, gorduras y razas para los cuales existen precios diferenciales. Veamos cuales son los factores que inciden en la producción y aumento de peso de los animales.

B) CONDICIONES NATURALES.

Condiciones que son relativamente incontrolables o susceptibles de ser modificadas por el productor individual, como condiciones de clima, calidad de pastos crecimiento y reproducción de los animales etc. Aunque resulta difícil establecer una descripción sistemática de estas condiciones, dado que los efectos de algunas de ellas son complementarios, señalaré los más importantes.

1.- Calidad de los pastos.- Para la zona estudiada, la fundamental y más importante fuente de alimentación del ganado, son los zacates naturales, se excluye la alimentación por medio de praderas artificiales, dado que ésta es una zona desértica con escasas precipitaciones pluviales (320 mm. media anual), y con variaciones extremas en la temperatura anual, donde resultan incosteables estas praderas por los altos costos de regadío y las pocas especies de zacates que pue

den adaptarse¹. Sin embargo, algunas especies naturales pueden introducirse siempre que no necesiten regadío, y aún otras pueden tratarse de extinguir con herbicidas.

La capacidad nutritiva de los zacates naturales - depende de los tipos de suelos y de las condiciones climáticas. Por otra parte esta capacidad se ve afectada por la época del año, ya que en la producción forrajera podemos observar un ciclo:

Una primera etapa, de Junio a Septiembre, que - coincide con la época de lluvias donde el zacate reverdece y crece produciendo gran cantidad de masa verde.

Una segunda etapa, de Septiembre a Enero, donde - el zacate continúa echando cepa pero que ve retrasado - su crecimiento por las fuertes heladas, y en la que parte del zacate se llega a convertir en paja con poco valor nutritivo por las bajas temperaturas.

Una tercera etapa, de Enero a Mayo, que por falta de lluvias y altas temperaturas hace que los pastos se calcinen o retrasen su crecimiento. Este período es el más crítico para el productor ya que el pasto es el alimento básico del ganado, por lo que en esta época es donde se intensifica la alimentación complementaria para - mantener las reses.

¹ "En áreas de pastizales donde la lluvia es inferior a los 400 mms. y sobre todo muy mal distribuida durante el año (en casi la mitad del territorio nacional) la resiembra no es cosa sencilla, en la gran mayoría de los casos, los costos de resiembra son varias veces más altos que el valor de la tierra". Ing. y Dr. Martín H. González. "Manejo y Mejoramiento de Pastizales". Rancho Experimental La Campana I.N.I.P. SAG Chihuahua, Chih. 1969 (Mimografiado).

Este ciclo vegetativo de los pastos está asociado a un proceso natural, sin embargo, cuando se sobrecarga de animales la planta este ciclo puede verse afectado, llevando a procesos de deforestación de las especies nativas que pueden quedar definitivamente extinguidas². Dado que los animales insumen diferencialmente pasto, según su edad, la capacidad forrajera de una planta específica es susceptible de mantener diferentes combinaciones de animales. Desde este punto de vista los zootecnistas hablan de "coeficiente de agostadero" de un terreno: Hectáreas mínimas necesarias para proveer de pasto a una unidad animal, donde definida esta última, se establecen equivalencias de los distintos tipos de animales en términos de dicha unidad.

2.- Precipitación pluvial.- Las lluvias juegan un papel importante en la producción ganadera, ya que la precipitación pluvial está directamente asociada a la producción forrajera.

Por otra parte, el agua se hace necesaria para el crecimiento de los animales, pudiendo distinguir tres formas de proveerla: Aguajes naturales, norias y bordos de captación (jagley), para cualesquiera de estas formas, las existencias de agua a disposición del ganado dependen de las precipitaciones; en efecto, las llu-

² "Un pastizal es una unidad complicada y dinámica; sin vegetación, no hay producción pecuaria. Se desarrolla en armonía con las fuerzas y los factores que forman el medio ambiente. Si rompemos, aunque sea en una mínima parte el balance de fuerzas contra fuerzas en la naturaleza, se iniciará una serie de cambios y respuestas que pueden durar por varias generaciones". Ing. y Dr. Martín H. González. Op. Cit.

vias provocan corrientes que llenan los bordos de captación, suben los niveles de los agujeros naturales y aumentan los "veneros" de las norias.

3.- Morfología del terreno.- Ya sean llanuras o terreno quebrado con cañadas, la morfología del terreno influye en la capacidad del animal para aumentar de peso. Influye en el esfuerzo que el animal tiene que hacer para movilizarse tanto a los agujeros como a las áreas con pasto, así como en la flexibilidad para resguardarse de las altas temperaturas. Por otra parte, la morfología influye en la formación de corrientes que como se vió determinan las disposiciones de agua para el ganado.

4.- Reproducción.- Hasta ahora hemos visto algunas condiciones naturales que provocan aumento en el peso del ganado, ha faltado mencionar la principal forma de producir kilos de carne, que es a través de la reproducción; estableceré brevemente algunas características de la misma.

El período de reproducción en el ganado bovino es anual, con nueve meses de gestación.

Una vez nacida la cría, ésta no puede separarse inmediatamente de la vaca sino hasta nueve meses después, ya que necesita ser amamantada. Aproximadamente tres meses después de nacida la cría, la vaca es nuevamente empadrada.

Así las vacas durante el año, seis meses están preñadas al mismo tiempo que amamantan una cría. Hecho el desahije, tres meses continúan solo preñadas. Efectuados los nacimientos la vaca amamanta al becerro por nueve meses, y ya en el tercero es de nuevo empadrada.

El período de empadre puede ser inducido por el productor mediante prácticas de manejo de ganado. De igual forma, el por ciento de parición en el año (número de vacas paridas/total de vacas de vientre) puede aumentarse a través de una alta cobertura de toros sementales relativo a las vacas de vientre.

Sin embargo, aquí, las condiciones naturales son mucho más determinantes en lo que respecta a estos dos sucesos, que las prácticas impuestas por el ganadero.

La época de empadre está asociada directamente a la existencia de zacate verde y fresco (meses de Julio a Septiembre), ya que éste provoca efectos fisiológico-hormonales en el ganado³. Por otra parte, los empadres en esta época son más convenientes que en cualquier otra, ya que los nacimientos vienen sucediendo en el período Abril-Junio donde las crías no tienen que sufrir los rigores del invierno y dan un mayor peso al destete.

Una investigación hecha por el Dr. Joel Maltos Romo⁴ efectuada en un rancho en San Buenaventura, Coah. fué encaminada en este sentido; en esa planta vacas de vientre y toros se mantuvieron en los mismos potreros todo el año. Se observó una fuerte concen

³Una de las hormonas que interviene para completar el ciclo del celo y mantener la preñez es una hormona estrógena producida por los folículos... Los investigadores ingleses han confirmado estos descubrimientos, en los cuales el estrógeno de los pastos de verano aumenta la fertilidad". Leonard A. Maynard, Ph. D. Nutrición Animal: Fundamentos de la Alimentación del ganado. México 1955, UTEHA.

⁴Maltos Romo Joel Dr. "Algunos factores que afectan la productividad de las vacas de carne en pastoreo". México 1970, I.T.E.S.M. (Mimografiado).

tración de nacimientos en el período Abril-Junio por lo que obviamente se explica que hubo un fuerte empadre en el período Julio-Septiembre del año anterior, la siguiente tabla muestra los resultados.

C U A D R O # 1
DISTRIBUCION DE LOS NACIMIENTOS EN UN RANCHO
DE SAN BUENAVENTURA, COAH.

EPOCA DE NACIMIENTO	%	EPOCA DE EMPADRE
Enero-Marzo	14.1	Abril-Junio
Abril-Junio	66.4	Julio-Septiembre
Julio-Septiembre	14.2	Octubre-Diciembre
Octubre-Diciembre	5.3	Enero-Marzo

Fuente: Joel Maltos Romo. Op. Cit.

Un buen manejo de ganado por parte del productor, acorde con este comportamiento natural, puede ayudar a hacer más altos los empadres en el período Julio-Septiembre y a tenerlos más concentrados, con la ventaja-concomitante de producir becerros con mayor peso al destete.

Con lo que respecta al por ciento de parición, se ha dicho que podía inducirse a ser alto, manteniendo alta cobertura de toros sementales con respecto a las vacas de vientre. Sin embargo, esta cobertura no asegura per-sé un alto por ciento de parición; hay factores aleatorios y otros, que inciden en forma independiente en este por ciento.

Una buena cobertura que da un alto por ciento de parición es un toro semental por cada diez vacas de vientre. En el citado trabajo del Dr. Maltos, y para el mismo rancho, esta cobertura dió un 91% de parición en un año normal respecto a la sequía (1968); sin embargo, el mismo número de vacas de vientre con la misma cobertura de toros sementales, para el año 1969 que fué un año de sequía dió un 57% de parición.

Con la sequía las vacas quedan sujetas a una pobre alimentación durante un período prolongado de tiempo y difícilmente quedan preñadas, sobre todo si están amamantando.

C) CONDICIONES ECONOMICAS

Se ha visto cómo los factores naturales influyen en el crecimiento y aumento de peso del ganado bovino. Falta por considerar, la serie de transformaciones del habitat - que el productor puede lograr a través de la acumulación de capital en la planta, y las prácticas sanitarias y de alimentación complementaria, que inciden en la producción de kilos de carne. La importancia que tiene el capital en la producción pecuaria, relativo a los demás factores, no se trata de destacar aquí. He querido presentar en esta parte solo una descripción del tipo de capital requerido y de la influencia de éste en el aumento de peso en las reses.

1.- Cercos.- En una zona desértica o semidesértica - donde la producción forrajera por hectárea es muy baja se requieren varias hectáreas para mantener con zacate una cabeza de ganado. Según un estudio realizado por el "Centro de Investigaciones del Desarrollo"⁵ hecho para seis estados del norte donde se levantó una muestra de 605 plantas - en el año de 1965; se estimó que el 58% de los predios ganaderos requieren de 11 a 30 hectáreas por cabeza de ganado mayor, de esta forma los predios son extensivos en tierra y su cercamiento se hace necesario bajo un sistema de propiedad privada.

⁵ Centro de Investigaciones del Desarrollo. Estudio integral sobre la ganadería de la zona norte de la República Mexicana. México, COPARMEX, 1965. Impresión Particular.

Pero el papel más importante de los cercamientos es la división del terreno en potreros, lo cual permite: Se parar el ganado, resguardar en algunas épocas ciertas - - áreas de terreno para proteger los pastos, facilitar los empadres, lograr que ciertas áreas de zacate sean pasta-- das por el ganado, controlar el número de cabezas que ha-- cen uso de los aguajes, etc.

Un ejemplo de la importancia de dividir los predios en potreros, con respecto al aumento en kilo de los anima-- les y el ingreso neto percibido, puede verse en los resul-- tados de una investigación durante siete años en Comstock, Texas, hecha por el Dr. Donald Huss⁶. Para una misma - - área de terreno y con el mismo número de animales se averi-- guó lo siguiente:

C U A D R O # 2
RELACION ENTRE INGRESO NETO Y NUMERO DE POTREROS
COMSTOCK, TEXAS (1959-1966)

NUMERO DE POTREROS	INGRESO NETO POR ANIMAL
1	383.88
2	521.37
4	487.88

Fuente: Dr. Donald Huss. Op. Cit.

El cercamiento de los predios es condición necesaa-- ria para la introducción de técnicas modernas en la pro-- ducción; en efecto, prácticas para el mejoramiento genéti-- co, manejo de pastizales, rotación del ganado, etc. re -- quieren que los ranchos estén divididos en potreros.

⁶Huss Donald Dr. Algunos principios sobre el manejo de pastizales. Primer Seminario Sobre Ganadería. Nuevo La-- redo, Tamps., 1969. (Mimiografiado).

2.- Provisiones de agua para el ganado.- Contar con dotaciones de agua bien distribuida en los potreros, es complemento en cualquier agostadero y necesario en cualquier terreno, pues aún cuando el pasto sea bueno, si no se cuenta con aguajes que estén relativamente cerca de donde pastan los animales, estos pierden energías por caminar largas distancias; obligando a que el ganado vaya al aguaje cada tercer día. Para proveer estos volúmenes de agua es necesario la construcción de bordos de captación, norias, pilas, abrevaderos dotados de motobombas o molinos de viento ("papalotes"), haciéndose algunas veces necesario el acarreo de agua en carros tanque ("pipas").

3.- Caminos y otras instalaciones.- La importancia de efectuar varias operaciones en la planta, como el suministro de alimentación, la reparación de maquinaria y cercados y el transporte del ganado, que tienen efecto en el mejor habitat de las reses, y por tanto en su capacidad de aumentar kilos, crean la necesidad de contar con vehículos de tracción y brechas o caminos bien distribuidos a través del rancho. Además, la necesidad de almacenar forrajes, aperos y maquinaria y de dar habitación a la mano de obra y a la administración, hace relevante contar con bodegas y casas para vaqueros y caporales.

Por otra parte, las operaciones de embarque así como las tareas de separar, contar y curar a los animales, crea la necesidad de contar con instalaciones y corrales propios para estas actividades. Basta decir que para vender un becerro a la exportación es necesario bañarlo, castrarlo, descornarlo, herrarlo, inyectarlo y pesarlo. La importancia de contar con capital para estos menesteres es redundante en la generación del producto de los ranchos.

4.- Alimentación complementaria.- La suplementación alimenticia del ganado se hace necesaria en los meses de invierno y primavera cuando el zacate está seco y con baja capacidad nutritiva.

En la suplementación de proteínas se usa principalmente la harinolina de algodón, la energía se proporciona con granos y forrajes achicalados, los minerales por medio de concentrados y aparte la sal.

Según el estudio anteriormente citado⁷, hecho para los seis estados del norte, la suplementación alimenticia del ganado que se observó en los 605 predios muestreados fué la siguiente:

C U A D R O # 3
SUPLEMENTACION ALIMENTICIA DEL GANADO EN
LOS PREDIOS DEL NORTE DE MEXICO. 1964

ALIMENTACION PROPORCIONADA	% DE PREDIOS
Harinolina	57.1
Granos	23.9
Concentrados	24.4
Sal	87.4
Otros	43.9

Fuente: Centro de Investigaciones del Desarrollo. Op. Cit.

Cabe considerar que si bien, las explotaciones ganaderas productoras de carne, basan la alimentación del ganado principalmente en los pastos naturales, una dieta alimenticia bien balanceada no solo influye para que el animal produzca mayor cantidad y calidad de carne, sino-

⁷"Centro de Investigaciones del Desarrollo". Op. Cit.

también para prevenirlo contra plagas y enfermedades y para elevar su potencialidad genética. En consecuencia, la suplementación alimenticia por parte del productor se hace relevante.

5.- Sanidad animal.- La prevención de infecciones y algunas enfermedades comunes en el ganado como sarna, brucelosis, fiebre carbonosa, septicemia hemorrágica, de rriengue, etc. crean la necesidad de que el productor -- efectúe gastos encaminados a mantener sano su ganado.

Es necesario vacunar anualmente todo el hato ya que un simple descuido, puede provocar que se desate una epidemia que en pocos días diezme las existencias de reses.

Por otra parte, la existencia de algunas plagas -- (la garrapata y el gusano barrenador principalmente), re presentan también serios perjuicios para el productor, - por lo que su combate se hace necesario⁸.

Para la zona norte, la garrapata ha sido parcialmente erradicada por lo que toca a los Estados de Chihuahua, Sonora y Durango, existiendo también zonas poco infestadas como la parte oeste de Coahuila. Sin embargo, el peligro de que afecte a los animales es latente, y -- los ganaderos se ven precisados a tener que bañar a sus ganados, especialmente los becerros que venden a la exportación.

⁸ Según estudio de la FAO, en México para el año de 1960 las pérdidas totales para la ganadería ascendían a 3500 millones de pesos constituyendo 37.3% del valor de la producción animal. Solo las pérdidas a consecuencia de la garrapata ascienden a 288 millones de pesos por lo que respecta a la producción de carne.

La invasión de roedores ha llegado a ser un problema sumamente grave en los pastizales de zonas áridas y semi-áridas. En más del 45% de los predios ganaderos del norte de México se han observado problemas con rata canguro, liebres, conejos, topos y otros roedores. Estos compiten fuertemente con las reses en el consumo de forrajes. En el multicitado estudio hecho para seis estados del norte, se estima que una cuarta parte de la producción forrajera de los pastos es consumida o destruída por estos animales. Quizá por desconocimiento de sus efectos perniciosos en muy pocos predios son combatidos; según el referido estudio solo el 3.8% de los ranchos los combaten.

Con ésto, he concluído una descripción general de la forma de producción. Vayamos ahora a la formulación del modelo.

II.- LA FORMULACION DEL MODELO

Lo que se ha intentado al elaborar este modelo, es mostrar la situación de equilibrio de corto plazo para una planta criadora de ganado localizada en la zona norte.

En dicho modelo se considera que contando con cantidades fijas de insumos, el productor puede mantener diferentes combinaciones de animales, asumiendo que cada tipo de animales insume distintas proporciones fijas de factores. Considerando el período de un año, se sucederán nacimientos de acuerdo al tipo de animales que se mantengan en la planta. Similarmente, dependiendo de dichas combinaciones se incurrirá en un costo de capital: La tasa de interés anual, multiplicada por el valor del hato de animales.

Tomando en cuenta lo anterior, se trata de determinar cual debe ser la estructura y composición del hato de animales que se mantengan en la planta, así como las cantidades que se deben vender de cada tipo, para maximizar el ingreso neto por ventas bajo una situación estable de equilibrio.

Esto último significa: Que maximizando el ingreso por ventas, la planta finalice con una estructura del hato igual a la que se tiene al inicio del período, para así en el siguiente año proceder de igual forma.

En las páginas siguientes, se esbozará detalladamente el análisis formal que se hizo para formular el modelo. Simultáneamente se irán considerando ciertos hechos, y estableciendo supuestos a través de una discusión lógica para arribar finalmente al planteamiento de un problema lineal de optimización sujeto a restricciones.

En este capítulo se establecerá la hipótesis que se intenta probar.

A) ACTIVIDADES ALTERNATIVAS DE LA PLANTA.

Consideremos un rancho ganadero cuyos ingresos se derivan de la venta de animales. En el mercado existen precios diferenciales por kilo para machos y hembras según la edad del animal. Supongamos que los animales pueden procrear hasta los nueve años de edad y que el productor nunca mantiene en la planta animales de mayor edad. De esta forma, él puede vender en el mercado a diferentes precios por kilo, 18 tipos de animales: Machos y hembras de uno a nueve años.

Consideremos un período de tiempo de un año que se inicia en Mayo del año cero y finaliza en Mayo del año uno. Supongamos que todos los nacimientos y las ventas se suceden en ese mes.

Establezcamos la siguiente notación:

- X_1 : Becerros de un año que se han mantenido en la planta durante un período.
- X_2 : Becerros de un año que son vendidos.
- X_3 : Becerras de un año que se han mantenido en la planta durante un período.
- X_4 : Becerras de un año que son vendidas.
- .
- .
- .
- X_{33} : Toros de nueve años, que se han mantenido durante un año en la planta.
- X_{34} : Toros de nueve años que son vendidos.
- X_{35} : Vacas de nueve años que se han mantenido durante un año en la planta.
- X_{36} : Vacas de nueve años que son vendidas.

Las variables del vector $(X_1, X_2, X_3, \dots, X_{35}, X_{36})$ es lo que viene a considerarse como "actividades alternativas de la planta". El valor de estas variables es objeto de de—

ciación del empresario. El modelo trata de determinar estas magnitudes, suponiendo que el empresario desea maximizar su ingreso neto.

B) RELACION ENTRE LAS ACTIVIDADES Y LOS INSUMOS

Desde que estamos considerando 36 actividades alternativas para la planta, estamos estableciendo 36 productos diferenciados.

En principio, podemos aceptar que existe una relación entre el producto y ciertos insumos¹.

Supongamos que el rancho, independientemente del tipo y cantidad de animales que se mantengan y vendan durante el año, requiere para que las actividades tomen efecto, de una cantidad fija de ciertos bienes de capital: Casas, corralés, baños, almacenes, camiones y básculas.

Por otra parte, supongamos que en cada actividad, - los animales insumen distintas proporciones fijas de: Tierra, agua, cercos y mano de obra, y que la cantidad de estos cuatro insumos es limitada. La magnitud de las variables del vector $(X_1, X_2, X_3, \dots, X_{36})$, debe ser tal que cumpla las siguientes condiciones:

(1) Que la sumatoria, del número de animales en cada actividad multiplicado por la proporción fija que un animal de cada actividad insume del factor agua, sea menor o igual a la dotación limitada de agua.

¹ Para mantener un animal durante un año es necesario proveerlo de pasto y agua al menos.

(2) Que la sumatoria, del número de animales en cada actividad multiplicado por la proporción fija que un animal de cada actividad insume de mano de obra sea menor o igual a la cantidad fija de este factor.

(3) Que la sumatoria, del número de animales en cada actividad multiplicado por la proporción fija que un animal de cada actividad insume del factor tierra sea menor o igual a la dotación fija de ésta.

(4) Que la sumatoria, del número de reses en cada actividad multiplicado por la proporción fija que un animal de cada actividad insume del factor cercos sea igual o menor a la cantidad fija de cercos.

Establezcamos la siguiente simbología:

t_1, t_2, \dots, t_{36} : Lo que un animal en cada actividad insume de tierra.

a_1, a_2, \dots, a_{36} : Lo que un animal en cada actividad insume de agua.

c_1, c_2, \dots, c_{36} : Lo que un animal en cada actividad insume de cercos.

m_1, m_2, \dots, m_{36} : Lo que un animal en cada actividad insume de mano de obra.

T: Cantidad fija de tierra.

A: Cantidad fija de agua.

C: Cantidad fija de Cercos.

MOB: Cantidad fija de mano de obra.

De acuerdo con esta simbología las condiciones anteriormente establecidas las podemos dar la siguiente notación:

$$\begin{array}{ll} \sum X_i t_i \leq T & \sum X_i c_i \leq C \\ \sum X_i a_i \leq A & \sum X_i m_i \leq MOB \quad i=1, 2, \dots, 36 \end{array}$$

Estas cuatro desigualdades establecen una clara relación entre las actividades y los insumos.

C) RELACIONES DE SUBSTITUCION ENTRE LAS ACTIVIDADES

Hemos considerado que el empresario decide cuántos animales de cada tipo ha de mantener en la planta y cuántos ha de vender a fin de maximizar su ingreso neto por ventas para un período de un año.

Como se está buscando una situación estable de equilibrio, esto implica que si las condiciones que se consideran dadas no cambian²; el valor que el empresario le asigne a los variables ($X_1, X_2 \dots X_{36}$) debe ser el mismo período a período³.

El productor debe asegurar que la cantidad de animales que se hayan mantenido en cada estrato de edad durante un período, se sigan manteniendo también para el siguiente año. En este sentido debe estar habiendo año con año una reposición de animales en cada estrato de edad.

Si la planta es criadora de ganado ésta reposición tiene que hacerse con animales producidos por la misma planta.

De acuerdo con lo anterior, tanto para machos como para hembras: La cantidad de animales de edad (i) que se hayan mantenido durante el año en la planta y que al fina

² Se define el equilibrio de la planta como una situación en la que "ceteris-paribus" las condiciones incontrolables a la planta como precios de los productos, relaciones técnicas entre las actividades y los insumos, etc.; el valor de las variables endógenas (los que se controlan), son tales que permiten maximizar el beneficio para un período de tiempo de un año.

³ La situación de equilibrio anual debe ser válida para cualquier año, y por tanto las decisiones de un año específico no deben influir en la determinación del equilibrio de cualquier otro año.

lizar un período tendrán edad $(i+1)$, menos la cantidad de esos animales que se venda, debe ser igual a la cantidad de animales de edad $(i+1)$. De esta forma tendremos:

$$X_1 - X_2 = X_5$$

$$X_3 - X_4 = X_7$$

$$X_5 - X_6 = X_9$$

.

.

.

.

$$X_{29} - X_{30} = X_{33}$$

$$X_{31} - X_{32} = X_{35}$$

$$X_{33} - X_{34} = 0$$

$$X_{35} - X_{36} = 0$$

Puesto que el productor nunca mantiene en la planta animales mayores de nueve años, las cantidades de animales que haya en esos estratos de edad, tanto machos como hembras, serán vendidos en su totalidad, es por eso que:

$$X_{33} = X_{34} \text{ y } X_{35} = X_{36}.$$

Las condiciones anteriores pueden contemplarse desde otro punto de vista: Como la planta produce todos los animales que se mantienen en cada tipo; las actividades de -- mantener durante un año animales desde (i) años hasta -- $(i+1)$ años, y la actividad de vender animales de (i) años insumen cada una, una unidad de animales de (i) años. En consecuencia, para cada animal de (i) años el productor -- tiene dos alternativas: Transferirlo a otra actividad, o venderlo. La cantidad de animales de (i) años, debe ser -- igual a la cantidad que se transfiera más la que se venda.

Hemos considerado la reposición de animales en cada estrato de edad con animales de edad anterior. Sin embargo, no hemos asegurado cómo han de reponerse los becerros y becerras de un año. Estos se sustituyen con crías recién nacidas, las cuales resultan de mantener en la planta vacas de vientre y toros sementales. A continuación se establecerá el nacimiento de crías, como una función de las vacas de vientre y de la cantidad de éstas, relativa a los toros sementales. La totalidad de las crías tanto machos como hembras se destinan a reponer a los animales del primer estrato de edad que se mantienen en la planta⁴.

D) REPRODUCCION

Si consideramos que los animales pueden procrear desde los tres hasta los ocho años de edad, y que para que ocurran los nacimientos se requiere que la cantidad de toros sementales relativo a las vacas de vientre sea igual o mayor a una proporción fija, digamos (b).

Entonces, para que la reproducción tome efecto, se debe cumplir la siguiente condición:

$$X_{13} + X_{17} + \dots + X_{33} \geq b (X_{15} + X_{19} + \dots + X_{35})$$

(el número de sementales es igual o mayor que, (b) por la cantidad de vacas de vientre).

⁴Se supone que los animales recién nacidos no pueden separarse de la vaca sin morir, de esta forma resulta imposible venderlos vivos. De cualquier forma su valor de venta resultaría muy bajo, menor que los gastos de venta.

Por otra parte, si consideramos que existen diferentes porcentajes de parición según la edad de las vacas de vientre (n_{15} , n_{19} n_{35} respectivamente), y que los animales nacidos la mitad son machos y la mitad hembras; la cantidad de becerros y becerras que nazcan durante el año, serán:

$$\text{Becerrros nacidos} = \frac{1}{2} (n_{15} X_{15} + n_{19} X_{19} \dots + n_{35} X_{35})$$

$$\text{Becerras nacidas} = \frac{1}{2} (n_{15} X_{15} + n_{19} X_{19} \dots + n_{35} X_{35})$$

Como la totalidad de las crías se destinan a reponer a los animales del primer estrato de edad que se mantienen en la planta (X_1 y X_3), tendremos:

$$X_1 = \frac{1}{2} (n_{15} X_{15} + n_{19} X_{19} \dots + n_{35} X_{35})$$

$$X_3 = \frac{1}{2} (n_{15} X_{15} + n_{19} X_{19} \dots + n_{35} X_{35})$$

Las condiciones que se han establecido, muestran una clara relación de la reproducción y nacimiento de animales que ocurrirá en la planta.

E) EL INGRESO DE LA PLANTA

Hemos considerado 36 actividades alternativas para la planta, 18 de ellas consisten en mantener durante un año animales de diferentes tipos (X_1 X_3 X_{35}), las 18 restantes consisten en vender al finalizar el año dichos animales.

Mantener animales en la planta por un año implica un

costo de capital. Las cantidades de animales que al inicio del año se deciden mantener en cada estrato tienen un valor de mercado. Supongamos que los animales de edad (i) al inicio del año pesan (K_i) kilos y que su precio por kilo es (P_i), si van a mantenerse por todo un año en la planta, el productor renuncia a una ganancia de capital, igual a la tasa de interés (r) multiplicada por el valor del animal al inicio del período.

De esta forma las actividades de mantener animales por un período están asociadas con un costo⁵. Consecuentemente, el "ingreso" derivado de estas actividades será:

$$I_a = -r K_1 P_1 X_1 - r K_3 P_3 X_3 - r K_5 P_5 X_5 \dots - r K_{35} P_{35} X_{35}$$

Las actividades consistentes en vender al finalizar el período, los animales que se han mantenido en la planta, están asociados a la percepción de un ingreso. Cada animal que al inicio del año tenía edad (i) tendrá ahora edad (i+1). Inicialmente pesaba (K_i) kilos, al finalizar el período pesará $K(i+1)$ kilos. De la misma forma, de acuerdo con la elevación secular de los precios, cada tipo de animal se espera venderse a un precio por kilo mayor, digamos $P(i+1)$. En consecuencia, el ingreso derivado de las actividades de venta será:

$$I_v = P_2 K_2 X_2 + P_4 K_4 X_4 + \dots + P_{36} K_{36} X_{36}$$

⁵Este puede sustraerse de los ingresos, o bien considerarse como un "ingreso negativo".

De acuerdo con lo anterior, el ingreso neto percibido por el productor derivado de todas y cada una de las actividades alternativas de la planta será:

$$I_n = I_m + I_v = -r K_1 P_1 X_1 + K_2 P_2 X_2 - \dots + K_{36} P_{36} X_{36}$$

Tanto (r) como $(K_1 K_2 \dots K_{36})$ y $(P_1 P_2 \dots P_{36})$ son valores que están dados para el productor. El tiene que decidir la magnitud de $(X_1 X_2 \dots X_{36})$ en orden de maximizar su ingreso.

F) MAXIMIZACION DEL INGRESO

A partir de la representación del ingreso derivado de las actividades alternativas de la planta, y considerando las condiciones que deben cumplir las magnitudes de las variables $(X_1 X_2 \dots X_{36})$, determinar el valor de dichas variables que maximizan el ingreso se reduce a un problema de "programación lineal".

La función objetivo a maximizar sería:

$$z^* = -(r K_1 P_1) X_1 + (K_2 P_2) X_2 - \dots - (r K_{35} P_{35}) X_{35} + (K_{36} P_{36}) X_{36}$$

Las condiciones que restringen a la función objetivo serían las siguientes:

- (1) Relaciones entre las actividades y los insumos fijos.

$$\sum X_i t_i \leq T$$

$$\sum X_i a_i \leq A$$

$$\sum X_i c_i \leq C$$

$$\sum X_i m_i \leq MOB$$

$$i = 1, 2 \dots 36.$$

(2) Relaciones de sustitución entre las actividades.

$$\begin{aligned} X_1 - X_2 &= X_5 \\ X_3 - X_4 &= X_7 \\ &\cdot \\ &\cdot \\ &\cdot \\ X_{29} - X_{30} &= X_{33} \\ X_{31} - X_{32} &= X_{35} \\ X_{33} - X_{34} &= 0 \\ X_{35} - X_{36} &= 0 \end{aligned}$$

(3) Relaciones de reproducción y de nacimientos.

$$X_{13} + X_{17} + \dots + X_{33} \geq b(X_{15} + X_{19} + \dots + X_{35}).$$

$$X_1 = \frac{1}{2} (n_{15} X_{15} + n_{19} X_{19} + \dots + n_{35} X_{35}).$$

$$X_3 = \frac{1}{2} (n_{15} X_{15} + n_{19} X_{19} + \dots + n_{35} X_{35}).$$

Escribiendo este problema en la forma común de un problema de "programación lineal", queda representado en el cuadro que aparece a continuación.

G) HIPOTESIS

Para probar que la anterior formulación corresponde a una representación simplificada de la forma de producción de un rancho ganadero tipo localizado en la zona norte se plantea la siguiente hipótesis:

"Introduciéndole al problema los actuales precios por kilo para los diferentes tipos de animales, su peso en kilos y lo que cada animal insume de los factores fijos, así como lo que en promedio los ranchos tienen de tierra, capital destinado a proveer agua, cercos y mano de obra; la estructura y composición del hato de animales que soluciona el modelo, corresponde con la que - - muestran los ranchos".

III.- VALIDEZ EXPLICATIVA DEL MODELO

El modelo que ha sido planteado, intenta explicar el funcionamiento de un rancho ganadero localizado en la zona norte.

El objetivo inicial al formularlo ha sido medir a nivel de la planta, el efecto de diferentes medidas para la exportación.

Para lograr ésto, lo que venga a considerarse como "planta o rancho tipo", debe ser una unidad económica representativa de la zona norte. De esta forma, las características que la definan, deben constituir características comunes de toda la población.

Para establecer estas características y definir el rancho tipo, se hizo una estimación de las mismas infiriendo de los resultados de una muestra para 96 ranchos localizados en los Estados de Coahuila, Chihuahua, Durango y Sonora¹.

Esto permitió determinar los valores de algunos parámetros que contiene el modelo, sin embargo el valor de algunos otros quedó desconocido. Para este efecto se desarrolló un análisis recurriendo a información contenida en otras fuentes distintas de la muestra.

¹Se define a la población como el conjunto de los ranchos ganaderos localizados en estos estados.

En este capítulo se expondrá detalladamente como se determinaron los valores de todos los parámetros contenidos en el modelo. Posteriormente, con dichos valores se reformulará el modelo y se expondrá la solución para las variables (X_1, X_2, \dots, X_{36}) a que el modelo conduce.

Finalmente, a través de un análisis estadístico, se hará una dosimacia de hipótesis, para comprobar: Si las diferencias entre lo que se estima que en promedio los ranchos mantienen de cada uno de los diferentes tipos de animales; y las soluciones del modelo, son o no significativas estadísticamente hablando.

A) CANTIDADES FIJAS DE INSUMOS

Partiendo de la información contenida en la muestra, se estimó lo que en promedio los ranchos cuentan de: Tierra, agua, kilómetros de cerco y número de trabajadores. A continuación se presenta detalladamente como se determinaron las cantidades fijas de estos insumos para el promedio de los ranchos.

1.- Tierra.- Puesto que existen calidades diferenciales de tierra según la localización de los ranchos, ésta se homogenizó a través de los "coeficientes de agostadero"². El número de hectáreas de tierra observadas en cada rancho se convirtieron a unidades de carga animal posibles de mantener con pasto; dividiendo el número de hec

² Se define el coeficiente de agostadero de un terreno específico como la cantidad mínima necesaria de hectáreas de ese terreno para mantener una unidad animal con pasto.

táreas observadas, por su correspondiente coeficiente de agostadero.

Para cada rancho se tenía su localización a nivel de municipio³. Y la extensión del mismo en hectáreas. Contando con los excelentes estudios de la COTECOCA⁴ — donde detalladamente se estima para las diferentes regiones del país las calidades de los terrenos y su potencial forrajero expresado en coeficientes de agostadero;— se calculó el número medio de unidades animal para los 96 ranchos.

La información relevante se tabuló de la siguiente manera:

C U A D R O # 5
UNIDADES DE CARGA ANIMAL PARA 96 RANCHOS GANADEROS
DEL NORTE DEL PAIS. 1971

Rancho	Localización Mpo.	Edo.	Número de Has.	Coefficiente de Agostadero	Unidades de carga animal (Yi)
1	Rayón	Son.	4,100	36	113.88
2	Satevó	Chih.	2,300	16	135.29
3	Sabinas	Coah.	2,000	10	200.00
.
.
.
95	Nazas	Dgo.	5,415	25	216.60
96	Indé	Dgo.	12,640	15	842.66

Fuente: Investigación directa. Elaborado con información confidencial y con resultados preliminares de estudios realizados por la COTECOCA.

³ Ver Cuadro #3 del apéndice donde se especifica el número de ranchos de la muestra localizados en cada municipio.

⁴ Comisión Técnica Consultiva para la determinación de los coeficientes de agostadero, dependiente de la SAG.

El número medio de unidades de carga animal resultó:

$$\# \text{ medio de unidades de carga animal} = \frac{\sum Y_i}{96} = 308.747$$

2.- Agua.- Para determinar los volúmenes de agua a disposición del ganado que en promedio los ranchos cuentan, se calculó: El número medio de bordos de captación, pozos perforados y norias de cielo abierto, así como su costo.

Por otra parte, contando con información: Del costo por hora de tractor para construir los bordos de captación, del costo por metro de perforación para construir los pozos, y del costo por metro de excavación de las norias. Para cada una de las instalaciones se calculó su equivalencia en horas de tractor, metros de perforación y excavación respectivamente.

Con esto, las instalaciones de capital destinadas a proveer agua quedaron relativamente definidas; estimándose el número de litros diarios de agua que con dichas instalaciones se podía contar.

La información relevante se tabuló de la siguiente manera:

C U A D R O # 6
CAPITAL DESTINADO A PROVEER AGUA EN LOS RANCHOS MUESTREADOS
(1971)

Rancho	Bordos Capta.		Pozos Perf.		Pilas		Norias	
	No.	Costo	No.	Costo	No.	Costo	No.	Costo
		(\$)		(\$)		(\$)		(\$)
1	3	9,333	1	29,000	1	12,000	1	6,000
2	8	10,000	2	30,000	4	10,000	5	5,200
3	3	7,550	0	-----	0	-----	0	-----
.
.
95	1	3,000	0	-----	0	-----	2	4,300
96	5	7,550	1	40,000	4	11,250	4	5,120

Fuente: Investigación directa elaborado con información de la muestra. Confidencial.

Con esta información se calculó lo siguiente:

C U A D R O # 7
NUMERO Y COSTO MEDIO DE LAS INSTALACIONES
DESTINADAS A PROVEER AGUA

Tipo de instalación	No. Medio por Rancho	Costo Medio (sin incluir equipo)
Bordos de captación	2.336	\$ 9,390.00
Pozos perforados	0.822	" 27,785.00
Norias	1.5	" 2,187.00

Fuente: Con información contenida en el Cuadro # 6.

La estimación del número de litros de agua diarios, que con dichas instalaciones se podía contar, resultó:

		<u>Lts.</u> Unidad	No. Unidad	Litros Agua
- Bordos de Captación:				
\$ 9,390.00	= 78.2 hs. tractor	1,500	3.36	5,004
\$120/hs. tractor				
- Norias de Cielo Abierto:				
\$2,187.00	= 8.75 Mts. excav.	1,000	1.593	1,593
\$250/Mto. excav.				
- Pozos Perforados:				
\$27,785.00	= 5.56 Mts. perf.	5,000	0.822	4,110
\$500/Mto. perf.				
Total de litros diarios de agua				10,707

3.- Cercos y Mano de Obra.- Para estimar los kilómetros de cerco, se partió del número medio de hectáreas observadas en los ranchos y del número medio de potreros. Con esto, se calculó la superficie media por potrero. Asu

miendo que los potreros tienen la forma de cuadrados perfectos se determinó la cantidad de kilómetros de cerco ne cesarios para formarlos.

La información relevante se tabuló de la siguiente manera:

C U A D R O # 8
TAMAÑO DE LOS RANCHOS Y NUMERO DE POTREROS

Rancho	No. de Has. Z_i	No. de Potreros U_i
1	4,100	1
2	2,300	4
3	2,000	1
.	.	.
.	.	.
.	.	.
95	5,415	4
96	12,640	7

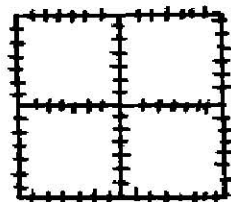
Fuente: Investigación directa. Elaborado con información confidencial.

el tamaño medio de los predios resultó: $= \sum \frac{Z_i}{96} = 6543.163$ Has.

el número medio de potreros por rancho resultó: $= \sum \frac{U_i}{96} = 4.004$

la superficie media por potrero resultó: $= \frac{6,543.163}{4.005} = 1653.83$ Has.

Con esta información se estimó los kilómetros de cerco necesarios para formar cuatro potreros de 1,653.83 Has. cada uno. La figura siguiente ayuda a ilustrar la forma de cálculo:



(---) cercos

Superficie = 6,543.163 Has.

Fig. #1 Forma hipotética del "rancho tipo"

Los kilómetros de cerco necesarios para formar cuatro divisiones resultó: $6 \sqrt{6543.163 \text{ Has.}} = 48.5 \text{ Kms.}$

Para la mano de obra, con la información contenida en la muestra se calculó el número de trabajadores de planta que en promedio los ranchos cuentan. Esta resultó igual a tres trabajadores por rancho.

B) COEFICIENTES TECNICOS

Hemos establecido como fueron determinadas las cantidades fijas de los cuatro insumos que intervienen en el proceso de producción de la planta, y que en el problema de programación lineal que hemos formulado, constituyen el valor de las constantes del lado derecho del sistema de ecuaciones y desigualdades lineales a que está sujeta la maximización de la función de ingreso⁵.

En este apartado se discutirá cómo se calcularon los valores de los coeficientes para dicho sistema. Puesto que las restricciones que hemos llamado de "substitución" han quedado desde un principio totalmente definidas; nos concretaremos a describir la forma en que se calcularon: Las proporciones constantes de la que cada actividad consume de los factores fijos, los porcentajes de participación para las vacas de vientre y la proporción que al menos debe haber entre éstas y los toros sementales para que los nacimientos puedan ocurrir; es decir, se discutirá como fueron calculados los valores de las (t_i) , (a_i) .

⁵ Para las restricciones que hemos llamado de "substitución" y de "reproducción", el valor del lado derecho de cada una de las ecuaciones y (o) desigualdades, de antemano se sabía que eran iguales a cero; por tanto no hubo de calcularse.

(C_i), (m_i), (n_i), y de (b), que están contenidos en el modelo.

1.- Relación Insumo-Producto: Factor Tierra.- Para calcular lo que cada una de las actividades alternativas de la planta ($X_1, X_2, X_3, \dots, X_{35}, X_{36}$), insume en proporción constante del factor tierra se procedió de la siguiente forma:

De las 36 actividades alternativas, 18 consisten en mantener durante un año animales de diferentes tipos en la planta, los 18 restantes consisten en vender al finalizar el año dichos animales. Para las actividades de venta se supuso que no insumen ninguna proporción del factor tierra⁶.

Puesto que la cantidad fija del factor tierra, que en promedio los ranchos cuentan, quedó expresado en números de unidades animal posibles de mantener con pasto en el predio; la proporción que cada actividad insume de este factor, viene a ser la simple equivalencia de los 18 tipos de animales en términos de unidades animal.

⁶ Este supuesto se mantiene también para los demás factores, al referirnos a las proporciones que cada actividad insume de los factores fijos estaremos solo considerando las actividades consistentes en mantener animales en la planta ($X_1, X_3, \dots, X_{33}, X_{35}$).

De acuerdo con la tabla de equivalencia generalmente aceptada entre los zootecnistas se tiene:

C U A D R O # 9
TABLA DE CONVERSION A UNIDADES ANIMAL DE
VALLENTINE, J. P.

G a n a d o	Equivalente en unidades animal
Becerro (a) mamón hasta un año	1/3
Becerro (a) destetado hasta los 24 meses	5/10
Novillo o vaquilla de 2 a 3 años	2/3
Torete o vaquilla de 3 a 4 años	1
Vaca en gestación o mantenimiento	1 (base)
Toro de más de 4 años	6/5

Fuente: COTECOCA.- SAG

En consecuencia, las proporciones fijas de lo que - cada actividad insume del factor tierra, resultaron los - siguientes:

C U A D R O # 10
PROPORCIONES CONSTANTES DE LO QUE CADA
ACTIVIDAD INSUME DE TIERRA

Actividad	Unidades Animal por cabeza	Actividad	Unidades Animal por cabeza
X ₁	0.30	X ₁₉	1.00
X ₃	0.30	X ₂₁	1.30
X ₅	0.50	X ₂₃	1.00
X ₇	0.50	X ₂₅	1.30
X ₉	0.66	X ₂₇	1.00
X ₁₁	0.66	X ₂₉	1.30
X ₁₃	1.00	X ₃₁	1.00
X ₁₅	1.00	X ₃₃	1.30
X ₁₇	1.30	X ₃₅	1.00

Fuente: Con información contenida en el cuadro anterior.

2.- Relación Insumo-Producto: Factor Agua.- Pues to que la cantidad fija del factor agua que en promedio los ranchos cuentan quedó expresado en cantidad de litros de agua diarios a disposición del ganado; la proporción - de lo que cada actividad insume de este factor, viene a - estar expresada en litros de agua diarios requeridos por cada animal.

Para determinar estas proporciones se recurrió a - la literatura sobre requerimientos de agua en los rumian tes, donde se describen algunas variables que inciden en estos consumos: La temperatura y la cantidad de comida seca insuamida, vienen a ser los más determinantes.

Winchester and Morris⁷ encontraron que en los ani males de carne, los requerimientos de agua por kilogramo de materia seca insuamida se incrementaban al aumentar la temperatura. Resumiendo sus resultados en la siguiente tabla se tiene:

C U A D R O # 11

AGUA INSUMIDA POR EL GANADO DE CARNE A VARIAS TEMPERATURAS

Temperatura evidenciada		Agua Insumida (lts/kg. de mate ria seca ingerida)	Desviación "standard"
(°C)	(°F)		
-12 a 4	10-40	3.1	± 0.15
4.4	40	3.1	± 0.13
10.0	50	3.3	± 0.24
15.6	60	3.9	± 0.26
21.1	70	4.4	± 0.41
26.7	80	5.1	± 0.82
29.4	85	5.9	± 0.3
-18 a 4	0-40	3.6	

Fuente: Winchester and Morris. Op. Cit.

⁷ Winchester and Morris. "Studies on the water requirements of farm animals". West Virginia University, Morgantown. 1947

Tomando 24° centígrados como temperatura media de la zona norte⁸, y asumiendo que el consumo de materia seca en los animales (pasto), es igual a 1.75% de su peso en kilogramos; los requerimientos de litros de agua diarios para los diferentes tipos de animales resultaron los siguientes:

C U A D R O # 12
PROPORCIONES CONSTANTES DE LO QUE CADA ACTIVIDAD
INSUME DE AGUA

Actividad	Lts. de agua por cabeza	Actividad	Lts. de agua por cabeza
X ₁	9.87	X ₁₉	30.68
X ₃	9.71	X ₂₁	32.97
X ₅	22.46	X ₂₃	31.50
X ₇	21.39	X ₂₅	33.66
X ₉	28.24	X ₂₇	32.08
X ₁₁	26.48	X ₂₉	34.04
X ₁₃	30.71	X ₃₁	32.49
X ₁₅	29.36	X ₃₃	34.36
X ₁₇	32.09	X ₃₅	32.74

Fuente: Cuadro anterior y operaciones elementales.

3.- Relación Insumo-Producto: Cercos.- Para calcular lo que cada actividad insume en proporción constante del factor cercos se procedió de la siguiente forma:

Puesto que la cantidad fija de cercos que en promedio los ranchos cuentan quedó expresado en kilómetros; las proporciones habían de calcularse en kilómetros de -

⁸ Esta temperatura fué calculada en base a los reportes del Servicio Meteorológico Nacional. Dirección de Geografía y Meteorología, SAG.

cercos/cabezas, requeridos por los diferentes tipos de animales.

Dada la forma de los potreros que se consideró, la cantidad de kilómetros de cerco necesarios para formar un potrero, guarda la siguiente relación con la superficie en hectáreas del potrero:

$$\text{Kms. de cerco necesarios para formar un potrero} = .3 \sqrt{\text{Sup. del potrero en Has.}}$$

La siguiente figura ayuda a comprender esta relación:

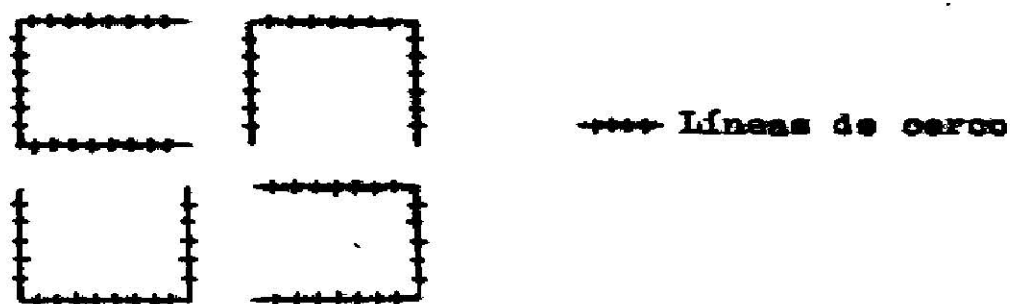


Fig. #2 Cercamiento de los potreros para el "rancho tipo".

Desde que algunas líneas de cerco son comunes para los potreros, solo tres de los lados se consideraron como líneas cerco en cada potrero. Cada línea tiene la misma dimensión en kilómetros, igual a un décimo de la raíz cuadrada de la superficie del potrero en hectáreas⁹.

Considerando que el papel más importante de los potreros en la producción pecuaria tipo rancho de agostadero, es facilitar el manejo de pastizales, la rotación del ganado, la realización de los empadres y el control

⁹ Una hectárea es igual a 10,000 Mts. cuadrados. Por tanto su raíz cuadrada es igual a 100 Mts., igual a 0.1 Km.

del número de cabezas que hacen uso de los agujeros; se supuso, que para efectuar dichas prácticas el número de cabezas mantenidas en un potrero debería ser una cantidad fija.

De acuerdo con la información contenida en la muestra, se calculó que la cantidad media de animales por potrero era igual a 77.18 animales.

Para cada uno de los tipos de animales que se habían considerado se calculó cual era la superficie requerida para proveer con pasto a 77.18 cabezas.

De acuerdo a la relación entre superficie y kilómetros de cerco en los potreros, se calculó el número de kilómetros a que equivalía dicha superficie. Dividiendo entre 77.18 animales se determinó los requerimientos de kilómetros/animal para cada una de las actividades. El siguiente cuadro muestra los resultados de estos cálculos:

C U A D R O # 13
PROPORCIONES KILOS DE LO QUE CADA ACTIVIDAD INSUME
DE CERCO

Actividad	Kms. de cerco por cabeza	Actividad	Kms. de cerco por cabeza
X ₁	0.0861	X ₁₉	0.1571
X ₃	0.0861	X ₂₁	0.1792
X ₅	0.1111	X ₂₃	0.1571
X ₇	0.1111	X ₂₅	0.1792
X ₉	0.1277	X ₂₇	0.1571
X ₁₁	0.1277	X ₂₉	0.1792
X ₁₃	0.1571	X ₃₁	0.1571
X ₁₅	0.1571	X ₃₃	0.1792
X ₁₇	0.1792	X ₃₅	0.1571

Fuente: Con información contenida en cuadros anteriores. Efectuando operaciones diversas.

4.- Relación Insumo-Producto: Mano de Obra.-

Para calcular lo que cada actividad insume en proporción constante de este factor se procedió de la siguiente forma:

Puesto que la cantidad fija del factor mano de obra, que en promedio los ranchos cuentan quedó expresado en número de trabajadoras de planta; había que calcular la cantidad de trabajadores/cabeza de ganado, que insumen cada una de las actividades que se han establecido.

Para determinar estas proporciones se tomaron en cuenta los resultados de los Estudios de Contabilidad de Costos realizados por el Departamento de Agricultura de los E. U. en la región del oeste. Tomados del libro de Frank B. Morrison¹⁰.

Según Morrison, dichos estudios proporcionan los datos más completos que hoy se dispone respecto a los requerimientos de mano de obra en la producción de ganado de carne y la cantidad de alimentos necesarios para el ganado.

Los resultados están referidos para los requerimientos promedio de 11,261 vacas de carne tratadas por los métodos usuales, 4572 vacas mantenidas para reproducción de terneras, 7236 terneras mantenidas durante un invierno para su engorda posterior y 4,009 terneras engordadas para la venta. Los resultados se resumen -

¹⁰ Frank B. Morrison. Alimentos y alimentación del ganado. (Trad.) México 1951, UTEHA.

en el cuadro que sigue:

C U A D R O # 14
ALIMENTOS Y MANO DE OBRA NECESARIOS PARA LAS VACAS Y
TERNERAS EN LA PRODUCCION DE CARNE

	Métodos Usuales		Produc. de carne de ternera	
	Sosten. anual de vacas	Terneras en invierno	Sosten. anual de vacas	Engorda de terneras
Alimentos/cabeza				
Pasto, días	194	9	196	48
Heno, Lbs.	1900	1218	1940	1150
Ensilaje, Lbs.	700	266	740	658
Paja, Lbs.	660	110	500	40
Trabajo/cabeza				
Horas hombre	15.3	8.6	15.7	12.2
Horas de caballo	10.4	6.8	9.6	9.2

Fuente: Frank B. Morrison. Op. Cit.

De la información contenida en la tabla, se tomó como dato relevante la cantidad de horas hombre requeridas para el sostenimiento anual de las vacas reproductoras, que resultaba igual a 15.7 Hrs. hombre/cabeza.

Asumiendo que cada trabajador de planta en los ranchos laboraba un promedio de 2920 horas al año, se calculó que las vacas reproductoras de 6 a 7 años insumían una proporción constante de mano de obra igual a 0.0054 trabajadores/cabeza.

Para determinar las demás proporciones se consideró que para las operaciones de curar, inyectar, bañar y castrar a los animales se requiere mayor cantidad de mano de obra para los machos que para las hembras. Y que en las terneras y los animales más viejos la incidencia de enfermedades y plagas es mayor, lo que implica mayores requerimientos de mano de obra.

De acuerdo con estas consideraciones se estimaron las siguientes proporciones fijas de lo que cada actividad insume de mano de obra.

C U A D R O # 15
PROPORCIONES FIJAS DE LO QUE CADA ACTIVIDAD
INSUME DE MANO DE OBRA

Actividad	Trabajadores por cabeza	Actividad	Trabajadores por cabeza
X ₁	0.0093	X ₁₉	0.0028
X ₃	0.0070	X ₂₁	0.0060
X ₅	0.0075	X ₂₃	0.0029
X ₇	0.0049	X ₂₅	0.0081
X ₉	0.0054	X ₂₇	0.0054
X ₁₁	0.0038	X ₂₉	0.0090
X ₁₃	0.0045	X ₃₁	0.0060
X ₁₅	0.0030	X ₃₃	0.0090
X ₁₇	0.0042	X ₃₅	0.0060

Fuente: Con información contenida en el cuadro anterior. Operaciones diversas.

5.- Porcentajes de parición en las vacas de vientre y cobertura con los toros sementales.- Hemos establecido la forma en que se calcularon los coeficientes contenidos en las relaciones lineales entre las actividades y los insumos; falta por discutir cómo se calcularon los coeficientes contenidos en las restricciones de reproducción, para que el total de ecuaciones y desigualdades a que está sujeta la maximización del ingreso, queden definidas.

En estas restricciones, los coeficientes que hubo que calcular fueron:

La cobertura de toros sementales relativo a las vacas de vientre (b), y los porcentajes de parición de éstas (ni).

Con información contenida en la muestra se calculó que el número de toros sementales relativo a las vacas de vientre que en promedio los ranchos mantienen en los agostaderos es: 1 toro semental por cada 10 vacas de vientre. Una cobertura de 1/10 se asumió que era el mínimo para la realización de los empadres (b).

Para calcular los porcentajes de parición se procedió de la siguiente forma: Con información contenida en la muestra se calculó un porcentaje de parición media de las vacas mantenidas en los ranchos de 77%¹¹. Sin embargo, se consideró que existían diferencias en estos porcentajes de acuerdo con la edad del animal; en efecto, las vacas jóvenes tienden a tener menores reservas de calcio y fósforo y de proteínas acumuladas en sus tejidos musculares, las cuales son utilizadas en períodos de gestación. Por otra parte a medida que pasa el tiempo el productor va efectuando un proceso de selección dejando como vacas reproductoras a las más fértiles, además va conociendo mejor las deficiencias específicas de la reproducción, en cada animal. Todo esto se conjuga en mayores porcentajes de parición para las vacas de mayor edad.

Tomando en cuenta lo anterior se calcularon los siguientes porcentajes de parición para las vacas de vientre.

¹¹ "Resultados obtenidos en la estación experimental de explotación extensiva de ganado de carne en Montana, -- E. U., señalan que durante un período de 18 años en el que se consideraron 4,753 vacas-año, se destetarán en promedio 83 terneras por cada 100 vacas". Frank B. Morrison. Op. Cit.

C U A D R O # 16
PORCENTAJE DE PARICION PARA LAS VACAS DE VIENTRE

Actividad	Porcentaje de Parición
X ₁₅	70
X ₁₉	70
X ₂₃	75
X ₂₇	77
X ₃₁	80
X ₃₅	80

Fuente: Investigación directa, elaborado con información de la muestra (confidencial).

C) LOS COEFICIENTES DE LA FUNCION OBJETIVO

Hemos definido el valor de todos los coeficien--tes contenidos en el sistema de ecuaciones y (o) desigualdades lineales a que está sujeta la maximización - de la función objetivo.

La función lineal de ingreso que se ha considerado, y que en el problema de "programación lineal" constituye la función objetivo a maximizar, contiene como parámetros: La tasa de interés anual de mercado, el - peso en kilos de los animales al inicio y al fin de cada período y su precio por kilo en "pie".

En este apartado se discutirá como se calculó el valor de cada uno de estos parámetros en orden de establecer un problema específico de programación lineal. Para la tasa de interés anual se escogió la de 9.6%, - que es la que pagan algunos bonos financieros con vencimiento a un año después de haber deducido el pago de impuestos.

1.- El peso en kilos de los animales.- Para calcular el peso de los animales según su edad, se recurrió a la literatura sobre fisiología del crecimiento en el ganado de carne.

En general, el crecimiento en los animales según su peso, guarda una relación directa con la edad. Sin embargo, conforme pasa el tiempo los aumentos de peso por unidad de tiempo son cada vez menores. La curva de crecimiento representando gráficamente el peso en función de la edad (Ver Fig. 3), es sigmoidea: Es decir parecida a una "S" estirada y muy semejante en todas las especies excluyendo al hombre, cuya edad juvenil es excepcionalmente prolongada.

Siguiendo el criterio de Brody y sus colaboradores¹², quienes establecen diferentes porcentajes del peso de madurez en el ganado de carne a diferentes edades de los animales, se tomó como punto de partida la información contenida en el Cuadro #17 que contiene estas relaciones.

De acuerdo con la información contenida en el cuadro y asumiendo un peso de madurez: Para las vacas de 400 kg. y para los toros de 420 kg. se calcularon sus pesos correspondientes en kilos, según su edad en meses.

Con el fin de encontrar una relación continua en-

¹²Brody, Samuel, Chester D. Sparrow y Hudson H. Kibler. Time relations of growth. The equivalence of age in mammals estimated on the basis of their growth constant. U. S. A., 1948. J. G. Physial.

C U A D R O # 17
 EDAD DEL ANIMAL Y SU RELACION CON EL PESO DE MADUREZ

Edad del animal (ganado Hereford)	Relación con el peso de madurez	Edad del animal (ganado Hereford)	Relación con el peso de madurez
8 meses	32.5%	54	-
16	50.0%	57	95.0%
20	57.5%	60	96.9%
24	65.7%	63	97.5%
32	81.0%	66	98.0%
36	86.5%	69	98.7%
42	91.5%	72	100.0%
48	-	96	-

Fuente: Brody, Samuel. Op. Cit.

tre el peso de los animales y su edad, acorde con la forma de la Fig. 3, se ajustó una curva por el método de mínimos cuadrados, tomando como variables el peso en kilos (K), y el tiempo en meses (t).

La curva que se ajustó tanto para los toros como para las vacas fué:

$$K = a - \frac{b}{t}$$

Para la cual, (Para t, b > 0) la primera derivada de (K) con respecto a (t) es positiva, y la segunda derivada negativa ¹³. Es decir, acorde con aumentos de peso de los animales en el tiempo, cada vez menores.

Las ecuaciones de los cuadrados mínimos, resultaron:

Peso en kg. = $448.7352 - \frac{3162.435}{\text{edad en meses}}$ de los toros	Coef. de correlación 94.82%
----------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------

¹³ Si: $b > 0$ y $t > 0 \Leftrightarrow \frac{dk}{dt} = \frac{b}{t^2} > 0$ y $\frac{d^2k}{dt^2} = \frac{-2b}{t^3} < 0$

Peso en Kg. = $429.4342 - \frac{3035.6441}{\text{edad en meses}}$
 de las vacas

Coef. de
 correlación

96.61%

EDAD DE ANIMALES, MESES.

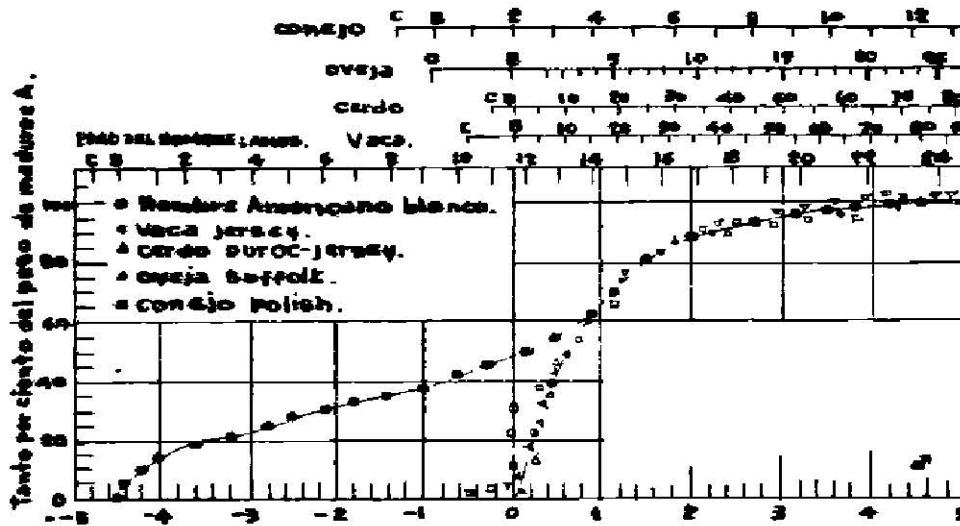


Fig. #3 Equivalencias del crecimiento en peso de los animales domésticos y de laboratorio y del hombre.

De acuerdo con estas ecuaciones, para cada una de los tipos de animales que habían establecido se calculó su peso al inicio y al fin del período. Puesto que en el modelo se supuso que todos los nacimientos y las ventas ocurrían en el mes de mayo, hubo que calcular el peso de hembras y machos para cero, uno, dos, hasta 9 años.

De esta forma, los valores de K_1, K_2, \dots, K_{36} contenidos en la ecuación de ingreso quedaron determinados.

El siguiente cuadro muestra los resultados de és--

tos cálculos:

C U A D R O # 18
PESO DE LOS ANIMALES SEGUN LAS ECUACIONES DE REGRESION

Actividad	Peso en Kgs. de los animales	Actividad	Peso en Kgs. de los animales
X ₁	40	X ₁₉	366.19
X ₂	170	X ₂₀	378.80
X ₃	40	X ₂₁	396.02
X ₄	150	X ₂₂	404.81
X ₅	170	X ₂₃	378.80
X ₆	270	X ₂₄	387.27
X ₇	150	X ₂₅	404.81
X ₈	263.9	X ₂₆	411.08
X ₉	270	X ₂₇	387.27
X ₁₀	360.8	X ₂₈	393.29
X ₁₁	263.9	X ₂₉	411.08
X ₁₂	345.11	X ₃₀	415.70
X ₁₃	360.8	X ₃₁	393.29
X ₁₄	382.8	X ₃₂	397.8
X ₁₅	345.11	X ₃₃	415.7
X ₁₆	366.19	X ₃₄	419.4
X ₁₇	382.8	X ₃₅	397.8
X ₁₈	396.02	X ₃₆	401.3

Fuente: Con información del Cuadro #17 efectuando algunas operaciones.

2.- Precios por Kg. de carne "en pie" asociados a cada una de las actividades.- Para dejar definida a la función lineal de ingreso había que calcular el precio por kilo asociado a cada una de las actividades: Para las actividades consistentes en mantener animales, los precios diferenciales por kilo para cada uno de los

tipos de animales al inicio del período. Para las actividades de venta los precios diferenciales por kilo, al finalizar el período.

Puesto que el modelo fué formulado para una unidad económica representativa de los ranchos ganaderos del norte, los precios asociados a cada una de las actividades deberían ser estimación de los precios medios de la zona norte.

De acuerdo con ésto, se consideraron series de precios mensuales de carne de bovino "en pié", para los Estados de Coahuila, Chihuahua, Durango, Zacatecas, Nuevo León, Tamaulipas y Sonora que comprendían 11 años. Dichas series no contenían información de precios diferenciales según el tipo de animal. Sin embargo, haciendo una prueba de ("chi") cuadrada se encontró que no había diferencias significativas en los precios de estado a estado, por lo que se asumió que estimaciones de precios diferenciales para una región en particular resultaban "adecuados".

De esta forma los precios diferenciales por kilo al inicio del período fueron estimados en forma simplista, recurriendo a los introductores de ganado de las ciudades de Torreón, Gómez Palacio y Lerdo, y los corrales de compra-venta localizados en esas mismas ciudades.

Puesto que en el modelo se considera un período de un año que se inicia en Mayo del año cero y finaliza en Mayo del año uno, dichos precios fueron averiguados para este mes. El siguiente cuadro m

tra los resultados de investigación:

C U A D R O # 19
COTIZACIONES MEDIAS DE LA CARNE DE BOVINO "EN PIE"
EN LOS MERCADOS DE TORREON, COAH. GOMEZ PALACIO Y
LERDO, DGO.
(PRECIOS DE COMPRA AL PRODUCTOR DURANTE MAYO 1971)

G a n a d o	Precio/kilo en "pié"
Becerro mamón hasta un año	\$ 8.50 *
Becerro de 1-2 años	" 7.50 *
Becerra mamona hasta un año	" 5.60
Becerra de 1-2 años	" 5.50
Novillo de 2-3 años	" 5.75
Vaquilla de 2-3 años	" 5.40
Toro de 3-4 años	" 5.50
Vaca de 3-4 años	" 5.30
Toro mayor de 4 años	" 5.40
Vaca mayor de 4 años	" 5.20

* Precios de exportación

Fuente: Asociación de Introdutores de Ganado de
Gómez Palacio, Dgo.

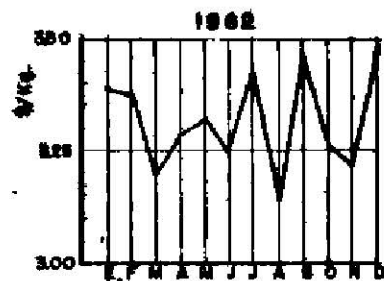
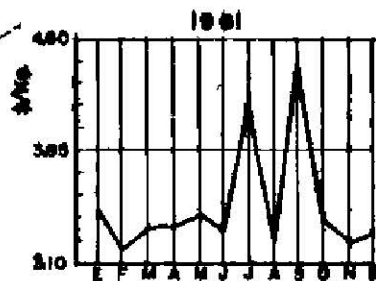
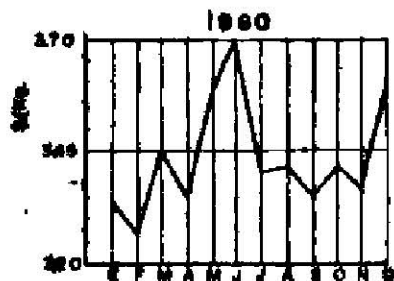
Para estimar los precios diferenciales al finalizar el período, se supuso que la estructura relativa - de precios permanecía constante, y que cada uno de los precios experimentaba la misma tendencia, que el nivel medio de precios de la carne de bovino en pié.

De esta forma, considerando la serie de precios mensuales para 11 años, contenida en el Cuadro #20, - se estimaron las tendencias seculares y estacionales.

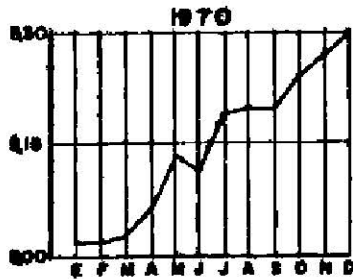
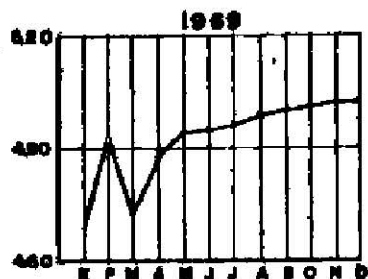
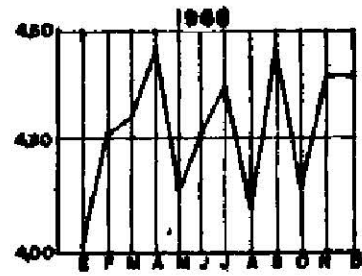
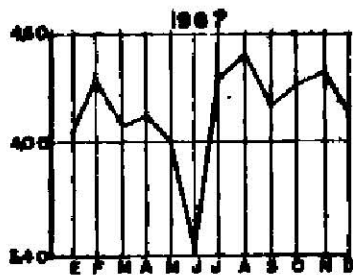
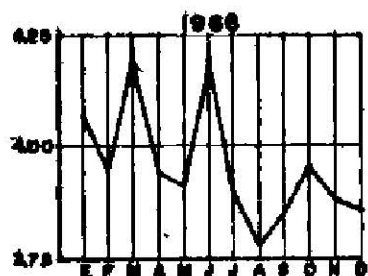
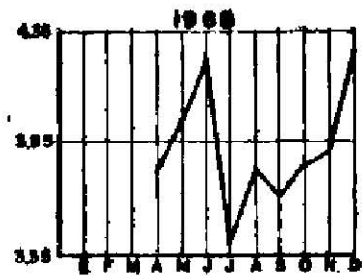
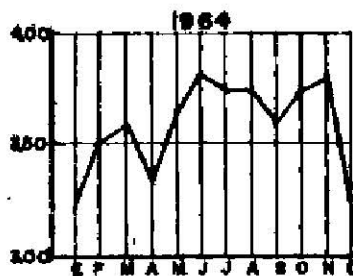
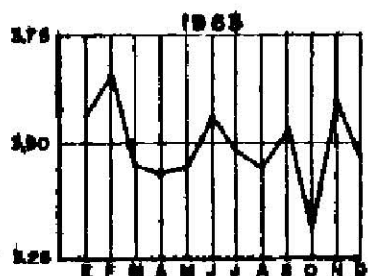
Para este efecto, se consideró útil elaborar - una gráfica a partir de los datos de precios observados. (Ver Gráfica #1).

Analizando las gráficas se observó claramente

TENDENCIA DE LOS PRECIOS DE LA CARNE BOVINO EN PIE

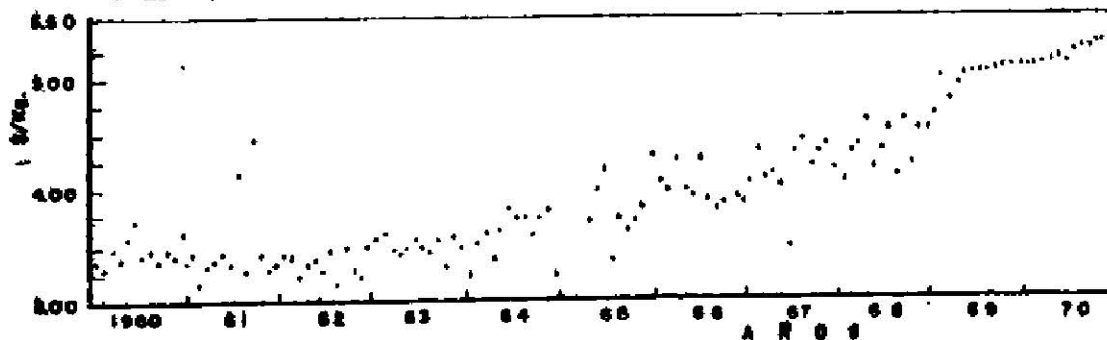


MESES



TENDENCIAS MENSUALES

TENDENCIA SECULAR DE LOS PRECIOS



una tendencia secular y una aparente tendencia estacional. En consecuencia, resultó relevante estimar dichas tendencias.

C U A D R O # 20
PRECIOS PROMEDIO DE LA CARNE DE BOVINO
EN PIE PARA 7 EDOS. DEL NORTE

Año	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
Mes	P r e c i o s						M e d i o s				
Enero	3.33	3.42	3.39	3.57	3.20	-	4.07	4.08	4.02	4.68	5.02
Feb.	3.27	3.17	3.37	3.64	3.49	-	3.94	4.32	4.31	4.93	5.02
Marzo	3.46	3.29	3.20	3.45	3.59	-	4.18	4.10	4.36	4.73	5.03
Abril	3.35	3.32	3.29	3.44	3.33	3.69	3.94	4.16	4.53	4.88	5.06
Mayo	3.58	3.40	3.33	3.45	3.62	3.94	3.91	4.04	4.16	4.94	5.13
Junio	3.70	3.29	3.25	3.57	3.80	4.21	4.19	3.44	4.32	4.95	5.11
Julio	3.40	4.15	3.41	3.48	3.72	3.38	3.90	4.31	4.43	4.96	5.18
Agosto	3.42	3.25	3.14	3.45	3.72	3.72	3.78	4.45	4.12	4.99	5.19
Sept.	3.35	4.40	3.46	3.53	3.58	3.58	3.85	4.20	4.53	5.00	5.19
Oct.	3.42	3.37	3.26	3.31	3.72	3.73	3.95	4.29	4.18	5.01	5.23
Nov.	3.37	3.23	3.22	3.59	3.78	3.77	3.88	4.37	4.46	5.02	5.26
Dic.	3.59	3.27	3.49	3.46	3.23	4.25	3.86	4.18	4.46	5.02	5.30

COMPRENDE LOS ESTADOS DE: COAH. CHIH., DGO., N. L., SON., TAMPS., ZACS.

Fuente: Dirección General de Economía Agrícola. SAG

Para estimar la tendencia secular se ajustó una recta - por el método de mínimos cuadrados, tomando como variables - el precio en pesos (P) y el tiempo en meses (t). Resultando:

$$P = 3.0016 + 0.0144 t. \quad \text{Coef. de correlación } 88.81\%$$

Para estimar las tendencias estacionales se calcularon

"coeficientes de estacionalidad" mensuales, que aunque obtenidas en forma burda¹⁴ dan una idea de dichas tendencias. Resultando:

MES	COEFICIENTE DE ESTACIONALIDAD	MES	COEFICIENTE DE ESTACIONALIDAD
Enero	0.9945	Julio	1.0140
Febrero	1.0066	Agosto	0.9780
Marzo	1.0022	Sept.	1.0172
Abril	0.9880	Octubre	0.9780
Mayo	1.0000	Novbre.	0.9830
Junio	1.0050	Dicbre.	0.9840

Dado que los coeficientes de estacionalidad resultaron cercanos a la unidad, se consideró únicamente la tendencia secular de los precios.

De acuerdo con la recta de regresión, se calculó que los precios aumentaban \$0.0144 por mes y por tanto 17.28 ¢ por año¹⁵. Esta constante fué añadida a cada uno de los precios de inicio del período, a fin de calcular los precios diferenciales por kilo, al finalizar el año.

¹⁴Estos coeficientes se estimaron en la siguiente forma: Cada dato observado de precios fué dividido entre el precio estimado según la recta de regresión, calculándose el promedio de estos cocientes para cada uno de los meses. Valores mayores que uno indicarían que en promedio, los valores observados son mayores que los estimados según la tendencia secular, quedando demanifiesto la existencia de cierta tendencia estacional a la "alza" en ese mes. De igual forma valores menores que uno, indican la tendencia estacional a la "baja".

¹⁵Dado que: $P = 3.0016 + 0.0144 t$ $\frac{dp}{dt} = 0.0144$

Resumiendo, los precios asociados a cada una de las actividades resultaron los siguientes:

C U A D R O # 21
PRECIOS POR KILO EN "PIÉ" ASOCIADOS A
CADA ACTIVIDAD

Actividad	Precio/Kg. en pié (\$)	Actividad	Precio/Kg. en pié (\$)
X ₁	8.500	X ₁₉	5.20
X ₂	8.673	X ₂₀	5.373
X ₃	5.600	X ₂₁	5.400
X ₄	5.773	X ₂₂	5.573
X ₅	7.500	X ₂₃	5.200
X ₆	7.673	X ₂₄	5.373
X ₇	5.500	X ₂₅	5.400
X ₈	5.673	X ₂₆	5.573
X ₉	5.750	X ₂₇	5.200
X ₁₀	5.823	X ₂₈	5.373
X ₁₁	5.400	X ₂₉	5.400
X ₁₂	5.573	X ₃₀	5.573
X ₁₃	5.500	X ₃₁	5.200
X ₁₄	5.673	X ₃₂	5.373
X ₁₅	5.300	X ₃₃	5.400
X ₁₆	5.473	X ₃₄	5.573
X ₁₇	5.400	X ₃₅	5.200
X ₁₈	5.573	X ₃₆	5.373

Fuente: Con información contenida en los Cuadros Nos. 19 y 20. Operaciones diversas.

D) REFORMULACION DEL MODELO Y SOLUCION DEL PROBLEMA LINEAL

Se ha expuesto como fueron estimados los valores de todos los parámetros contenidos en el modelo. Efectuando algunas operaciones aritméticas, las estimaciones permiten definir claramente un problema de programación lineal y encontrar una solución.

Reformulando el modelo; la función objetivo a maximizar y cada una de las ecuaciones y desigualdades lineales que tienen que cumplirse aparecen representadas en el Cuadro #22.

Transformando las desigualdades lineales en ecuaciones, introduciendo variables artificiales o de holgura no negativas, el problema se reduce a maximizar una función lineal de 41 variables sujeta a un sistema de 25 ecuaciones lineales.

Treinta y seis de las 41 variables constituyen la cantidad de animales que el productor asigna en cada una de las actividades alternativas en orden de maximizar su ingreso. Las 5 variables restantes son las variables artificiales o de holgura (slaks).

Para resolver este problema se hizo uso de un programa de computadora electrónica diseñado para resolver problemas de programación lineal¹⁶.

¹⁶ The Spectra 70 systems scientific service linear program. Que es un programa comprehensivo de programación lineal que fué diseñado y desarrollado por The spectra 70/35-45-55 systems de la R.C.A. El programa opera bajo el sistema T.O.S., T.D.O.S. y D.O.S.

La solución para el problema
 $(X_1, X_2, \dots, X_{36})$ y las variables
siguientes:

CUADRO N° 22
EL PROBLEMA DE PROGRAMACION LINEAL DEFINIDO

X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	X_{11}	X_{12}	X_{13}	X_{14}	X_{15}	X_{16}	X_{17}	X_{18}	X_{19}	X_{20}	X_{21}	X_{22}	X_{23}	X_{24}	X_{25}	X_{26}	X_{27}	X_{28}	X_{29}	X_{30}	X_{31}	X_{32}	X_{33}	X_{34}	X_{35}	X_{36}			
0.3		0.3		0.5		0.5		0.66		0.66		1		1		1.3		1		1.3		1		1.3		1		1.3		1		1.3		1		1.3		308.747 TIERRA
9.71				22.46		21.39		28.24		26.48		30.71		29.36		32.09		30.68		32.97		31.5		33.66		32.08		34.04		32.45		34.36		32.64		32.64		10707.0 AGUA
.0861				.1111		.1111		.1277		.1277		.1571		.1571		.1792		.1571		.1792		.1571		.1792		.1571		.1792		.1571		.1792		.1571		.1571		48.53 CERCO
.007				.0075		.0049		.0054		.0038		.0045		.003		.0042		.0028		.006		.0039		.0081		.0054		.009		.006		.009		.006		.006		3.0 M.O.B.
												1		-1		1		-1		1		-1		1		-1		1		-1		1		-1		-1		COBERTURA T.V
																																						= 0 NAC. 1
																																						= 0 NAC. 2
																																						= 0 SUB. 1
																																						= 0 SUB. 2
																																						= 0 SUB. 3
																																						= 0 SUB. 4
																																						= 0 SUB. 5
																																						= 0 SUB. 6
																																						= 0 SUB. 7
																																						= 0 SUB. 8
																																						= 0 SUB. 9
																																						= 0 SUB. 10
																																						= 0 SUB. 11
																																						= 0 SUB. 12
																																						= 0 SUB. 13
																																						= 0 SUB. 14
																																						= 0 SUB. 15
																																						= 0 SUB. 16
																																						= 0 SUB. 17
																																						= 0 SUB. 18
211.5	1474	-21.5	865	-122	2071	-79	1491	-148	2101	-136	1922	-190	2171	-173	2004	-198	2207	-182	2035	-205	2256	-189	2080	-209	2290	-193	2113	-213	2317	-196	2137	-215	2337	-198	2156	-1	Z * A MAXIMIZAR	

Excedente del Factor Base
Número de horas cementadas
cobertura de (1/10) con
Ingreso neto percibido por
= 1159,528.25

La solución para el vector de variables - -
 $(X_1, X_2, \dots, X_{36})$ y las cinco variables artificiales fué la siguiente:

C U A D R O # 23
 SOLUCION DEL PROBLEMA LINEAL

Edad de las reses	N o v i l l o s		V a q u i l l a s	
	Cantidades que han de mantenerse	Cantidades que han de venderse	Cantidades que han de mantenerse	Cantidades que han de venderse
De 0-1 años	$X_1 = 52.36$	$X_2 = 0$	$X_3 = 52.36$	$X_4 = 0$
De 1-2 años	$X_5 = 52.36$	$X_6 = 50.07$	$X_7 = 52.36$	$X_8 = 24.8$
De 2-3 años	$X_9 = 2.29$	$X_{10} = 0$	$X_{11} = 27.56$	$X_{12} = 0$
De 3-4 años	$X_{13} = 2.29$	$X_{14} = 0$	$X_{15} = 27.56$	$X_{16} = 0$
De 4-5 años	$X_{17} = 2.29$	$X_{18} = 0$	$X_{19} = 27.56$	$X_{20} = 0$
De 5-6 años	$X_{21} = 2.29$	$X_{22} = 0$	$X_{23} = 27.56$	$X_{24} = 0$
De 6-7 años	$X_{25} = 2.29$	$X_{26} = 0$	$X_{27} = 27.56$	$X_{28} = 0$
De 7-8 años	$X_{29} = 2.29$	$X_{30} = 0$	$X_{31} = 27.56$	$X_{32} = 27.56$
De 8-9 años	$X_{33} = 2.29$	$X_{34} = 2.29$	$X_{35} = 0$	$X_{36} = 0$
VARIABLES ARTIFICIALES				
Excedente del Factor Tierra				$X_{37} = 102.60$
Excedente del Factor Agua				$X_{38} = 1834.48$
Excedente del Factor Cercos				$X_{39} = 0.00$
Excedente del Factor Mano de Obra				$X_{40} = 0.7049$
Número de toros sementales en exceso de la cobertura de (1/10) con las vacas de vientre				$X_{41} = 0.00$
Ingreso neto percibido por el productor. Valor máximo de:				
$Z^* = \$159,525.25$				

E) PRUEBA DE HIPOTESIS

La formulación del modelo de programación lineal como una forma simplificada de representar la forma de producción de un rancho ganadero tipo, localizado en la zona norte, constituye un intento de explicar la realidad.

Hemos establecido supuestos, considerando hechos y a través de una discusión lógica formulado conclusiones.

La validez explicativa del modelo estriba en la veracidad objetiva de las conclusiones. De otra forma el modelo constituye un vano ejercicio de lógica.

Por veracidad objetiva de las conclusiones, entendiéndolo que independientemente de la "realidad" de los supuestos¹⁷, apelando únicamente a los hechos es posible comprobar éstas.

Desde que lo anterior es cierto, las soluciones a que condujo el modelo deben corresponder con lo que en promedio la población total de ranchos, mantienen de animales de cada uno de los tipos, en orden de no rechazar al modelo como falso.

Para dosimar si las soluciones del modelo correspondían con la realidad, se recurrió a lo que en teoría estadística se conoce como "Prueba de Hipótesis".

¹⁷Es obvio que un supuesto no es ni "real" ni "irreal", es simplemente una abstracción que deja a un lado algunos elementos de la realidad.

Se consideró el modelo estadístico lineal:

$$Y_i = \mu + E_i$$

Donde: Y_i .- Es cualquier observación de la característica de interés de la población.

μ : Es el valor medio de la característica de interés para toda la población.

E_i .- Es el error aleatorio asociado a cada observación, cuya distribución es normal.

Como la información contenida en la muestra solo distinguía entre los diferentes tipos de animales: Vacas de vientre, toros sementales, vaquillas de 1 a 2 años, vaquillas de 2 a 3 años, becerros y becerras, que se mantenían en los agostaderos de cada rancho. Se consideraron solo estos tipos de animales, cada uno como una población diferente.

Para cada población se planteó la siguiente hipótesis nula:

H_0 : La μ de la cantidad de animales mantenidos en los ranchos, es igual a la cantidad de animales determinado por la solución del modelo.

Como hipótesis alterna se planteó:

H_a : La μ de la cantidad de animales mantenidos en los ranchos, es diferente a la cantidad de animales determinado por la solución del modelo.

De esta forma, se diseñaron en forma indepen-

diente seis pruebas de hipótesis.

De la información contenida en la muestra y de las soluciones del modelo se tenía:

C U A D R O # 24
CANTIDAD DE ANIMALES MANTENIDAS
EN LOS RANCHOS

Tipo de animales	No. medio de animales por rancho Media muestral (Y)	Desviación standard (muestral) (S)	Cantidad de animales Solución del modelo
Vacas de vientre	148.3	52.26	137.8
Toros se mentales	14.62	4.17	13.8
Vaquillas de 1-2 años	57.4	25.55	52.36
Vaquillas de 2-3 años	24.32	16.32	27.56
Becerras	45.13	36.26	52.36
Becerras	42.51	19.32	52.36

El tamaño de la muestra fué: n=96
Fuente: Investigación directa. Información confidencial y Cuadro #23.

Tomando en cada prueba de hipótesis una probabilidad de error tipo I (α) de 95%, y considerando como ciertas cada una de las hipótesis nulas. Para cada población se calculó la cantidad:

$$t_c = \frac{(\bar{Y} - \mu_0) (n-1)^{\frac{1}{2}}}{S} \quad (\mu_0 = \mu, \text{ dado que } H_0 \text{ es cierta})$$

De acuerdo a la teoría estadística esta cantidad tiene la distribución "t" de student, con (n-1) grados -

de libertad, donde (n) es el tamaño de la muestra, en es te caso para todas las poblaciones $n=96$.

Por tanto, el criterio de decisión para cada prue ba de hipótesis fué:

Aceptar H_0 si (t_c) estaba comprendida en el inter-
valo aleatorio según tablas de la distribución "t" de -
Student, para un $\alpha = 5\%$, y 95 grados de libertad.

Rechazar H_0 si (t_c) no estaba comprendida en di-
cho intervalo.

Efectuando algunas operaciones aritméticas se pu-
do observar que cada una de las (t_c) estaba comprendida
en el intervalo de $(-1.96$ a $+1.96)$ el cual aproxima--
mente corresponde a los valores de tablas de la distri-
bución "t" de Student para un nivel de significancia de
95% y 95 grados de libertad¹⁸.

Por tanto cada una de las hipótesis nulas no fué
rechazada. De lo que se infiere que las soluciones del
modelo no han de rechazarse como correspondientes con -
la realidad.

¹⁸ Dado que en las tablas de la distribución "t" de --
Student, generalmente no están definidos para 95 grados
de libertad, se tomó como aproximación los valores de -
tablas de la distribución normal standard para un nivel
de significancia del 95%. Tomando en cuenta que la dis-
tribución de Student se aproxima a la normal standard -
a medida que aumentan los grados de libertad.

IV.- EFECTOS DE ALGUNAS POLITICAS DE PRECIOS A TRAVES DE RESTRICCIONES A LA EXPORTACION

El objetivo al formular el modelo era explicar la forma de producción de los ranchos ganaderos del norte.

A través de este modelo se intentará ahora: Medir como se afectaría la oferta relativa de los ranchos (las cantidades vendidas de los diferentes tipos de animales), ante variaciones de los precios, derivadas de posibles políticas que se asuman con respecto a la exportación.

Se ha discutido que los ranchos no tienen un producto único. Con sus recursos limitados ellos tienen diferentes alternativas de producción de animales para la venta. Esta es la idea fundamental de este trabajo de tesis.

Tengo la impresión de que todas las discusiones -- que versan sobre el problema escasez interna de carne -- vs. exportación, descuidan este hecho. Se piensa que -- con solo impedir la exportación, los animales que se venden a los mercados extranjeros se enviarían de otra forma a los mercados domésticos.

Actualmente, dado que existe un precio relativamente mayor para los becerros de exportación, la cantidad ofrecida de este tipo de animales por parte de los ranchos es relativamente alta. Los animales que se mantienen en los agostaderos en su mayoría son vacas de -- vientre para tener altos nacimientos y con ésto poder -- vender mayor número de becerros. Esta estructura de -- animales que se mantiene en los predios, está siendo de

terminada por los actuales precios de venta.

Variaciones en los precios relativos percibidos por el productor, afectan la cantidad de nacimientos, las cantidades de animales que han de mantenerse en cada tipo y las cantidades a vender.

Los efectos de diferentes políticas con respecto a la exportación, que conducen a variaciones de los precios relativos percibidos por el productor, no resultan entonces fácilmente predecibles. Aquí, el modelo que hemos formulado resulta útil.

En este capítulo se discutirá los efectos de tres posibles medidas que se pueden adoptar para la exportación:

A) Que a los actuales permisos de exportación se añada la facilidad de exportar becerras menores de dos años.

B) Que sólo se permita exportar becerras menores de un año.

C) Que se derogue todo permiso de exportación.

Para medir dichos efectos a través del modelo, se simularán cambios en los precios por kilogramo en "pié" asociados a algunas actividades.

La principal debilidad en este análisis, consiste en la forma en que se estimaron las variaciones en los precios relativos.

Las políticas que se pueden adoptar con respecto a la exportación afectarían la oferta agregada de carne y en forma distinta la oferta de los diferentes tipos de animales, tanto en el mercado doméstico como en el de exportación; sucediéndose un movimiento en los precios relativos difícil de preveer.

Se asumió en forma simplista, que los precios en el mercado de exportación y doméstico para los distintos tipos de animales permanecían fijos. Y que las diferentes políticas adoptadas afectaban los precios relativos percibidos por el productor al limitarle o darle acceso de recurrir con su producto a uno u otro mercado.

Las soluciones a que el modelo conduce bajo las tres condiciones cambiantes de precios, se compararán con la actual situación, para cuantificar los efectos de las políticas alternativas en términos de número de animales, kilos de carne y valor de la producción que se deja de dirigir a los mercados domésticos a consecuencia del tipo de exportación adoptado.

Para este efecto, se presenta un cuadro donde se establecen estas comparaciones.

A) POLITICAS QUE PERMITEN LA EXPORTACION DE BECERRAS

En el año ganadero 1969-1970, ante peticiones de la Confederación Nacional Ganadera (C.N.G.) la Secretaría de Agricultura y Ganadería autorizó - como

caso excepcional - la exportación de 332,000 becerros menores de dos años.

Según la C.N.G.: "La fuerte sequía que azotó a los estados del norte, obligaba a los ganaderos a desalojar de becerros los agostaderos a fin de dar cabida a las vacas de vientre y garantizar su existencia".

Independientemente de la "validez" de esta afirmación, el mercado de los Estados Unidos paga mayores precios por kilo en "pie" para las becerros que el mercado doméstico. Y la exportación de becerros - no como caso excepcional - bien puede decidirse como una medida de política económica, quizá para incrementar las exportaciones y atenuar problemas de Balanza de Pagos.

Desde este punto de vista consideré relevante medir a nivel de una planta y en términos del modelo, el efecto en la oferta relativa de animales, derivado de variaciones de precios al permitirse también la exportación de becerros.

Para este efecto, los precios para becerros de uno y dos años contenidos en la función objetivo, fueron substituídos por precios estimados de exportación. De acuerdo con la opinión de compradores de ganado para la exportación resultaban de \$8 y \$7 respectivamente. Con estas variaciones se solucionó de nuevo el problema lineal. En el cuadro que aparece en las páginas siguientes se presenta la solución, a fin de establecer las comparaciones ya señaladas.

Los resultados del modelo bajo esta situación, no presentan cambios fundamentales respecto a la si-

tuación actual; de hecho para cada una de las variables se tienen las mismas magnitudes. Al permitirse la exportación de becerras, las cantidades de estos animales que se venden en el mercado doméstico se -- venderían al mercado de exportación donde se cotizan a precios más elevados, incrementando de esta forma el ingreso neto percibido por el productor.

El incremento en el precio de las becerras al permitirse su exportación no es lo suficientemente -- elevado como para inducir al productor a aumentar su cantidad ofrecida en el mercado; dada la importancia que en un rancho criador, juegan las futuras hembras reproductoras.

B) PERMISOS DE EXPORTACION SOLO PARA BECERRAS MENORES DE UN AÑO

La restricción de los permisos de exportación, limitados solo a los becerros, está asociada con la hipótesis de que las hembras juegan un papel muy importante en la reproducción y que el sector ganadero, solo podrá desarrollarse si se aumentan los hatos para pie de cría - fundamentalmente aumentando el número de vacas de vientre en los ranchos -. De esta -- forma, se piensa que la exportación de becerras re-- trasa el crecimiento a largo plazo de la ganadería - al desincentivar la acumulación de capital en forma de futuras vacas reproductoras.

Esta argumentación resulta falaz. Paradójicamente, en el largo plazo, el incentivo de producir -- mayor cantidad de becerras para la exportación, indu

ciría a los productores a una mayor acumulación de futuras vacas de vientre.

Aunque el modelo que se ha diseñado, no considera la acumulación de capital, la substitución de animales en cada estrato de edad, por animales de edad próxima anterior, y las condiciones de reproducción; implícitamente señalan la importancia de no vender becerras en orden de mantener mayores animales reproductores y con esto generar animales para la venta.

Considero que precisamente por la importancia de mantener animales reproductores; fixas las cantidades de factores, las cantidades ofrecidas de becerras no se incrementan substancialmente ante aumentos de sus precios relativos.

Para constatar ésto a través del modelo, simulé — una situación en que a consecuencia de una decisión de política económica (limitación de permisos de exportación solo para becerras menores de un año), se sucedía un aumento en los precios relativos de las becerras.

Para este efecto, en la función objetivo original: Se substituyeron los precios de los mercados domésticos para becerras de un año, por los precios de exportación. Y para los becerros de uno y dos años, los actuales precios de exportación, se substituyeron por los precios — que se cotizan para animales de este tipo destinadas a los rastros¹, los cuales resultan de \$5.60 y \$5.50 respectivamente.

¹Becerros de uno y dos años que por razones sanitarias u otras son deshechados para la exportación, se venden en los mercados internos para ser sacrificados en los rastros.

Con la nueva función objetivo que resultaba de estas variaciones de precios, se solucionó el problema lineal. En el cuadro que aparece más adelante se presenta esta solución.

Los resultados del modelo conducen a una disminución en la cantidad de becerras vendidas².

La baja substancial en el precio de los becerros, hace más redituable para el productor no vender estos y mantenerlos en la planta para su venta posterior como novillos de mayor edad. Sin embargo, esta decisión implica disminuir la cantidad de animales reproductores - en orden de proveer de insumos a los novillos, de esta forma se disminuyen los nacimientos. Aunque se sucede un aumento en el precio relativo de las becerras, la -- disminución de los nacimiento, hace más económico reducir la cantidad de becerras vendidas antes que disminuir en mayor grado la reposición de futuras hembras reproductoras.

C) RESTRICCIÓN TOTAL DE LAS EXPORTACIONES

Las exportaciones de carne de bovino en pie han observado un crecimiento substancial en los últimos años. La tasa media de crecimiento anual del número de cabezas exportadas para el período 1960-1970 ha sido de 12.4%.

²Bajo la actual situación la solución del modelo indica que deben venderse 24.80 becerras de dos años y ninguna de un año. Bajo esta nueva situación, la solución del modelo indica que deben venderse 23.19 becerras de un año y ninguna de dos años.

Solo en el ciclo ganadero 1969-70 se exportaron a los Estados Unidos 912,600 cabezas, con un valor aproximado de 1,000 millones de pesos. Constituyendo uno de los principales renglones de exportación después del algodón, café, azúcar y camarón.

El incremento de las exportaciones de carne se ha visto inducido por la guerra de Viet-Nam³, las restricciones impuestas al resto de los países latinoamericanos para concurrir a los mercados de carne en pie de los Estados Unidos. Y el sistema impositivo de este país grava discriminadamente en favor del ganado vivo de poco peso.

Sin embargo, la producción ganadera dirigida a satisfacer el consumo interno, ha aumentado a tasas muy bajas. Bastante inferiores a los aumentos en la demanda doméstica cuya elasticidad - ingreso es cercana a la unidad⁴, lo que implica una tasa de crecimiento casi igual a la del producto.

Esto ha conducido a aumentos de los precios de la carne bastante superiores a los del índice general de precios. Cincuenta por ciento mayores con base a 1940.

Por el efecto de la elasticidad-precio, esto se ha traducido en bajos consumos de productos pecuarios.

³El Departamento de Defensa de los Estados Unidos adquiere cinco millones de libras de carne tipo "choice" por semana.

⁴ Ver Cuadro #4 del apéndice.

Según la encuesta del Banco de México (1965), el consumo de proteínas animal por persona resultaba de 19 gramos diarios. El mínimo necesario que señala la F.A.O. para América Latina es de 30 gramos diarios. Esto constituye un problema social.

La decisión política que permite la exportación de becerros, conduce a atenuar el crecimiento de la oferta interna de carne, con la concomitante elevación de los precios y las consecuencias en cuanto a los bajos consumos de este producto por parte de la población.

Medir en términos del modelo y a nivel de una planta representativa las cantidades de animales, kilos de carne y valor de la producción que se deja de dirigir a los mercados domésticos a consecuencia de los actuales permisos de exportación, resulta per-sé relevante.

Dichos efectos se pueden cuantificar; comparando la solución del modelo bajo los actuales precios de exportación, con la solución bajo una situación en la que la exportación no sea permitida.

Para este efecto se solucionó el modelo, habiendo substituído en la función objetivo, los actuales precios de exportación para becerros de uno y dos años, por los precios cotizados en los mercados domésticos. En el multicitado cuadro se presenta la solución, a fin de establecer las comparaciones relevantes.

D) EL RENDIMIENTO DEL CAPITAL PARA EL RANCHO TIPO

Consideré interesante presentar, bajo las cuatro condiciones alternativas de precios (la situación actual, y las tres simulaciones que se han establecido), cual era la tasa de rendimiento del capital para la planta o rancho "tipo" el cual ha resultado de considerar el valor promedio de algunas características de los ranchos ganaderos del norte.

Esta tasa de rendimiento del capital, se calculó como el por ciento que el ingreso neto por ventas representa del valor total del activo de la planta.

Puesto que al ingreso por ventas, se le ha descontado el costo de capital derivado de mantener durante un año diferentes tipos de animales: El valor del activo excluye las existencias de ganado.

De acuerdo con la información contenida en la muestra, el valor total del activo para la planta o rancho tipo ascendía a \$948,494.00. En el Cuadro #26 se desglosa éste, y se calculan las tasas de rendimiento del capital bajo las distintas condiciones.

E) UNA NOTA FINAL

Las soluciones del modelo bajo las distintas situaciones de precios, dan pie a interesantes análisis para interpretar en términos económicos las meras soluciones matemáticas. Creo que aquí más que nada, radica la validez explicativa del modelo.

Cada una de las soluciones, es susceptible de explicarse consistentemente con algunos principios fundamentales de la teoría económica. La facilidad para -- formular estas explicaciones estriba en la relativa -- "sensibilidad" del modelo ante variaciones de los precios. En esencia, implícitamente se está considerando una función de transformación entre varios productos y a cada conjunto de precios corresponde una estructura de producción distinta.

Sin embargo, no es mi intención desarrollar aquí un análisis a partir de las soluciones del modelo. Me basta haberlo formulado y haber comprobado su correspondencia con la realidad.

El haber cuantificado los efectos de diferentes medidas para la exportación, constituyó un intento de mostrar su capacidad predictiva en un aspecto que considero tiene relevancia.

Los efectos de otras variaciones en las condiciones actuales pueden también predecirse a través -- del modelo: Aumentos en la tasa de interés, nuevas -- tecnologías que provoquen variaciones en los coeficientes técnicos, la introducción de otras alternativas de producción para los ranchos, como las engordas de algunos animales con forrajes y concentrados etc.

Sirva este modesto trabajo como una pequeña contribución a la tarea de explicar algunos aspectos de -- la actividad ganadera cuyo desarrollo es imposterga -- ble.

EFFECTOS EN LA OFERTA DOMESTICA DE CARNE DERIVADOS DE DIFERENTES MEDIDAS PARA LA EXPORTACION

A) Solución del Problema Lineal. Exportación de Becerras y Securras.

EDAD DE LA RES	CANTIDADES QUE HAN DE MANTENERSE	CANTIDADES QUE HAN DE VENDERSE									
		MERCADO DE EXPORTACION			MERCADO DOMESTICO						
		NUM. DE ANIMALES	KG/ANIM.	TOTAL DE KILOS	PRECIO \$/KG	VALOR DE VENTA (\$)	NUM. DE ANIMALES	KG/ANIM.	TOTAL KILOS	PRECIO \$/KG	VALOR DE VENTA (\$)
0-1	$X_1 = 52.36$	$X_2 = 0$									
1-2	$X_5 = 52.36$	$X_6 = 50.07$	270	13,518.90	7.673	103,730.52	$X_{10} = 0$				
2-3	$X_9 = 2.29$						$X_{14} = 0$				
3-4	$X_{13} = 2.29$						$X_{18} = 0$				
4-5	$X_{17} = 2.29$						$X_{22} = 0$				
5-6	$X_{21} = 2.29$						$X_{26} = 0$				
6-7	$X_{25} = 2.29$						$X_{30} = 0$				
7-8	$X_{29} = 2.29$						$X_{34} = 2.29$	419.4	960.4	5.573	5,352.45
8-9	$X_{33} = 2.29$										
0-1	$X_3 = 52.36$	$X_4 = 0$									
1-2	$X_7 = 52.36$	$X_8 = 24.80$	263.9	6,544.72	7.173	46,945.28					
2-3	$X_{11} = 27.56$						$X_{12} = 0$				
3-4	$X_{15} = 27.56$						$X_{16} = 0$				
4-5	$X_{19} = 27.56$						$X_{20} = 0$				
5-6	$X_{23} = 27.56$						$X_{24} = 0$				
6-7	$X_{27} = 27.56$						$X_{28} = 0$				
7-8	$X_{31} = 27.56$						$X_{32} = 27.56$	397.8	10,963.3	5.373	58,906.18
8-9	$X_{35} = 0$						$X_{36} = 0$				
S O L U C I O N											
S E L E C C I O N											
		S U M A :	74.87	20,063.62		159,675.80	29.85		11,923.7		64,258.63

SOLUCION VARIABLES ARTIFICIALES

- EXCEDENTE FACTOR TIERRA: $X_{37} = 102.6$
- EXCEDENTE FACTOR AGUA: $X_{38} = 1,834.48$
- EXCEDENTE FACTOR CERCCOS: $X_{39} = 0$
- EXCEDENTE DE MANO DE OBRA: $X_{40} = .7049$
- EXCESO DE TOROS SEMENTALES CON LA COBERTURA (1/10) CON LAS VACAS DE VIENTRE: $X_{41} = 0$

INGRESO NETO POR VENTAS. VALOR MAXIMO DE Z^* = \$169,225.96

C) Solución del Problema Lineal. Exportación de Becerras.

EDAD DE LA RES		CANTIDADES QUE HAN DE MANTENERSE		CANTIDADES QUE HAN DE VENDERSE							
		MERCADO DE EXPORTACION				MERCADO DOMESTICO					
		NUM. DE ANIMALES	KG/ANIM.	TOTAL DE KILOS	PRECIO \$/KG	VALOR DE VENTA (\$)	NUM. DE ANIMALES	KG/ANIM.	TOTAL DE KILOS	PRECIO \$/KG	VALOR DE VENTA (\$)
0-1	$X_1 = 52.36$	$X_2 = 0$									
1-2	$X_5 = 52.36$	$X_6 = 50.07$	270	13,518.90	7.673	103,730.52					
2-3	$X_9 = 2.29$						$X_{10} = 0$				
3-4	$X_{13} = 2.29$						$X_{14} = 0$				
4-5	$X_{17} = 2.29$						$X_{18} = 0$				
5-6	$X_{21} = 2.29$						$X_{22} = 0$				
6-7	$X_{25} = 2.29$						$X_{26} = 0$				
7-8	$X_{29} = 2.29$						$X_{30} = 0$				
8-9	$X_{33} = 2.29$						$X_{34} = 2.29$	419.4	960.42	5.573	5,352.45
0-1	$X_3 = 52.36$						$X_4 = 0$				
1-2	$X_7 = 52.36$						$X_8 = 24.8$	263.9	6,544.72	5.673	37,128.20
2-3	$X_{11} = 27.56$						$X_{12} = 0$				
3-4	$X_{15} = 27.56$						$X_{16} = 0$				
4-5	$X_{19} = 27.56$						$X_{20} = 0$				
5-6	$X_{23} = 27.56$						$X_{24} = 0$				
6-7	$X_{27} = 27.56$						$X_{28} = 0$				
7-8	$X_{31} = 27.56$						$X_{32} = 27.56$	397.8	10,963.36	5.373	58,905.18
8-9	$X_{35} = 0$						$X_{36} = 0$				
		S U M A :	50.07	13,518.90		103,730.52	54.65	18,468.50			101,385.83

W O L J I A O N

W A D E I L V A

SOLUCION VARIABLES ARTIFICIALES

- EXCEDENTE FACTOR TIERRA: $X_{37} = 102.6$
- EXCEDENTE FACTOR AGUA: $X_{38} = 1,834.48$
- EXCEDENTE FACTOR CEROS: $X_{39} = 0$
- EXCEDENTE DE MANO DE OBRA: $X_{40} = .7049$
- EXCESO DE TOROS SEMENTALES CON LA COBERTURA (1/10) CON LAS VACAS DE VIENTRE: $X_{41} = 0$

INGRESO NETO POR VENTAS. VALOR MAXIMO DE Z* = \$159,525.25

EDAD DE LA RES	CANTIDADES QUE VAN DE VENDERSE					SOLUCION VARIABLES ARTIFICIALES
	MERCADO DOMESTICO					
	NUM. DE ANIMALES	KG./ANIMAL	TOTAL DE KILOS	PRECIO \$/KG	VALOR DE VENTA (\$)	
0-1	X ₁ = 45.59	X ₂ = 0				EXCEDENTE FACTOR TIERRA: X ₃₇ = 98.5 EXCEDENTE FACTOR AGUA: X ₃₈ = 1,624.6 EXCEDENTE FACTOR CERCCOS: X ₃₉ = 0 EXCEDENTE DE MANO DE OBRA: X ₄₀ = .82 EXCESO DE TOROS SEMENTALES CON LA COBERTURA (1/10) CON LAS VACAS DE VIENTRE: X ₄₁ = 0 INGRESO NETO POR VENTAS. VALOR MAXIMO DE Z* = \$136,147.89
1-2	X ₅ = 45.59	X ₆ = 0				
2-3	X ₉ = 45.59	X ₁₀ = 33.51	12,090.40	5.823	70,402.45	
3-4	X ₁₃ = 12.07	X ₁₄ = 12.07	4,620.39	5.673	26,211.51	
4-5	X ₁₇ = 0	X ₁₈ = 0				
5-6	X ₂₁ = 0	X ₂₂ = 0				
6-7	X ₂₅ = 0	X ₂₆ = 0				
7-8	X ₂₉ = 0	X ₃₀ = 0				
8-9	X ₃₃ = 0	X ₃₄ = 0				
0-1	X ₃ = 45.59	X ₄ = 0				
1-2	X ₇ = 45.59	X ₈ = 15.40	4,064.06	5.673	23,055.41	
2-3	X ₁₁ = 30.19	X ₁₂ = 0				
3-4	X ₁₅ = 30.19	X ₁₆ = 0				
4-5	X ₁₉ = 30.19	X ₂₀ = 0				
5-6	X ₂₃ = 30.19	X ₂₄ = 0				
6-7	X ₂₇ = 30.19	X ₂₈ = 30.19	11,873.43	5.373	63,795.94	
7-8	X ₃₁ = 0	X ₃₂ = 0				
8-9	X ₃₅ = 0	X ₃₆ = 0				
SUMA:		91.17	32,648.28		183,465.31	

E C O M P A R A C I O N

TIPO DE EXPORTACION ADOPTADO	NUM. DE ANIMALES QUE SE VENDEN EN EL MERCADO DOMESTICO	KILOS DE CARNE QUE SE VENDEN EN EL MERCADO DOMESTICO	VALOR DE LAS VENTAS EN EL MERCADO DOMESTICO (\$)
DECERROS Y DECERRAS	29.85	11,923.70	64,258.63
DECERRAS	74.71	28,191.83	158,847.26
DECERROS	54.65	18,468.90	101,385.83
NINGUNA	91.17	32,648.28	183,465.31

FUENTE: SOLUCION DE LOS PROBLEMAS DE PROGRAMACION LINEAL. (SOLUCION DE LA COMPUTADORA).

A P E N D I C E

C U A D R O # 1
GANADO EXPORTADO EN PIS
PERIODOS ANUALES DE SEPT. 1o. A 31 DE AGOSTO

Período	Cabezas Exportadas	Período	Cabezas Exportadas
1959/60	284,152	1965/66	580,213
1960/61	386,965	1966/67	515,825
1961/62	600,091	1967/68	612,413
1962/63	687,743	1968/69	677,040
1963/64	353,884	1969/70	912,600 ^a
1964/65	-----	1970/71	752,600 ^b

a Incluye exportación de becerras.

b Hasta Abril de 1971.

Fuente: Confederación Nacional Ganadera.

C U A D R O # 2
TASAS MEDIAS DE INCREMENTO ANUAL DEL PRODUCTO BRUTO INTERNO
(Pesos de 1950)

Período	Total	Agri- cul- tura	Gana- dería	Mine- ría	Petró- leo	Manu- fac- tura	Cons- truc- ción	Ener- gía Elec- trica
1895-1910	4.0	4.4	1.2	5.9		4.9	6.3	13.7
1921-1935	3.4	5.1	4.7	4.4	-7.1	3.8	6.8	12.1
1935-1945	5.4	2.8	1.9	1.1	0.3	7.7	10.0	4.0
1935-1956	5.8	4.9	2.9	1.2	4.7	7.5	8.7	6.5
1946-1956	6.1	7.6	4.2	1.4	9.8	8.2	8.1	9.8
1957-1967	6.2	3.8	4.2	1.6	7.6	8.0	7.4	9.4

Fuente: Solís Leopoldo Lic. La Realidad Económica Mexicana. Retrovisión y Perspectivas. México, 1971. Ed. Sig-
lo XXI.

C U A D R O #.4

FUNCIONES DE ELASTICIDAD-GASTO DE LA DEMANDA POR PERSONA

Conceptos	Población	Función ^a	Coefficiente de correlación	Coefficientes de elasticidad <u>1963 1970 1975</u>	Propensión marginal a consumir <u>1963 1970 1975</u>
Total de carne	Total	$\text{Log } Y = 4.478 - \frac{262.902}{Y}$	0.998	1.168 0.970 0.864	0.142 0.119 0.105
	Urbana	$\text{Log } Y = 4.529 - \frac{289.058}{Y}$	0.997	0.983 0.902 0.835	0.116 0.106 0.097
	Rural	$\text{Log } Y = 4.167 - \frac{212.732}{Y}$	0.914	1.503 1.251 1.133	0.152 0.136 0.125

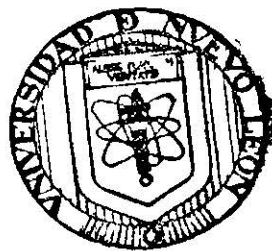
a) En las presentes funciones se utilizaron logaritmos naturales. Y=gasto por persona en el renglón en estudio; Y=gasto total por persona.

Fuente: Encuesta sobre Ingresos y Gastos Familiares en México-1965. Banco de México, S. A.

B I B L I O G R A F I A

- Brody Samuel, Sparrow D. Chester y Kibler H. Hudson. Time relations of growth. The equivalence of age in mammals estimated on the basis of their growth constant. U.S.A., 1948. J.G. Physial.
- Censos Agrícolas y Ganaderos 1950, 1960. México: Dirección General de Estadística, Secretaría de Industria y Comercio.
- Centro de Investigaciones del Desarrollo. Estudio integral sobre la Ganadería de la Zona Norte de la República Mexicana. México: COPARMEX, 1965. Impresión Particular.
- Dorffman, Samuelson y Solow. Programación Lineal y Análisis Económicos. México: Ediciones Aguilar, 1965.
- Echeverría Martín, Leonardo. La Ganadería Mexicana. México: Banco de México, Departamento de Investigaciones Industriales, 1960.
- González H. Martín, Dr. Manejo y Mejoramiento de Pastizales. México: Rancho Experimental "La Campana", Chihuahua, Chih., 1969 (Mimeografiado).
- Henderson y Quant. Análisis de Teoría Microeconómica. México: Ediciones Aguilar, 1964.
- Huss Donald Dr. Algunos Principios sobre Manejo de Pastizales. México: Primer Seminario sobre Ganadería, Nuevo Laredo, Tamps., 1969 (Mimeografiado).
- Unión Nacional de Empacadoras T.I.F. Industrialización del Ganado en México. México: 1970
- Maltos Romo Joel, Algunos Factores que afectan la Productividad de las Vacas de Carne en Pastoreo. México: Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, 1969. (Mimeografiado).—

- Maynard A. Leonard, Ph. D. Nutrición Animal: Fundamentos de la Alimentación del ganado. México, 1955. UTEHA.
- Morrison B. Frank. Alimentos y Alimentación del Ganado. (Trad.) México, 1951. UTEHA.
- Sáenz Quiroga Eladio, Ing. Problemas de Optimización. México: Universidad de Nuevo León, Facultad de Economía, 1967.
- Solis Leopoldo, Lic. La Realidad Económica Mexicana. Retrovisión y Perspectivas. México, 1971. Ed. Siglo XXI.
- Winchester and Morris. Studies on the water requirements of farm animals. West Virginia, University, Morgantown. 1947.



BIBLIOTECA CONSUELO MEYER L.
FACULTAD DE ECONOMÍA U. N. L.
MONTERRÉ, N. L.

