



**DETERMINACION DEL NIVEL DE PRODUCCION
LACTEA CORRESPONDIENTE AL OPTIMO
ECONOMICO EN DOS EXPLOTACIONES
INTENSIVAS DEL VALLE DE MEXICO**



T E S I S

Presentada ante la

División de Estudios de Posgrado

de la

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

de la

Universidad Nacional Autónoma de México

Para la obtención del grado de:

MAESTRO EN PRODUCCION ANIMAL

Por

ARTURO SANCHEZ DE ANDA

Aprobado por:

MVZ. M. Sc. Alberto Reyes Gómez Liata

MVZ. M.C. Humberto Troncoso Altamirano

Enero de 1988



**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

R E S U M E N

SANCHEZ DE ANDA, ARTURO. Determinación del nivel de producción láctea correspondiente al óptimo económico, en dos explotaciones intensivas del Valle de México.

(Bajo la dirección de ALBERTO REYES GOMEZ LLATA Y HUMBERTO TRONCOSO ALTAMIRANO).

De manera directa se obtuvo información del plan alimenticio -- que actualmente se lleva a cabo dentro de las empresas lecheras: -- " El Cupido " y " La Cotera " en el Estado de México, para alimentar a sus respectivos grupos de vacas de alta producción. Se definió el listado de ingredientes que conforman dichos planes, así como el costo de ellos, registrado en cada empresa para el mes de septiembre de 1987. Asimismo, se averiguó el número de vacas existentes, el nivel de producción anual promedio por vaca y el precio de venta del fluido lácteo. Con estas bases se aplicó un modelo de programación lineal en el que se consideraron como coeficientes técnicos de las actividades, a valores promedio obtenidos de diversas -- fuentes bibliográficas, con el objeto de determinar las raciones óptimas (mínimo costo), para las diversas situaciones que enfrentan -- estas empresas en sus respectivos planes de alimentación ya mencionados. Simultáneamente a la determinación de la ración óptima, que cumple los requerimientos nutricionales planteados, al menor costo posible dadas las restricciones y relaciones de producción especificadas, el modelo empleado determinó el nivel óptimo de producción a

que debe aspirar estas explotaciones, ya que considera la relación de precios existentes entre los insumos alimenticios requeridos --- (costo de la alimentación) y el precio de la venta de leche, definiendo así, el punto de máximo beneficio económico para la empresa ante las condiciones de ese momento (costo marginal = ingreso marginal). Los resultados de este trabajo sugieren para ambas empresas, - que con el empleo de esta técnica es posible abaratar el costo de - sus raciones actuales, lo que de inmediato puede mejorar sus ingresos; pero para lograr que estos sean los máximos, deben incrementar su nivel de producción / vaca / año a niveles de 8,153.26 Kg de leche para el caso del rancho " El Cupido ", y a 8,168.81 Kg de leche para el caso del rancho " La Cotera "; a estos niveles de produc--- ción se maximiza la relación beneficio/costo.

LISTA DE CONTENIDO

	Página
I. INTRODUCCION -----	1.
II. REVISION BIBLIOGRAFICA -----	3.
A. Importancia de la Alimentación del Ganado Lechero -----	10.
B. La Programación Lineal y los Modelos para la Optimización de Programas Alimenticios de Ganado Lechero -----	13.
C. Descripción General de la Zona -----	20.
D. Definición del Problema -----	23.
E. Objetivos Específicos de Estudios -----	25.
F. Hipótesis de Trabajo -----	26.
III. MATERIAL Y METODOS -----	27.
IV. RESULTADOS -----	38.
A. Raciones Actuales -----	38.
B. Raciones Optimas -----	41.
V. DISCUSION -----	46.
VI. CONCLUSIONES -----	51.
VII. APENDICE -----	53.
A. Figuras -----	54.
B. Cuadros -----	60.
VIII. LITERATURA CITADA -----	98.

LISTA DE FIGURAS

<u>Figura</u>		<u>Página</u>
1.	Relación de la tasa de inflación y de crecimiento del PIB real de la rama de la ganadería, 1971 - 1984.	55
2.	Valor de las exportaciones, importaciones y saldo de la ganadería, apicultura, caza y -- pesca, 1980 - 1985.	56
3.	Valor de las exportaciones, importaciones y saldo del sector agropecuario, 1980 - 1985.	57
4.	Indices de productividad del sector agropecuario, 1970 - 1984.	58
5.	Relación de la tasa de inflación y el crecimiento del PIB real del sector agropecuario, 1971 - 1984.	59.

LISTA DE CUADROS

<u>Cuadro</u>		<u>Página</u>
1.	Ración actual utilizada en el rancho " El Cupido "; ingredientes que la conforman, aporte de nutrientes principales y costo total de la mezcla concentrada y de la mezcla final por unidad en materia seca.	60
2.	Ración actual utilizada en el rancho " La Cotera "; ingredientes que conforman al concentrado A, aporte de nutrientes principales, costo unitario total de la mezcla; la constitución, aporte de nutrientes y costo de la mezcla final de este concentrado con fuentes forrajeras excepto rye grass.	62
2.A	Ración actual utilizada en el rancho " La Cotera "; ingredientes que conforman al concentrado B, aporte de nutrientes principales y costo total unitario de esta mezcla; la constitución, aporte de nutrientes y costo final de la mezcla de este concentrado y fuentes forrajeras excepto rye grass	63
2.B	Ración actual utilizada en el rancho " La Cotera "; a) mezcla final de ingredientes que incluye al concentrado A y fuentes forrajeras considerando al rye grass, aporte de nutrientes principales y costo total; b) mezcla final de ingredientes que incluye al concentrado B y fuentes forrajeras incluyendo al rye grass, aporte de nutrientes principales y su costo total.	64
3.	Modelo de programación lineal y arreglo matricial para determinar la ración de mínimo costo y nivel óptimo de producción para vacas de 636 Kg de p.v., considerando la recombinación total de ingredientes disponibles en el rancho " El Cupido ".	65

LISTA DE CUADROS

<u>Cuadro</u>		<u>Página</u>
4.	Modelo de programación lineal y arreglo - matricial para determinar la ración de m ⁱ - nimo costo y nivel óptimo de producción - para vacas de 636 Kg de p.v., consideran- do la recombinación total de ingredientes disponibles en el rancho " La Cotera ". - exceptuando al rye grass.	66
4.A	Modelo de programación lineal y arreglo - matricial para determinar la ración de m ⁱ - nimo costo y nivel óptimo de producción - para vacas de 636 Kg de p.v., consideran- do la recombinación total de ingredientes disponibles en el rancho " La Cotera ". - incluyendo rye grass.	67
5.	Modelo de programación lineal y arreglo - matricial para determinar la ración de m ⁱ - nimo costo y nivel óptimo de producción - para vacas de 636 Kg de p.v., consideran- do al concentrado actualmente utilizado - en el rancho " El Cupido ", como un ingre- diente.	68
6.	Modelo de programación lineal y arreglo - matricial para determinar la ración de m ⁱ - nimo costo y nivel óptimo de producción - para vacas de 636 Kg de p.v., consideran- do al concentrado A actualmente utilizado en el rancho " La Cotera " y sin incluir - al rye grass como ingrediente.	69
6.A	Modelo de programación lineal y arreglo - matricial para determinar la ración de m ⁱ - nimo costo y nivel óptimo de producción - para vacas de 636 Kg de p.v., consideran- do al concentrado A actualmente utilizado en el rancho " La Cotera " e incluyendo - al rye grass como ingrediente.	70

LISTA DE CUADROS

<u>Cuadro</u>		<u>Página</u>
7.	Solución óptima para el rancho " El Cupido ", considerando la recombinación total de los ingredientes de que dispone (Cupido T).	71
8.	Solución óptima para el rancho " El Cupido ", considerando la recombinación de -- las fuentes forrajeras disponibles y el -- concentrado actualmente utilizado (Cupido T 2).	75
9.	Solución óptima para el rancho " La Coterera " para la recombinación total de los -- ingredientes disponibles excepto rye --- grass (Coterera T).	78
10.	Solución óptima para el rancho " La Coterera " considerando la recombinación total de los ingredientes disponibles incluyendo al rye grass (Coterera T - Rye).	81
11.	Solución óptima para el rancho " La Coterera ", considerando la recombinación de las fuentes forrajeras disponibles excepto -- rye grass, utilizando al concentrado A como ingrediente (Coterera T 2).	84
12.	Solución óptima para el rancho " La Coterera ", considerando la recombinación de las fuentes forrajeras disponibles incluyendo al rye grass, utilizando al concentrado A como ingrediente (Coterera T 2 - Rye).	87
13.	Solución óptima para el rancho " La Coterera ", considerando la recombinación de las fuentes forrajeras disponibles excepto -- rye grass, utilizando al concentrado B como ingrediente (Coterera T 2 B).	90

LISTA DE CUADROS

<u>Cuadro</u>		<u>Página</u>
14.	Solución óptima para el rancho " La Coterá ", considerando la recombinación de las fuentes forrajeras disponibles incluyendo al rye grass, utilizando al concentrado B como ingrediente (Coterá T 2 B - Rye).	93
15.	Resumen comparativo del costo de raciones óptimas obtenidas con el modelo de programación lineal versus costo de raciones actuales.	96
16.	Resultados de niveles óptimos de producción para cada ración óptima obtenida -- con el modelo de programación lineal empleado.	97

I. INTRODUCCION

México ha decidido una transformación radical en su estrategia económica general, con el propósito de lograr que la economía tradicional "cerrada", basada principalmente en la sustitución de importaciones y la procuración de la autosuficiencia de algunos productos, se transforme ahora en una economía abierta, de exportaciones, con la resolución de integrarnos como país a una economía mundial - desarrollada, elevando la productividad de las empresas y la competitividad de las mismas.

Pero por la sola decisión, no se va a pasar de la economía que dio lugar a una industria protegida, a otra con empresas capaces de competir con cualquiera del mundo y emprender así, la solución de - nuestros problemas como nación; problemas dentro de los que sobresale, por continuar vigente desde hace muchos años y porque cada vez cobra mayor trascendencia, el hecho de ser incapaces de producir -- los bienes primarios que nuestra población demanda.

Esta política económica que ha resuelto el gobierno, implica - esfuerzos sin precedentes, requiere apoyos financieros a la inver-- sión pública y privada, estímulos fiscales, simplificaciones admi-- nistrativas, etc., pero sobre todo exige eficacia y rapidez en los procesos productivos y de mercado.

La empresa agropecuaria no se encuentra al margen de este pro-- yecto y aunque el gobierno tiene su parte que cumplir, tanto en el ámbito macroeconómico como microeconómico, vía: apoyos fiscales y -

financieros, modernización del sistema mercantil, revisión de políticas de subsidios y precios de garantía, etc.; el productor agropecuario, al igual que el resto de empresarios en otros sectores, debe esforzarse en cumplir con su cometido; debe optimizar el uso de los recursos de que dispone para producir, y medir los resultados sólo por las metas que alcance.

De este modo, resulta de particular relevancia por su obvia relación con lo señalado, el conocer las técnicas y métodos de optimización disponibles, a fin de que se hagan llegar a las explotaciones y sean aplicadas en las mismas, como una herramienta que permita al administrador, al empresario, eficientar el proceso productivo que le compete, contribuyendo a la vez, al logro del objetivo nacional propuesto.

Este es el caso de la técnica de programación lineal que al aplicarse a programas de alimentación de ganado lechero nos permite optimizar los insumos alimenticios, así como identificar niveles de producción asociados con la máxima utilidad para la empresa.

II. REVISION BIBLIOGRAFICA

En los últimos años se ha venido observando a nivel mundial, - una marcada escasez de bienes de primera necesidad, a pesar de los avances significativos que en materia tecnológica se han venido dando. Ejemplo de esto es: que en el campo de la producción pecuaria, - los logros obtenidos en materia genética, nutricional, sanitaria, - etc., se han conjugado y traducido en su conjunto, en incrementos de la productividad de las empresas, dentro de las cuales sobresalen las explotaciones de bovinos lecheros especializados; sin embargo, la leche es uno de los productos de origen animal que en amplias zonas del mundo y generalmente las más pobladas, presenta de las mayores cifras deficitarias y México no ha sido ajeno a este problema.

Al respecto, la Organización para el Alimento y la Agricultura de las Naciones Unidas (FAO), señala en su Cuarta Encuesta Alimentaria Mundial (20), que México desde la década de los sesentas, se encuentra dentro del grupo de sesenta y nueve países que registraron tasas de crecimiento demográfico superiores a las correspondientes en materia de producción de alimentos; lo que se traduce año con año en una reducción de la cantidad de alimentos disponibles para cada uno de los habitantes.

Lo anterior se confirma al mencionar algunos autores (18 ,22), que en el año 1982, 13.5 millones de mexicanos no comían carne, 20 millones no consumían huevo y 25 millones no tomaban leche. En alu-

sión al consumo aparente per cápita para ese mismo año, se observa que éste pudo haberse situado en el mejor de los casos, por el orden de los 103.6 litros / habitante / año, que equivalen a la consideración de que 283.9 ml de leche estuvieron disponibles diariamente para cada habitante, siendo posible esto dadas las importaciones, ya que la producción nacional registrada (32), sólo cubre el 88 % de esa estimación. Para los años siguientes, la demanda potencial interna del fluido ha continuado su marcha ascendente, con ritmos anuales de crecimiento de alrededor del 2 % (32), en tanto que los incrementos en la producción nacional de leche para los años en que ha habido (2), no ha sido por mucho de la proporción requerida; lo cual puede reafirmarse al observar las cifras crecientes que reportan las importaciones anuales de leche en polvo descritas a continuación: para el año de 1982 se adquirieron en el mercado internacional 70,890 toneladas del producto deshidratado, mientras que para 1985 se reportaron compras por la cantidad de 161,484 toneladas (33), lo que equivale a un incremento en las importaciones, del orden del 127 % para el lapso de sólo 3 años.

Lo señalado aquí, resulta congruente por la información que arrojan estimaciones más recientes, que describen de manera general el panorama actual de la ganadería lechera de nuestro país (30), ésta menciona la existencia de alrededor de 900,000 vacas lecheras en explotación intensiva, de las cuales más del 90 % corresponden a la raza Holstein y el resto a Pardo Suizo y Jersey.

Este grupo de vacas producen cerca del 54 % del total de la le

che en México, aunque representan solamente el 17 % del total de la población nacional de hembras dedicadas a producir leche. El 83 % restante, que equivale a 4.3 millones de cabezas, está compuesto -- por razas criollas y cruzamientos de Cebú con Pardo Suizo, Hols---- tein, etc., que se consideran más bien animales de doble propósito y con capacidades de ordeño mínimas y muchas veces estacionales.

El promedio de producción nacional se considera que se encuentra alrededor de los 1,300 Kg / vaca / año, sin embargo, en el caso de la ganadería lechera intensiva el promedio sube a 4,000 Kg de le che / vaca / año.

Con esto se estima que la producción anual de leche en México, anda por el orden de los 7,300 millones de litros, lo que hace que disminuya incluso, el dato anterior de 283.9 ml de leche / habitante / día de 1982 como consumo per cápita nacional, a cerca de los - 250 ml para 1986. Este promedio es relativamente bajo si se le compara con los registrados en otros países como Estados Unidos, que - en 1982, reportó consumos por habitante de 239 litros anuales, y en el caso de los Países Escandinavos, en los que se señalaron consu-- mos anuales que se sitúan por arriba de los 365 litros / habitante (18). Esto concuerda con las producciones informadas aún para 1984, que indican 6,860 toneladas métricas para México, 26,141 toneladas para Alemania Federal y 61,436 toneladas para Estados Unidos (33).

Lo anterior no tendría mayor significado, de no ser reconocido el alto valor nutritivo que caracteriza al fluido en cuestión, ya - que se le considera como un alimento "completo", importante para la

alimentación del adulto e indispensable para la población infantil; por tal motivo la FAO (21), recomienda un consumo mínimo diario de leche de 500 mililitros por persona, ya que dicho consumo aportaría a un adulto promedio los siguientes porcentajes de sus requerimientos diarios: 40 % de las proteínas, cerca del 25 % de las calorías, 70 % del calcio y riboflavina, 30 % de la vitamina A, así como la totalidad de la tiamina; esto al considerar que el contenido de nutrientes correspondientes a 100 gramos de la leche entera de vaca es de 79 calorías, 3.8 g de proteína, 3.5 g de grasa, 143 mg de calcio, 0.04 mg de tiamina, 0.3 mg de riboflavina y 130 U.I. de vitamina A.

Esta recomendación agrava la magnitud que alcanza el problema deficitario del país, si se considera como ejemplo el hecho de que para 1986 la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (16), estimó necesaria para cubrir la demanda interna de leche, una producción nacional de 10,923 millones de litros, que tan sólo en el papel, se quedó corta con 3,677 millones de litros, es decir con el 33.6 % si consideramos una población de 80 millones de mexicanos, y que en la realidad debe haberse traducido en un déficit del 50 %, - si se considera la estimación de producción reportada por la Asociación Nacional de Productores de Leche (30).

En resumen, lo hasta aquí expresado, pone de manifiesto que el déficit que enfrenta nuestro país en la producción de leche, aumentará año con año cuando menos en proporción directa con el aumento de la población, y que el gobierno, de perseverar en la política --

económica al respecto establecida, se verá en ~~T~~ a necesidad de continuar con las importaciones ascendentes de leche en polvo, al estar conciente que se trata de un producto de primera necesidad para la población en general, es decir, se alude a un producto que presenta demanda (precio) inelástica; (aunque ante la actual situación económica del país, esto no se cumple para todos los estratos sociales y se convierte cada vez más en un producto elitista, debido ésto a que en la medida que los ingresos de los consumidores disminuyen y el precio del producto se incrementa, éste tiende a presentar demanda considerablemente elástica, sobre todo para las clases desprotegidas de nuestra sociedad) (elasticidad ingreso), (46). Lo que implica que de continuar con esa política, no se le dará solución al problema, ya que la rehidratación ha demostrado ser una medida ineficaz, que sólo le ha procurado paliativos al mismo, además de tampoco haber cumplido con su original razón de ser: leche barata, accesible a las clases marginadas; y sí por el contrario ha presionado al productor que intenta crecer (ver figura No. 1), frenando sus intentos por desarrollar su capacidad productiva, al enfrentarse un sistema mercantil deficiente y problemático (35,46), a la vez que competido en áreas no prioritarias por la leche importada (35).

En relación con ésto, existen varios estudios económicos de empresas lecheras, que demuestran la grave situación económica y financiera en que se encuentran desde hace varios años a la fecha, indicando que la mayoría de ellas apenas cubren sus costos variables, lo que se traduce llanamente en una tendencia a desaparecer en el medio o largo plazo (25, 40, 51).

Esto último no se contradice con lo expresado en la introducción, ya que si bien es cierto, que el propósito de abrir nuestras fronteras al comercio exterior y entrar a una economía de mercado - desarrollada puede resultar más ventajoso, no es posible entregar--nos de lleno a esta lógica y adquirir nuestros alimentos en aque---llos países que los producen a más bajo costo, o que asignan fuer--tes subsidios a los productores como es el caso de la leche, ya que implicaría que casi de inmediato se dejaría de producir, lo cual --acarrearía complicaciones aún más graves y ésto, acrecentaría nues--tra dependencia alimentaria (ver figuras 2 y 3). Tampoco se trata -de situarnos al margen de la competitividad, sino por el contrario, en aquellos renglones de la producción como el lechero y otros ----(ver figuras 4 y 5), en los que se ha demostrado contar con buen ni--vel tecnológico y productivo, y aún con grandes posibilidades de --eficientar el proceso, debe dársele al productor la oportunidad de existir, quizás no para pensar en llegar a competir en el mercado - internacional a corto plazo, pero sí para ofrecer al mercado inter--no uno de los alimentos más completos. Para ésto, el productor está obligado a cumplir su parte, pero debe acompañarlo también un apoyo gubernamental acorde, que eslabone la serie de instrumentos de polí--tica económica, que inciden sobre el desarrollo de las empresas tan--to en el corto, como en el mediano y largo plazos.

En este sentido, varios autores (26,46,51) han puntualizado me--didas correctivas generales, que orientan a la solución de la pro--blemática que presenta el subsector pecuario, en relación Sánchez - D. en 1984 (48), propuso como necesario, resolver de manera inte---

gral los siguientes puntos fundamentales:

- 1.) Incrementar las áreas de cultivo y sus rendimientos promedio.
- 2.) Lograr avances tecnológicos y la aplicación de los mismos para aumentar la productividad.
- 3.) Dar seguridad en la tenencia de la tierra.
- 4.) Incrementar la disponibilidad de créditos y de aseguramiento.
- 5.) Proporcionar asistencia técnica adecuada.
- 6.) Proporcionar al productor estímulos fiscales y una política de precios adecuada.
- 7.) Organizar a los productores en Asociaciones o Cooperativas.
- 8.) Comercializar y distribuir eficientemente los productos agrícolas y pecuarios.
- 9.) Utilizar esquilmos agrícolas y subproductos industriales.
- 10.) Apoyar a la investigación y su validación.
- 11.) Fomentar la agroindustria.

A. Importancia de la Alimentación del Ganado Lechero.

En México la base alimentaria para el ganado lechero en producción intensiva la constituye la alfalfa (Medicago sativa L.), lo que puede considerarse una práctica correcta dada la productividad, valor nutritivo y disponibilidad del cultivo; pero resulta fundamental la combinación que se haga del mismo, con otras fuentes forrajeras y/o ingredientes concentrados de nutrientes, para poder alcanzar el propósito básico del proceso en cuestión: administrar los elementos nutricios necesarios, en las cantidades y proporciones adecuadas, para que la vaca productora de leche cumpla su función de la mejor manera.

Esto es importante ya que en la práctica, es conocido el hecho de que uno de los factores limitativos más frecuentes, ha sido el suministro de raciones desbalanceadas o incompletas que al ser ofrecidas inclusive, a ganado con alto potencial genético productivo, éste se convierte en ineficiente y poco rentable. Está definido que ante el aporte insuficiente de nutrientes, se advierte sobre el ganado el comportamiento siguiente:

- 1.) En los animales jóvenes, se provocará un retraso en su tasa de crecimiento y desarrollo, así como una demora en el inicio de la pubertad y su vida productiva.
- 2.) En el ganado adulto lechero, se ocasiona la disminución del rendimiento lácteo y se induce a la pérdida de peso. De tratarse de una deficiencia nutricional -

severa y prolongada puede verse afectada inclusive la función reproductiva (42).

Resulta conveniente entonces, resaltar que el criterio tradicional para la alimentación de las vacas lecheras, está basado en un sistema de requerimientos, dirigidos a lograr un balance continuo entre el consumo de nutrientes y los requerimientos para mantenimiento, producción de leche, crecimiento y gestación, sobre el cual el nutriólogo o el ganadero se tienen que basar; considerando siempre los resultados de las experiencias existentes sobre balance energético y del resto de principios nutritivos, que incluyen la evaluación de alimentos y el uso de coeficientes de utilización de la energía y demás nutrientes requeridos para las diferentes funciones corporales (10).

Sin embargo, no debe olvidarse que en la mayoría de los países los productores no sólo pretenden obtener la máxima producción de leche, aportando al animal los nutrientes que requieran, sino a la vez pretenden generalmente, maximizar su ingreso neto por vaca.

El costo de la alimentación, es un concepto que representa entre el 50 y 70 % del costo total de producción de una empresa lechera (11), motivo fundamental que obliga al ganadero a poner especial atención a este rubro, para que el uso que haga de los alimentos sea el más eficiente posible. Para esto, requiere fundamentalmente animales de un elevado potencial genético, que les permita consumir grandes cantidades de alimento y transformarlo en leche; así como la habilidad y voluntad suficientes para suministrar a ese ganado, raciones que incluyan la combinación de los diversos insumos dispo-

nibles, que cumplan con el aporte de nutrientes para la óptima realización de su función fisiológica, a la vez de procurar que éstas le representen el menor costo posible. De ahí que mencione Oster---gaard (43), que el consumo del alimento a través de todo el período de lactancia, debe ser optimizado en el hato y en el sistema de producción.

De acuerdo con los principios de la economía general de la producción pecuaria, el óptimo rendimiento se logra cuando el ingreso de la producción física marginal (leche, ganancias de peso vivo), - es igual al costo de la última unidad de alimento (ingreso marginal = costo marginal); de aquí la importancia de conocer la función de producción o la relación consumo - producción, así como los precios de los productos y los factores (38).

Hay que considerar el hecho de que sin importar el hato del -- que se trate, de su tamaño, sistema técnico de alojamiento o alimentación; el insumo más importante es con mucho, el alimento y hablando en términos económicos a muy corto plazo, solamente el alimento para producción (leche, ganancias de peso vivo), se considera costo variable, puesto que los requerimientos para mantenimiento son costos fijos, al igual que las erogaciones correspondientes a construcciones, maquinaria, mano de obra, etc. Estos últimos pueden hacerse variables en el largo plazo, pero la primera consideración es la importante, ya que el costo del alimento que se consume en el hato, - es el único factor en el corto plazo, que el productor puede controlar o manejar en el proceso, para modificar sustancialmente el costo de producción.

De este modo, queda manifiesta la importancia que tiene el procurar una alimentación óptima dentro de la empresa lechera, y el im pacto que pueda tener ésta en el costo total de producción, al ser el único costo susceptible de manipularse en el corto plazo. En -- otras palabras, la reducción de los costos de alimentación dan al - productor de leche la oportunidad de incrementar de manera inmedia- ta y apreciable sus ingresos netos (36).

B. La Programación Lineal y los Modelos para la Optimización de Pro gramas Alimenticios de Ganado Lechero.

La Programación Lineal es un procedimiento matemático, pertene ciente a su vez a una técnica más general llamada Programación Mate mática, y sirve para asignar recursos limitados entre distintas ac- tividades alternativas, para cumplir con un objetivo de optimiza--- ción (24).

Espinoza (19), la define como una técnica que maximiza o mini miza una función lineal (función objetivo), cumpliendo a la vez con un conjunto de restricciones planteadas, también lineales.

La Programación Lineal tuvo su origen en los años cuarentas, y su técnica de solución llamada método simplex, fue desarrollada en- tre 1947 y 1952 (7).

El éxito de esta técnica se debe al haber permitido obtener so luciones a problemas reales de tipo administrativo, ya que general- mente se aplica a problemas que dificultan la toma de decisiones o

la asignación de recursos; así como también, al rápido desarrollo - de los sistemas computacionales, sin los cuales sería prácticamente imposible resolver algunos de ellos y además a la consecuente reducción de tiempo y costo del proceso (9 ,37).

Algunos de los problemas relacionados con el sector agropecuario en que se ha empleado esta técnica para su solución, han sido - por ejemplo: análisis de distribución de productos (transporte), incluyendo la determinación de la ubicación de las plantas y planea--ción de las rutas de entrega; determinación de planes óptimos de actividades, minimizando costos de mano de obra y otros; asignación - de recursos a diferentes sistemas de producción; distribución ópti--ma de agua y mano de obra en una región agrícola; definición del patrón de cultivos en áreas de riego y temporal que garantice los má--ximos beneficios; evaluación de proyectos para asignar recursos fi--nancieros; formulación de raciones para ganado, etc. (6 ,12,24,26,-29,47,49,54,56).

Aunque pudiera pensarse que existe gran diferencia en las ca--racterísticas de cada uno de los sistemas anteriores, no resulta -- así, en cambio tienen como común denominador el distribuir recursos escasos, con el propósito de lograr una meta específica, que garan--tice los rendimientos más elevados. De hecho esta técnica tiene ---oportunidades de aplicarse a cualquier tipo de problemas, siempre - que el objetivo pueda plantearse en términos cuantitativos a través de sistemas de ecuaciones lineales, además de existir diversas fuentes de recursos aplicables a la solución y sobre todo, que haya la

posibilidad de métodos alternativos para la misma (27,44).

Generalmente los problemas de programación lineal, emplean modelos matemáticos para plantear su estructura. Al respecto Kolman y Beck (37), señalan que estos modelos presentan comunmente los siguientes componentes básicos:

- a) Variables de decisión.- Valores desconocidos o incógnitas por encontrar con el proceso y que significan la óptima asignación de los recursos considerados en el modelo.
- b) Parámetros.- Son los valores propios de los factores o recursos que son susceptibles de ser empleados.
- c) Restricciones.- Son las condiciones que limitan los valores que pueden asumir las variables de decisión, con el propósito de que cumplan éstas, con el sentido del problema.
- d) Función Objetivo.- Esta expresión mide la efectividad del sistema, como una función de las variables de decisión; de hecho éstas últimas son determinadas por la función objetivo cuando es ésta optimizada.

Estos modelos representan sistemas de producción, que en síntesis después de trabajar la matriz que proponen, van a permitir conocer los valores de la variable o actividades en el proceso de producción, optimizando (maximizando o minimizando), el funcionamiento del sistema, cumpliendo a la vez con el conjunto de igualdades o --

desigualdades lineales llamadas restricciones.

Conviene señalar aquí, con lo que respecta a la linealidad inherente de la técnica, que ésto significa que cada proceso de producción representado, muestra rendimientos constantes a escala, ésto es, se basa en ecuaciones cuyas variables sólo se elevan a la -- primera potencia. En apariencia esta condición restringiría su uso, cuando se aplique a procesos que tengan funciones de respuesta de -- otro tipo, como sería el caso de fenómenos biológicos cuyas gráfi-- cas descriptivas, son generalmente de orden no lineal; pero como lo han propuesto varios autores (4 ,15,28), este tipo de función puede descomponerse en segmentos lineales, ajustándose de este modo a la condición necesaria para ser tratada con el procedimiento en cues-- tión; sólo teniendo presente, que el grado deseado de exactitud es-- tará de acuerdo al número y tamaño de las rectas consideradas, y en razón al ajuste que tengan con la pendiente de la función original.

A igual consideración son sujetas las isocuantas de producción (puntos de igual rendimiento con diferentes combinaciones de dos insumos), asumiendo por tanto, el hecho de que cada punto localizado sobre un segmento isocuántico de producción, representa una combina-- ción lineal de producción que resulta del uso de los insumos que de-- limitan el segmento en particular (38,44). Finalmente es necesario mencionar otro concepto económico requerido en la solución óptima -- de un modelo lineal; las líneas isocosto (aquellas que representan -- las diferentes combinaciones de dos recursos que pueden ser adquiri-- das por el mismo costo); las que por tangencia a las isocuantas, de

finen la proporción de insumos que logran el menor costo de un determinado nivel de producto (38,44).

Con los elementos anteriores, se bosqueja de manera general la estructura y principios económicos que se involucran en los modelos de programación lineal, así como las consideraciones que se han hecho para aplicarla a problemas de corte biológico, de ahí que en el sector pecuario a partir de los años sesentas, la programación lineal haya venido siendo ampliamente utilizada en la industria de alimentos balanceados y en la investigación de la nutrición animal, sobre todo en los países desarrollados (14,31); aparte de que los recientes avances en el campo de las micro y mini computadoras han permitido extender el rango de aplicación de la técnica a plantas modestas que elaboran alimentos formulados para ganado, e incluso a ganaderos en lo particular.

Los trabajos de autores como (4, 7, 8, 14,28,31,36), fueron algunos que implementaron inicialmente la serie de consideraciones que sustentan el planteamiento y la mecánica de las raciones de mínimo costo, utilizados por ejemplo: en la formulación de mezclas concentradas para alimentar vacas lecheras, demostrando su efectividad (5); resultados semejantes fueron obtenidos al emplear esta técnica en la elaboración de raciones completas para ganado productor de leche (31,36).

En México hay varios reportes (23,41,56), acerca de la programación lineal en la solución de problemas asociados con la ganadería lechera, mencionando por su relación el de Gómez Gil (26), ---

quien determinó en su estudio, que las raciones óptimas obtenidas - con la técnica referida, para diversas explotaciones lecheras intensivas y para distintos niveles de producción y estados fisiológi--cos, eran de menor costo que las originales, suministradas por los productores al ganado, ya fuera en el caso de recombinación de los ingredientes utilizados o en aquel que incluía otros insumos disponibles en la región.

En Estados Unidos han sido desarrollados muchos programas computacionales por varias instituciones, cuyo propósito ha sido proporcionar al ganadero el servicio de balanceo de raciones y procurrarle maximizar utilidades, lo que ha resultado de gran beneficio - para el productor de leche, quien puede tener acceso al servicio incluso enlazándose telefónicamente en cualquier momento, principalmente en aquellas épocas en que se elevan los precios (3,36). Uno de estos modelos desarrollado, probado e implementando en la industria lechera de ese país es el propuesto por Dean et al. (15).

Este modelo cuantificó las relaciones funcionales de la producción de leche en función de: la alimentación, habilidad lechera, peso y etapa de lactación de animales tipo; basándose todo ello, en - el análisis de regresión de los resultados de varios experimentos - realizados en la Universidad de Davis en California. Después se incorporaron estas relaciones, casi lineales de producción, a un modelo computacional de programación lineal, diseñado para determinar - programas de alimentación que maximizan el ingreso económico que excede al costo de la alimentación, determinando al mismo tiempo el -

nivel óptimo de producción láctea, asumiendo que la relación curvilínea de la función de producción, evidencia una disminución marginal de la productividad de la leche, en relación a los incrementos en el nivel de alimentación o de consumo energético.

Es importante señalar que la herramienta es un procedimiento matemático dentro del cual, no hay nada en sí, que garantice que la respuesta tendrá sentido real, por lo que es necesario obedecer los principios y la lógica estructural con que se trabaja y que entiende la máquina computadora. Finalmente para balancear raciones óptimas de programas alimenticios para ganado lechero, debemos contar con la información siguiente:

- a) Listado de ingredientes disponibles y su valor nutricional.
- b) Costo de los ingredientes enlistados.
- c) Requerimientos nutricionales de los animales para los que se desea formular la ración, considerando las necesidades para mantenimiento y producción.
- d) Restricciones para la inclusión de los ingredientes disponibles, factibles de entrar a la ración, por razones técnicas o prácticas.

C. Descripción General de la Zona.

Las explotaciones ganaderas productoras de leche base de este estudio, fueron dos; la primera: rancho " El Cupido ", localizado en el municipio de Chalco, Estado de México, y la segunda: rancho " La Cotera ", ubicado en el municipio de Ixtapaluca, del mismo Estado.

Estos municipios forman parte de la región oriental del Estado mencionado, localizándose geográficamente entre los meridianos $98^{\circ}51'$ y $98^{\circ}52'$ longitud oeste, en relación al meridiano de Greenwich, y entre los paralelos $19^{\circ}21'$ y $19^{\circ}22'$ latitud norte, a una altura sobre el nivel del mar aproximada a los 2,245 metros (45).

La topografía, que denota el área donde se ubican las empresas lecheras, es plana en general, siendo los suelos originarios de rocas volcánicas y metamórficas, de texturas francas y migajosas o arcillosas (34,53).

La orografía de la zona, está limitada al sureste por las estricciones de la Sierra de Río Frío y al suroeste por la Sierra de Santa Catarina (53).

La hidrografía comprende corrientes periódicas torrenciales, -- que desembocan en el área del lago de Texcoco (45).

El clima de la región es templado, que de acuerdo con la simbología de Köpen corresponde a $C(W_1)(W)$, perteneciente en general a un verano húmedo e invierno seco y semifrío, sin que la estación invernal esté bien definida. El rango de la temperatura media anual registra valo

res que van desde los 12.5°C a los 18.1°C. Durante el invierno son comunes las heladas de corta duración, que pueden afectar las partes aéreas de los cultivos invernales de la zona (39,45,53).

La precipitación anual varía entre los 600 y 700 mm, los cuales se reparten principalmente entre los meses de junio a septiembre, que es cuando ocurren el 80 % de las lluvias. Se presentan granizadas entre los meses de abril a septiembre, las cuales pueden afectar a los cultivos existentes, dependiendo del estado de desarrollo (45,53). La época de mayor sequía corresponde a los meses de diciembre a marzo (34).

Los cultivos adaptados a las condiciones climáticas de la región y comunmente utilizados para la alimentación del ganado lechero son en orden descendente: alfalfa, maíz, avena, sorgo, cebada, rye grass y tréboles.

La zona en que se localizan los ranchos en estudio, ha sido tradicionalmente agropecuaria, pero por su cercanía al Distrito Federal, el crecimiento de la mancha urbana, ha venido reduciendo la superficie de tierras destinadas al cultivo y a la producción ganadera, teniendo lugar el correlativo incremento al valor del suelo, ocasionando que los forrajes disponibles se encarezcan cada vez más, elevando por consiguiente, los costos de producción a las pocas explotaciones lecheras que subsisten.

El Estado de México en 1984 (32), contó con el 3.1 % del total de la población bovina nacional, y produjo para el mismo año 668.6 millones de litros de leche, lo que corresponde a una participación

del 9.7 % al total producido en el país.

La ganadería que impera en la región es la lechera en estabulación, predominando la raza Holstein sobre otras como, la Pardo Suizo, Jersey, Ayrshire, etc., que se encuentran en cantidades mínimas (34). El nivel de tecnología empleado en la mayoría de estas empresas, puede calificarse si acaso de aceptable, conviniendo destacar que en aquellas que se logró cierta integración vertical y/o incremento de escala, puede considerárseles un nivel tecnológico bueno. Ante la actual situación, es cada vez menos factible que las explotaciones puedan lograr esa integración vertical y que practiquen -- una economía de escala con el propósito de reducir costos de producción unitarios; inclusive al referirnos a las explotaciones en estudio, vemos que éstas, aunque están arriba del promedio de las existentes en la región (ya que son de las que muestran niveles tecnológicos superiores y poblaciones animales por arriba de los 500 vientres), enfrentan el grave problema de no contar con la suficiente superficie de cultivo, por lo que por ejemplo: el rancho "La Cote--ra", necesita adquirir más del 90 % de sus forrajes en el mercado, en tanto que el rancho "El Cupido", padece con menor intensidad este problema, pero requiere comprar alrededor del 30 % de sus insu--mos forrajeros, ambos compran el total de los ingredientes para el alimento concentrado, aunque el primero los adquiere como materia prima y formula sus raciones, mientras que el segundo obtiene los concentrados ya formulados de una asociación de ganaderos.

Conviene señalar que acorde a los registros de la Asociación - Holstein de México, el rancho "La Cotera" promedia alrededor de los 6,230 litros/vaca/año, en tanto que "El Cupido", presenta producciones promedio en el hato cercanas a los 7,420 litros/vaca/año; cuando las estimaciones de rendimiento promedio para el Estado se sitúan por los 5,200 a 5,500 litros/vaca/año (1).

Finalmente cabe mencionar que la mayoría de las explotaciones lecheras de la región, por su misma cercanía con el Distrito Federal no tienen mayores problemas para comercializar su producto, ya que hacia este mercado lo canalizan cuando no es vendido a puerta de estable o en los poblados circunvecinos.

D. Definición del Problema (Justificación).

En las explotaciones de producción lechera con sistemas intensivos de producción, el costo de la alimentación tiene la más alta participación, y para el caso de las empresas ubicadas en el altiplano de nuestro país, esto amenaza con hacerse aún más crítico, dada la acelerada disminución de áreas de cultivo y el consiguiente aumento en el precio de los componentes básicos de sus raciones.

Aunado a lo anterior, la frecuente sub-alimentación que se permite tome lugar en muchas empresas, provoca sobre las becerras, vaquillas y vacas, retardos en el crecimiento, en la madurez sexual, en la fecundación, en el inicio de la vida productiva lechera y con siderables mermas en la producción de este líquido. Estas raciones,

no óptimas desde el punto de vista del aporte correcto de nutrientes, para cubrir las necesidades de mantenimiento, desarrollo y/o - producción (según sea el caso), afectan significativamente la dimensión del costo de producción.

Lo mismo sucede cuando se suministran al ganado raciones, que si en el mejor de los casos, cumplen con su objetivo nutricional, - no lo logran de la mejor manera en el sentido económico, esto es, - no son de mínimo costo. Cuando no se cumple ninguno de estos dos objetivos básicos, ambos factores sinérgicamente impactan al costo de producción, de forma negativa.

Desde el punto de vista económico, resulta fundamental optimizar el proceso alimentación - producción de leche, considerando el hecho de que la alimentación es el único factor en el corto plazo - manipulable, a fin de que el productor pueda lograr la máxima utilidad.

De aquí que resulte necesario aplicar modelos de optimización como los de programación lineal, que permitan disminuir los costos de producción de la leche, mediante la óptima utilización de los recursos disponibles en la zona de los municipios mencionados, así como el determinar con estos programas computacionales, el nivel óptimo de producción que debe alcanzar en promedio una empresa en particular, basado ésto en el costo de los insumos nutricionales que utiliza, para emplear este parámetro como referencia en las estrategias de planeación de la empresa a mediano plazo.

En resumen, la situación anterior muestra la necesidad de estudios sobre raciones de bajo costo, que cumplan con los requerimientos mínimos de nutrientes del animal en producción, con ingredientes disponibles al productor y que correlativamente le permitan obtener la máxima producción de leche; así como aplicar modelos que le den a conocer el nivel óptimo de producción a que debe aspirar la empresa en función a las relaciones de producción establecidas, como a las relativas al precio del producto y el de los insumos necesarios para lograrlo.

E. Objetivos Específicos del Estudio.

Los objetivos de este estudio fueron:

- a) Definir la ración que actualmente se utiliza para alimentar a las vacas en producción en los dos establos del Valle de México que son materia de este trabajo, así como su costo.
- b) Determinar la ración óptima y el costo de la misma, que resulte de la recombinação de los ingredientes que componen las actuales raciones suministradas a los animales referidos en cada una de las explotaciones.
- c) Establecer el nivel de producción promedio por vaca que represente el óptimo económico para las empresas mencionadas, basándose en las relaciones de precios del producto y de los insumos, así como en las funciones de producción.

- d) Señalar las consideraciones que puedan establecerse al determinar ese nivel óptimo de producción, en relación con el potencial genético (manifestado como la producción máxima registrada en la empresa) y el promedio actual de producción que registran cada una de las empresas analizadas.

F. Hipótesis de Trabajo.

En base a los objetivos específicos de estudio se plantearon las hipótesis de trabajo siguientes:

- H₁: Con la recombinación de los ingredientes usados actualmente en las raciones para ganado lechero en producción de dos explotaciones del Valle de México, se pueden lograr raciones óptimas que cubren los requerimientos nutricionales mínimos necesarios y que resultan más económicas.
- H₂: Para lograr la máxima utilidad (medida como ingresos — costo de los alimentos), no es necesario que la producción se establezca en el nivel máximo de producción alcanzable genéticamente.

III. MATERIAL Y METODO

El material que fue empleado para la realización del presente trabajo fue el siguiente:

1). Información procedente de dos fuentes principales:

a) Datos primarios.- recolectados directamente de los registros que se llevan en cada uno de los ranchos materia de este estudio, así como de la encuesta directa al productor o administrador y en su caso al nutriólogo de la empresa. Esta información permitió: conocer el número de vacas que componen cada hato; determinar la proporción de altas productoras (superiores al promedio del hato), registrando la producción obtenida de estos animales en la última lactancia completa (305 días), comprendidas durante el período de agosto de 1986 a agosto de 1987; definir la superficie destinada al cultivo en cada rancho, la especie de cultivos sembrados y sus rendimientos por unidad de área; determinar la composición de las raciones empleadas en vacas altas productoras y el costo de los insumos que en ellas se emplean, así como la disponibilidad de ellos a través del año; finalmente, aproximar la cantidad de alimento que consumen diariamente aquellos animales de alta producción.

b) Datos tomados de la literatura revisada, en relación -

con las normas alimenticias recomendadas para ganado lechero en producción, que incluyeron: necesidades mínimas de los principales nutrientes (proteína cruda, energía neta estimada, fibra cruda, calcio y fósforo), que requieren las vacas de alta producción para cumplir con su función zootécnica, y de mantenimiento corporal; así como -- también, reportes de análisis bromatológicos de los ingredientes que normalmente son empleados en las raciones de vacas en producción en los ranchos mencionados. Debe enfatizarse que las cifras de composición nutricional de los ingredientes contemplados para este trabajo, provienen de un promedio de resultados de análisis de varias fuentes - publicadas (13,17,42,50,55,57), así como de análisis químicos proximales, obtenidos en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México.

2). Programa Computacional MPS, de programación lineal, original de la Universidad de Nebraska, USA., disponible en el Departamento de Economía y Administración de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (F.M.V.Z.), U.N.A.M.

3). Computadora IBM - PC modelo 51 - 55, disponible en el Centro de Cómputo Universitario de la Facultad de Medicina Veterinaría y Zootecnia, U.N.A.M.

Método:

La técnica de análisis en que se fundamenta el presente trabajo es la programación lineal, metodología empleada con bastante frecuencia en la formulación de raciones de costo mínimo, y sobre la que se han desarrollado también, modelos de optimización de utilidades (52).

La programación lineal es un procedimiento que involucra la selección de un conjunto de variables de decisión, así como su especificación en cantidades (p.e.: kilogramos de maíz / vaca / día), que maximizan o minimizan una función objetivo lineal (p.e.: ingresos - sobre costo de alimentos / vaca / día, en el caso de maximización; costo del alimento / vaca / día, en el caso de minimización), sujeto este proceso a una serie de restricciones también lineales (p.e. consumo diario potencial de materia seca, energía neta estimada requerida por día, etc.), y basándose todo ello en el principio de no negatividad de las variables de decisión, es decir, condicionar a que los resultados tengan sentido, ya que por ejemplo: no puede ser posible administrar cantidades negativas de alimento a los animales.

En términos algebraicos, el modelo general que expresa lo señalado para un problema de programación lineal es:

Maximizar o Minimizar

$$Z = \sum c_j X_j \quad \text{para } j = 1, \dots, n$$

Sujeto a:

$$\sum a_{ij} X_j \leq, =, \geq b_i \quad \text{para } i = 1, \dots, m$$

Y a que:

$$X_j \geq 0$$

Donde:

c_j = costo por unidad del j -ésimo alimento o ingrediente,

b_i = requerimientos del i -ésimo nutriente,

a_{ij} = cantidad del i -ésimo nutriente por unidad, del j -ésimo alimento o ingrediente,

X_j = cantidad del j -ésimo alimento o ingrediente.

La presentación típica de estos modelos para balancear raciones, es de forma matricial, reconociéndose en ella cinco componentes básicos: 1) requerimientos, incluyendo el tipo ($\leq, =, \geq$) y su valor; 2) coeficientes o valores nutricionales de las fuentes alimenticias; 3) límites superiores e inferiores sobre las cantidades en que un ingrediente o la combinación de éstos, puede entrar a

la ración (restricciones); 4) serie de alimentos diferentes o insumos disponibles para formar parte de la ración (actividades); y 5) precios de los alimentos (7 ,26).

El objetivo final es encontrar aquella combinación de ingredientes que cumpla los requerimientos nutricionales del animal para el que se está elaborando la dieta, sujetándose a las restricciones de consumo máximo voluntario de materia seca y a que sea de costo mínimo (7).

Los supuestos que implican estos modelos matemáticos para lograr soluciones precisas, son los siguientes: divisibilidad, aditividad, no presencia de actividades "y/o", y determinalidad en los parámetros (6 ,7 ,26,27,44).

Divisibilidad.- Se refiere al hecho de que tanto los recursos como los productos son susceptibles de fraccionarse en unidades más pequeñas, por lo que se tendrá una función lineal continua.

Proporcionalidad.- Significa ésto, que para toda variable de decisión X_j , su contribución al costo es $c_j X_j$ y su contribución a la i -ésima restricción es $a_{ij} X_j$, esto es por ejemplo: que si un kilogramo de maíz aporta 2.09 Mcal de energía neta, entonces dos kilos proporcionarían el doble, 4.18 Mcal.

Aditividad.- Esta indica que el costo total es la sumatoria de los costos individuales de los insumos o ingredientes que entraron a la ración, lo mismo sucede con la contribución o el aporte de nu----

trientes.

No Uso de Actividades "y/o".- Este supuesto significa que no pueden ser consideradas indicaciones que sugieran la elección de actividades que por ejemplo digan: incluir "ambas o uno u otro" de los suplementos A y B; ya que esto no puede ser manejado por el algoritmo simplex de solución.

Parámetros Determinísticos.- Representa que los valores o parámetros que se asignan a los insumos disponibles, son conocidos -- con certeza o exactitud, esto es, no hay posibilidad de manejar rangos o medidas estocásticas en los coeficientes.

Muchos autores al referirse a la técnica y sus supuestos ya no mencionan el de linealidad, por considerarlo demasiado obvio o condición implícita en el mismo nombre de la técnica (27,44), pero ésta define que la relación funcional entre la cantidad de recursos y la producción correspondiente, expresada en el proceso, es constante o en términos matemáticos, lineal y homogénea de primer grado.

Es importante señalar que estos supuestos no son tan restrictivos como aparecen. El poder del método simplex puede conservarse si se relajan estas consideraciones en un grado razonable para su aplicación práctica (7).

Además de lo anterior, para dar lugar a un modelo de programación lineal que contemple la maximización de utilidades como el que

aquí se emplea; es necesario considerar la inclusión de dos elementos fundamentales más, a la estructura matricial de cinco componentes ya descrita: 6) ecuación o sistema de ecuaciones que definen -- las relaciones biológicas como funciones de respuesta (p.e.: necesidad de energía neta estimada por el animal por encima de su necesidad de mantenimiento, en relación con la producción de leche y su -- impacto en la densidad de energía de la ración); y 7) los precios -- de la leche para establecer la relación económica producción / venta, en función a los precios del alimento (3, 7).

Lo anterior se sustenta en el trabajo de Dean et al (15), --- quienes a su vez se basaron en el trabajo original de Blaxter (8), estableciendo la función biológica de la producción de leche, ajustándola de su forma curvilínea a segmentos rectos. Esta función considera que una vez cubiertas las necesidades de energía para mantenimiento, los consumos adicionales de este nutriente están disponibles para la producción de leche, sin embargo, la curva de la res-- puesta de producción láctea a consumos crecientes de energía, llega al punto en que disminuyen los rendimientos, inclusive alcanzando -- el punto en el que el costo de energía para producir una unidad adicional de leche, excede al ingreso económico que logra el producto (se habla básicamente de energía por ser el nutriente más costoso -- actualmente para vacas reproductoras de leche explotadas intensivamente). Con este razonamiento el modelo que aquí se emplea, seleccionará el nivel de producción láctea, en el cual el valor de la -- siguiente unidad de leche, igualará el costo de la energía necesi--

ria para producirla, formulando a la vez la ración balanceada para esa producción (considerando: P.C., F.C., Ca, P). De esta forma resulta que en vez de sólo formular una ración de mínimo costo, se calcula otra que maximice el ingreso sobre el costo del alimento.

Cabe mencionar que no es correcto considerar una sola curva de respuesta para todas las vacas de un hato, o para una sola vaca en sus diferentes etapas de lactación, y que lo ideal sería conocer la curva individual de cada vaca, basada en su potencial genético; pero como ésto es casi imposible y resulta poco práctico, es conveniente referirse a curvas tipo; aquí se trabajó con la curva correspondiente a vacas maduras de 636 Kg de peso vivo y producción de leche promedio entre 20 y 30 Kg al día.

Procesamiento:

Para el primer objetivo de este trabajo, consistente en determinar la composición y el valor promedio de las raciones actuales, que se suministran a vacas de alta producción (entendiéndose como actuales, aquellas que los ganaderos usan normalmente, como lo fue al momento de este estudio); se partió del supuesto, de que los ingredientes que se emplean en común para ambos ranchos son de la misma clase, esto es, no hay diferencia en la constitución de elementos nutritivos.

Una vez recabada la información que definió los ingredientes empleados y la proporción de éstos en la ración que suministran cada uno de los ranchos, se ordenó y clasificó como se muestra en --

los cuadros 1 y 2, determinando su aporte nutricional y el costo de las mismas para vacas de alta producción.

Con respecto a los elementos nutritivos que fueron tomados en consideración para valorar a cada uno de los alimentos, es conveniente señalar que únicamente se contemplaron los siguientes: materia seca, energía neta estimada (indicador empleado, debido a que en esta forma están especificadas las funciones de producción y mantenimiento en lo relativo a gasto energético para vacas lecheras altas productoras, en las valoraciones presentadas por Dean et al (15), sobre las cuales se basa el presente trabajo), proteína cruda, fibra cruda, calcio y fósforo, ya que se ha comprobado que la inclusión de otros elementos como pudiera ser por ejemplo el considerar a algunos otros minerales; sólo aumenta el tamaño y costo de los cálculos (3), representando cambios marginales en la composición final de la dieta, que no tiene mayor significancia.

Posteriormente, precisados los ingredientes disponibles o actividades y determinadas las cantidades de elementos nutritivos constituyentes de cada uno de ellos, para que fueran factibles de ser utilizados como coeficientes técnicos de las mismas actividades, se procedió a estructurar su arreglo matricial (cuadros 3, 4, 4 A, 5, 6 y 6 A), de acuerdo al modelo propuesto por los autores antes mencionados (15); el cual establece las relaciones o funciones de producción (SL), que permiten obtener, además del cálculo de la ración óptima balanceada y su costo (al recombinar los ingredientes); el nivel óptimo de producción, en función del costo de la ración y el --

precio del producto (leche). En estas matrices se consideran los requerimientos mínimos y máximos de los nutrientes ya señalados como importantes, así como la cantidad máxima de materia seca que puede consumir el animal en cuestión, además de condicionar las proporciones en que cada actividad o ingrediente puede formar parte de la ración total, de acuerdo a recomendaciones técnicas existentes para cada caso.

Los precios utilizados para el cálculo de la función objetivo de los diferentes modelos propuestos, fueron los mismos que aquellos que se registraron en cada explotación y se emplearon en el cálculo de los valores en pesos de las raciones actuales.

Se consideró necesario, para tener mayores elementos de juicio con base en los resultados a obtener con este procedimiento, el correr dos tipos diferentes de modelos que implican situaciones potencialmente opuestas en cada uno de los ranchos; para obtener las raciones y el nivel de producción óptimos. Esto es, considerar para cada empresa, por una parte el modelo que sugiere la formulación de la ración con la recombinación integral de todos los ingredientes que utilizan, incluyendo la reformulación del concentrado (cuadros 3 y 5), y por la otra, un modelo que logra la ración óptima considerando al concentrado que habitualmente utilizan en la actualidad, como un ingrediente que se recombina únicamente con las fuentes forrajeras disponibles (cuadros 4 y 6).

Estos datos ordenados y clasificados del modo descrito, fueron

procesados utilizando el sistema MPS en la computadora electrónica del Centro de Cómputo de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la U.N.A.M., considerando el modelo básico siguiente:

Función Objetivo: Maximizar: $U = PY - \sum C_i X_i$

Donde:

- U = Utilidad
- P = Precio de la leche
- Y = Cantidad de leche producida por la vaca
- C_i = Costo de cada ingrediente en la ración
- X_i = Cantidad de cada ingrediente en la mezcla

Sujeto todo esto al cumplimiento de las restricciones planteadas y a las condiciones que implica el método en sí, de acuerdo a lo que se puntualizó al describirlo como tal.

IV. RESULTADOS

4.1 Raciones Actuales.—

La composición de las raciones actuales promedio que son empleadas en cada uno de los ranchos estudiados para alimentar a vacas de alta producción, corresponden a las cifras especificadas en los cuadros Nos. 1, 1 A, 2, 2 A y 2 B. El costo correspondiente para cada una de ellas, está dado con base en los precios que registró cada empresa en el mes de septiembre de 1987. Los criterios empleados para considerar las dietas de los animales que conforman este grupo (altas productoras), fueron: una producción láctea mayor a 20 Kg por día y un tiempo no menor a cuatro meses posparto y no necesariamente gestantes.

Para el caso del rancho " El Cupido ", se observa el uso de un concentrado de previa elaboración comercial, reflejándose este hecho en su mayor costo; así también, se aprecia la disposición de forrajes a buen precio ya que cuenta con una considerable superficie de cultivo, permitiéndole ésto, obtener una mezcla final de un costo de \$ 141.82 por kilogramo de alimento en base seca (cuadro No. 1).

Por otra parte el rancho " La Cotera ", dispone normalmente de dos tipos básicos de concentrado: un concentrado A (cuadro No. 2), de empleo frecuente y un concentrado B (cuadro No. 2 A); ambos de propia elaboración o manufactura, siendo este último de uso ocasional, debido a la periódica escasez de ingredientes que enfrenta la empresa y que son necesarios para su elaboración. Cualquiera de es—

tos concentrados es combinado con fuentes forrajeras que se adquieren en los mercados locales y que son complementados con la reducida producción de Rye grass que logra esta explotación, debido a sus limitadas áreas de cultivo. De tal forma que resultan una serie de combinaciones entre los concentrados factibles de elaboración, y los forrajes que pueden tenerse disponibles como lo muestran los cuadros Nos. 2, 2 A y 2 B; obteniendo costos por kilogramo de ración en materia seca (M.S.), desde \$ 137.60, cuando en el mejor de los casos se dispone de concentrado B y fuentes forrajeras que involucran al Rye grass, resultando ésta la combinación más económica (cuadro No. 2 B); hasta aquella formulación que incluye concentrado A y forrajes disponibles (cuadro No. 2), que representa un costo de \$ 154.86 / Kg de M.S., que como se dijo, tiene lugar cuando el rancho ve limitada su posibilidad de adquirir fuentes de considerable valor nutricional y de relativo bajo costo, como es el caso del grano de whiskey (subproducto de destilería) y el Rye grass fundamentalmente.

Se incluyeron en parte del cuadro No. 2 otras alternativas de ración, pero cabe subrayar que ésta última (de costo \$ 154.86 / Kg de M.S.), es con la que se constituye en un 60 % del tiempo, el programa alimenticio de esta empresa.

En resumen, puede apreciarse que ante las raciones actuales, el rancho " La Cotera ", puede mejorar en casi un tres por ciento (2.98 %), el costo por kilogramo de ración en base seca, que el correspondiente al rancho " El Cupido "; siempre y cuando cuente con

los ingredientes que le permiten obtener su formulación más barata; ya que por el contrario, cuando utiliza la combinación más usual, - resulta 9.19 % más costosa que la referida al segundo estable. En - otras palabras, si estimamos un consumo voluntario diario de alimento para el tipo de animales en cuestión, de 19 Kg de M.S., en términos absolutos y con los costos de septiembre de 1987, el rancho --- " La Cotera " puede reducir sus costos por concepto de alimentación en \$ 80.18 pesos por animal / día, en relación al costo que enfrentó en ese momento el rancho " El Cupido " (\$ 2,694.58 / vaca / --- día), o en su defecto superar el costo de éste en \$ 247.76 / vaca / día, que es como se dijo, lo más común y refleja en números los porcentajes antes mencionados.

Las raciones determinadas como actuales para ambas empresas, - cumplen con las necesidades nutricionales del ganado de alta producción que en promedio registran las explotaciones, (24.3 Kg de leche/ vaca / año en " El Cupido " y 20.5 Kg de leche / vaca / año en " La Cotera ", de acuerdo a los registros de la Asociación Holstein de - México A.C.), en función a las especificaciones del N.R.C. (42) y - la Universidad de California (17).

Esta información que refleja la actual situación, nos permite estimar, aunque de una manera un tanto imprecisa, la diferencia del ingreso total, resultante de la venta de la leche, menos el costo - de la alimentación (IT - CA) / vaca / día, (que en lo sucesivo se - denominará utilidad aparente) para cada empresa, resultando ser de aproximadamente \$ 4,109.42 para el caso del estable " El Cupido " y

un valor que oscila entre \$ 3,125.60 y \$ 2,797.66 para el caso del establo " La Cotera " dado su menor registro de producción y la variación del costo en su ración.

4.2 Raciones Optimas.-

Con base en las cantidades de elementos nutritivos, constituyentes de cada uno de los ingredientes incluidos en los arreglos matriciales, especificados en los cuadros Nos. 3, 4, 4 A, 5, 6 y 6 A, que corresponden a aquellos que se utilizan normalmente en cada uno de los ranchos materia de estudio, y los coeficientes propuestos -- por el modelo de Dean et al (15), que definen las funciones de producción para el proceso productivo lácteo (empleando en la función objetivo los precios registrados por las empresas en el mes de septiembre de 1987, para los insumos alimenticios y el producto lácteo), se determinó el cálculo de las raciones óptimas, obteniendo -- la máxima diferencia entre el ingreso total y el costo del alimento (IT - CA), para cada uno de los ranchos mediante la recombinación -- de tales ingredientes. Las matrices desarrolladas en los cuadros 3 y 5 corresponden a las condiciones particulares del rancho " El Cupido "; en la primera de ellas se propone la recombinación de todos los ingredientes que emplea, inclusive los componentes del concentrado; en tanto que la segunda propone como un ingrediente o actividad al concentrado que el establo en sí utiliza. Las soluciones óptimas para estos modelos se exponen en los cuadros No. 7 y 8. El -- primero (Cupido T), determina un costo por kilogramo de ración en -- materia seca de \$ 111.005, que es inferior en \$ 30.82 al costo de --

la actual ración y que equivale a abaratar la ración en un 21.72 %, además de especificar que por la relación de precios entre los insumos alimenticios y el producto, el punto de máxima utilidad se sitúa en un nivel productivo de 26.732 Kg de leche, lo que permitiría obtener una utilidad aparente bajo estas condiciones de \$ 5,376.12 por vaca/día. Esta ración es óptima si el consumo voluntario se sitúa en 19 Kg de M.S./día; la relación forraje/concentrado de esta formulación es de 55.8/42.2 % lo que es adecuado, y además cumple con las restricciones propuestas como mínimo de: energía neta estimada, proteína cruda, calcio, fósforo, fibra cruda, sal y bicarbonato de sodio, a la vez de no exceder los niveles máximos recomendados para cada una de ellas; lo mismo ocurre con la inclusión de otros ingredientes que por recomendaciones técnicas o de disponibilidad no deberían de exceder un determinado porcentaje de participación en la ración total, por ejemplo: la melaza que no debe incluirse en más del 5 % del total de cualquiera de las raciones.

La solución óptima planteada en el cuadro No. 8 llamada Cupido T 2 corresponde a la ración de costo mínimo, que contempla como un ingrediente al concentrado comercial que adquiere la empresa, y el cual se recombina con las fuentes forrajeras que normalmente emplea, ésta solución, define un costo por kilogramo de ración en materia seca de \$ 140.61, la cual es menor en costo a la fórmula actual (\$ 141.82), en sólo \$ 1.205, lo que apenas representa una disminución del 0.85 %. Por la relación existente entre los precios de las actividades y el producto, el modelo no alcanza a especificar el ni-

vel de producción óptimo en base al criterio empleado, ya que éste está definido para considerar hasta una producción máxima / día de 27.251 Kg de leche, nivel que es alcanzado en este caso; sin embargo, aunque ésta no sea la producción que define el óptimo económico como aquí se pretende, el modelo determina la ración de costo mínimo que cumple adecuadamente con los requisitos nutricionales especificados para animales con tal producción, que de ser consumida diariamente en 20 Kg de M.S. por animal (67.412 Kg, base húmeda), permitiría un ingreso / vaca / día de \$ 4,817.97.

Para el caso del rancho " La Cotera ", se obtuvieron las siguientes soluciones óptimas de acuerdo a las diferentes situaciones que enfrenta. El resultado del Cuadro No. 9, denominado Cotera T, - propone la recombinación total de los ingredientes que utiliza la empresa, excepto el pasto rye grass como fuente forrajera, y genera una ración óptima, que al igual que las anteriores, cumple adecuadamente los requerimientos nutricionales y condiciones propuestas en la matriz correspondiente. Esta ración compuesta en un 60 % de forrajes, presenta un costo por kilogramo de materia seca de \$ 138.25 resultando un 2 % más barata que la actual ración más económica --- (\$ 141.09, que emplea concentrado B, pero que es un tanto ocasional) y 10.72 % menor en su costo al compararla con aquella que actualmente es la más común (\$ 154.86) y que tampoco incluye al zacate rye - grass como ingrediente (ver Cuadro No. 15). El modelo propone que para alcanzar el nivel óptimo económico, en función de los precios considerados para los ingredientes y el producto, la producción debe situarse por el orden de los 27.034 Kg de leche / vaca / día lo

que representaría una utilidad aparente de \$ 4,942.69 / vaca / día.-
(cuadro No. 16).

Para el caso en que se permite la recombinación de todos los ingredientes, y la inclusión del Rye grass como fuente disponible, la solución óptima está contenida en el cuadro No. 10 (Cot - Rye); como es de suponerse se reduce el costo del kilogramo de ración en M.S., a \$ 130.58, lo que implica mejorar el precio en 5.1 % en comparación con la ración actual más económica (\$ 137.60), que incluye Rye grass y 15.67 % con respecto a la ración de mayor utilización (\$ 154.86, - cuadro No. 15). La producción óptima, el modelo la ubica en un nivel de 26.787 Kg de leche / vaca / día, lo que implicaría una utilidad - aparente en igual tiempo por animal en producción de \$ 5,019.54 ---- (cuadro No. 16).

En el cuadro No. 11 (Cotera T 2), la solución óptima para el caso en que se incluye al concentrado actual A (utilizado en este mismo rancho), como una actividad en la matriz y sin incluir al Rye -- grass como tal, indica que una vaca debe consumir 19.525 Kg de M.S. diariamente y lograr una producción de 27.213 Kg de leche para alcan- zar el nivel óptimo económico de producción y obtener una utilidad - diaria aparente por vaca en producción de \$ 4,694.56. El costo de esta ración es de \$ 149.81 / Kg de M.S., 3.26 % menor que la ración actual de características similares, la cual cubre los requerimientos para la mencionada producción. Cuando se trabaja con el mismo concentrado pero se incluye al Rye grass como actividad, cuadro -- No. 12 (Cot 2 Rye), se mejora el costo de la ración en 5.68 % en re-

lación con la inmediata anterior, y 7.45 % con respecto a la ración similar actualmente utilizada (\$ 152.67 / Kg de M.S.), en esta situación, el nivel de producción óptimo se ubica en los 26.813 Kg de leche, lo que permitiría una utilidad aparente por vaca de ----- \$ 4.823.12 diarios.

Finalmente los cuadros Nos. 13 (Cot T 2 B) y 14 (Cot 2 B Rye), plantean la alternativa de utilizar al concentrado B, de actual formulación en el rancho " La Coterá ", como una actividad tal cual, - para ser incluida en las soluciones óptimas, sin Rye grass en el primer caso y con éste en el segundo. La solución óptima del cuadro No. 13 presenta una ración cuyo costo por kilogramo de materia seca es de \$ 140.93, que resulta casi idéntico al costo de la actualmente utilizada (\$ 141.09), que también incluye al concentrado B y excluye al Rye grass como opción para incluirse en la formulación. Para este caso el modelo implica un consumo voluntario de alimento de 19.6 Kg de M.S. / día, si el nivel de producción alcanza los 27.249 Kg de leche / día.

Para el segundo caso (cuadro No. 14), el nivel óptimo de producción, se ubicó un poco más bajo: 27.023 Kg de leche para lograr una utilidad aparente / vaca / día de \$ 4.970.58; este tipo de animal en producción debe consumir un total de 19.795 Kg de M.S. / día de la ración que propone el programa, la cual presenta un costo unitario de \$ 131.14, lo que resulta cuando menos, 4.69 % más económica que cualquiera de las raciones actualmente utilizadas en esta empresa.

V. DISCUSION

Las raciones óptimas obtenidas con programación lineal en las diferentes situaciones propuestas, para cada una de las empresas estudiadas, comprueban la bondad de esta técnica para minimizar los costos de acciones para ganado lechero (4,5,6,15,26,41,56), a pesar de que en dos de las ocho soluciones obtenidas, la reducción en el costo resultó insignificante, estos datos en resumen, se muestran en el cuadro No. 15.

Para ambas empresas la solución óptima que mostró una reducción importante en el costo de la ración, fue aquella que se logró cuando se planteó la recombinación total de los ingredientes; esto es resultado de proporcionar al modelo un mayor número de actividades, lo que se traduce en ampliar las posibilidades de solución al problema. En el rancho " El Cupido ", esta reducción alcanzó una proporción del 27.72 % con respecto a la ración que actualmente se utiliza, debido fundamentalmente a una amplia gama de insumos disponibles para elaborar las mezclas concentradas; además de producir fuentes varias de forrajes a bajo costo (ensilado de maíz y alfalfa verde principalmente). Para el rancho " La Cotera ", esta reducción no fue tan amplia (10.72 % vs ración actual más usual y 5.1 % vs ración actual de menor costo), ya que aunque cuenta con varias fuentes concentradas de nutrientes de buena calidad, el costo de la mayoría de ellas no permite su inclusión a la solución de mínimo costo, aunado al hecho de que al contar sólo con una escasa producción de Rye grass, se ve en la necesidad de comprar forrajes a pre-

cios más elevados.

Para el resto de las soluciones óptimas obtenidas con esta técnica, y que consideraron fundamentalmente la recombinación de diversas fuentes forrajeras disponibles, para complementar a las mezclas concentradas que actualmente disponen en las dos explotaciones estudiadas, las disminuciones en los costos del kilogramo de ración final ya no fueron en general tan importantes, ya que excluyendo el caso Coterá T 2 Rye, que llegó a reducir 7.45 % el costo / Kg de M.S., vs costo de ración similar actual, el impacto al minimizar el costo no fue superior al 5 % para las demás raciones, inclusive dos de ellas resultaron casi iguales a las actuales (Cuadro No. 15). La razón de ésto resulta similar a lo antes expuesto: un limitado número de actividades implica una reducción en alternativas de solución.

La importancia de ésto, al considerar en su conjunto al modelo que se empleó, y que nos determinó simultáneamente la mezcla de ingredientes y el nivel óptimo de producción, es que: a medida que el costo de producción del producto objeto principal del proceso se eleve, en ese mismo sentido se moverá el punto de producción necesaria para que los beneficios que busca la empresa sean los máximos. Dicho en otras palabras; si el costo del kilogramo de alimento balanceado es alto, de modo que el costo de producción por unidad de producto logrado (leche) también lo sea, resultará necesario elevar el nivel de unidades producidas, para que se alcance el punto en que el ingreso marginal sea igual al costo marginal. De ahí que se

observe en las soluciones obtenidas, que las raciones más costosas requieren en general, niveles de producción más elevados, desde luego conjugándose el aporte de nutrientes de cada ración; por ésto es que se aprecia una variabilidad en la maximización de utilidades / vaca / día, de acuerdo al costo de la ración, al consumo requerido y al nivel de producción necesario (Cuadro No. 16).

De este modo, vemos que la ración integral para el rancho " El Cupido ", permitirá como máximo beneficio para la empresa, la cantidad de \$ 5,376.12 / vaca / día sobre los costos de alimentación, -- siempre y cuando el animal consuma 19 Kg de M.S. de la ración propuesta cuyo costo unitario es de \$ 111.005, y alcance un nivel de producción de 26.732 Kg de leche diariamente. En tanto que la mejor propuesta de solución para el rancho la " La Cotera ", se logra con la ración integral que incluye al rye grass (Cot - Rye), la misma -- tiene un costo por kilogramo de ración en M.S. de \$ 130.58, requiere que los animales consuman 19 Kg M.S. / día, y que alcancen una producción de 26.787 Kg de leche / día, generando un beneficio para la empresa sobre el costo de la alimentación de \$ 5,019.52 / vaca / día.

El resto de las soluciones que incluyen a los concentrados ya formulados actualmente utilizados en las empresas, no sobrepasan -- los \$ 5,000 / vaca / día de utilidad aparente.

De este modo, si sólo consideramos a las dos últimas soluciones descritas que optimizan el programa de alimentación (Cupido T y

Cotera - Rye), por ser las que arrojan las mayores utilidades aparentes / vaca / día; se puede sugerir que para el rancho " El Cupido ", animales con una producción mayor a 8,153.26 Kg por lactación (de 305 días) y para " La Cotera ", vacas con producciones mayores a 8,168.81 Kg por lactación completa, representarán beneficios aparentes (ingreso total - costo de alimento) decrecientes, ya que será mayor el monto en que se incrementan los costos de producción, - que el de los ingresos por venta del producto. Esto es, a partir de esos niveles de producción, se vuelve menor la relación beneficio / costo.

Finalmente, haciendo un recuento ante la actual situación, se aprecia que la empresa " El Cupido ", debido a su producción forrajera, presenta un programa anual de alimentación más eficiente que el correspondiente a la empresa " La Cotera ", así como también las posibilidades de mejorarlo, son potencialmente superiores para el - primer rancho que para el segundo, dicho esto en relación al abatimiento de los costos de la alimentación con la adopción de este tipo de programas.

El promedio de producción actual para ambas empresas se encuentra por debajo del nivel óptimo de producción, que es sugerido por el modelo, dadas las relaciones de precios, insumos/producto, considerados; pero el primer rancho nuevamente se muestra con posibilidades más cercanas de lograrlo dada la producción que registra actualmente, lo que habla del potencial genético que ha desarrollado.

A partir de esto, se puede apreciar la importancia que tiene - el poder definir el nivel óptimo de producción en las empresas, ya que éste dato puede emplearse como un parámetro más, que ayudaría a definir las estrategias a seguir por la empresa en el mediano y largo plazos, sobre todo en las áreas de manejo genético (programa) o - de planeación en general.

VI. CONCLUSIONES

- 1). Se comprueba que es posible obtener raciones óptimas desde el punto de vista nutricional y económico (de mínimo costo), por medio de la técnica de programación lineal.
- 2). Se puede aunar a lo anterior, modelos que como el aquí -- planteado, identifiquen los programas alimenticios asociados con las máximas utilidades aparentes (ingresos totales menos el costo de alimentación).
- 3). Es importante que las soluciones que arrojan este tipo de programas, se validen en la práctica con hatos comerciales, con el fin de realizar los ajustes necesarios, surgidos por la inexactitud de los parámetros considerados.
- 4). Este tipo de modelos pueden emplearse para todos los grupos, en que habitualmente se divide un hato lechero en función de su producción y/o estado fisiológico, en tanto se consideren los requerimientos nutricionales para cada grupo y se comprueben como adecuados los utilizados en el -- presente trabajo.
- 5). Debido al carácter determinístico de la técnica, es importante que se conozcan o realicen en la medida de lo posible, análisis bromatológicos de los ingredientes que se -- están empleando, y utilizar mediciones energéticas de uso más común como la energía neta (E.N.).
- 6). El modelo utilizado ofrece amplias posibilidades de aplicación, ya que su operación es relativamente sencilla. --

además de que permite la inclusión o exclusión de ingredientes fácilmente, así como el poder considerar de igual modo otras restricciones, ya sean de tipo técnico o práctico.

- 7). Es importante destacar que al conocer el nivel óptimo de producción que maximiza los beneficios o ingresos sobre los costos de alimentación, éste dato puede emplearse como un parámetro de gran valía para definir estrategias en el manejo genético o de planeación en general, para la empresa para el mediano y largo plazos.
- 8). Sería importante trabajar más ampliamente lo aquí intentado, para definir raciones óptimas en función de la disponibilidad de ingredientes en las diferentes épocas del año; así como generar parámetros nacionales relativos a la forma y valor de las funciones de producción.

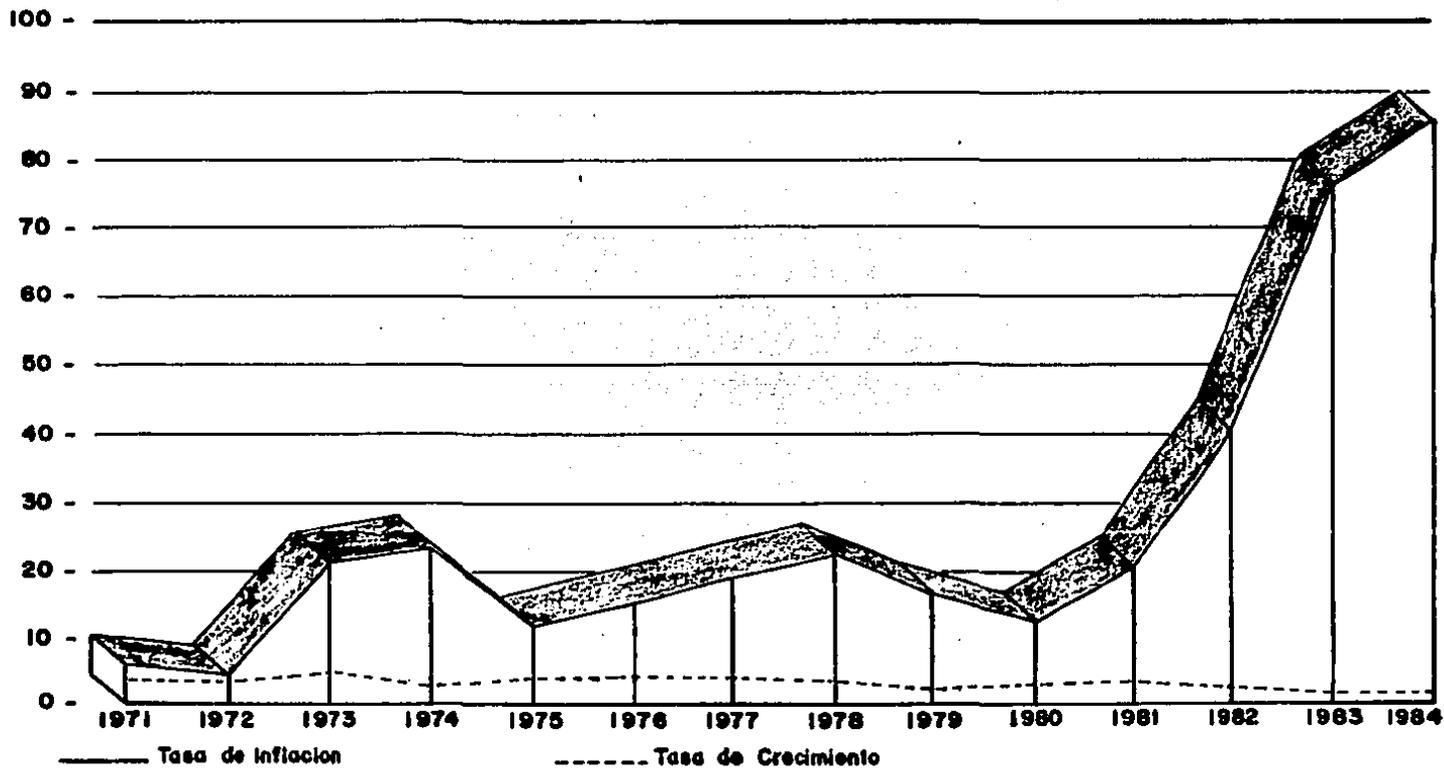
A P E N D I C E

F I G U R A S

Relación de la Tasa de Inflación y de Crecimiento del PIB Real de la Rama Ganadería
1971-1984.

FIGURA I

(Porcentajes)

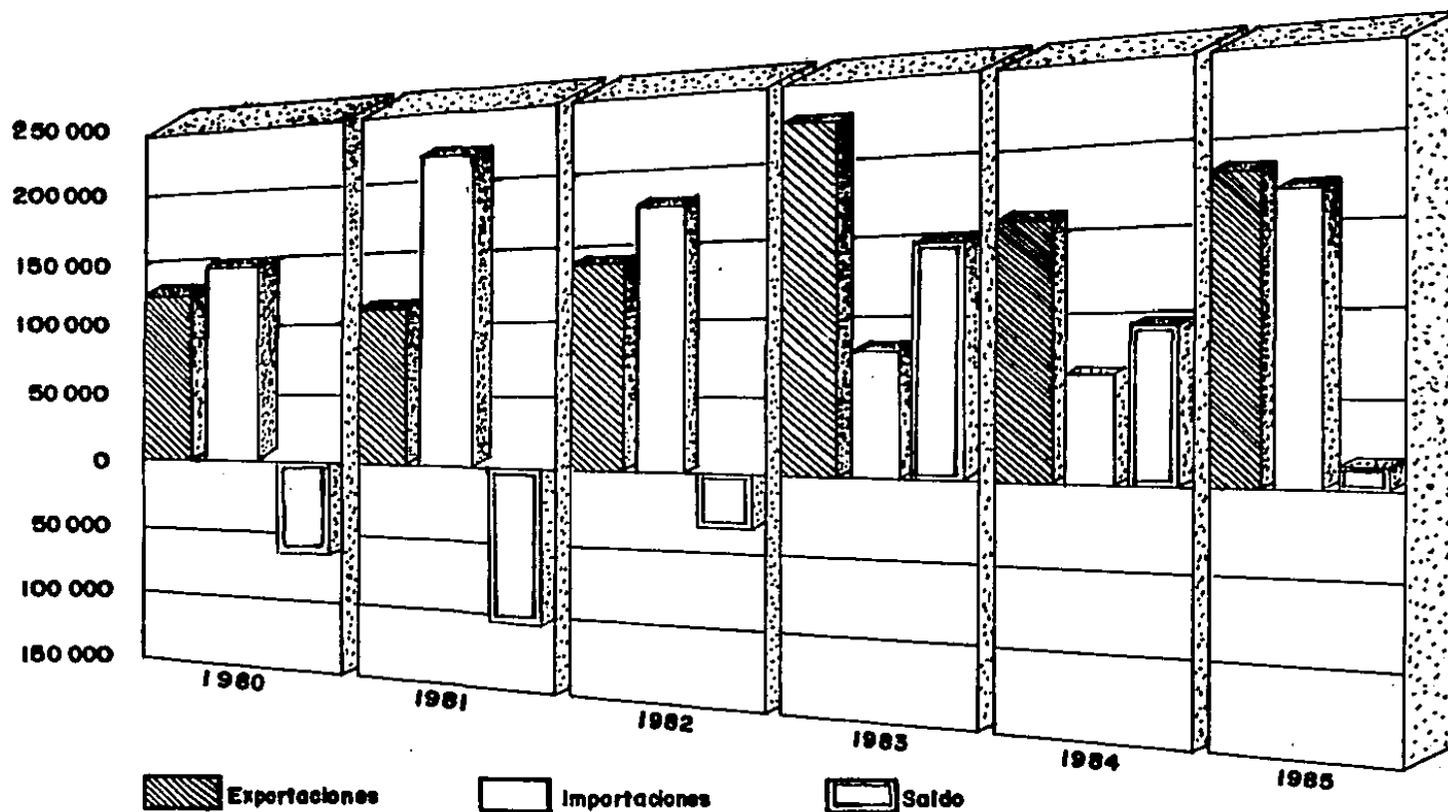


INEGI 1986

Valor de las Exportaciones, Importaciones y Saldo Ganadería, Apicultura, Caza y Pesca.

FIGURA 2

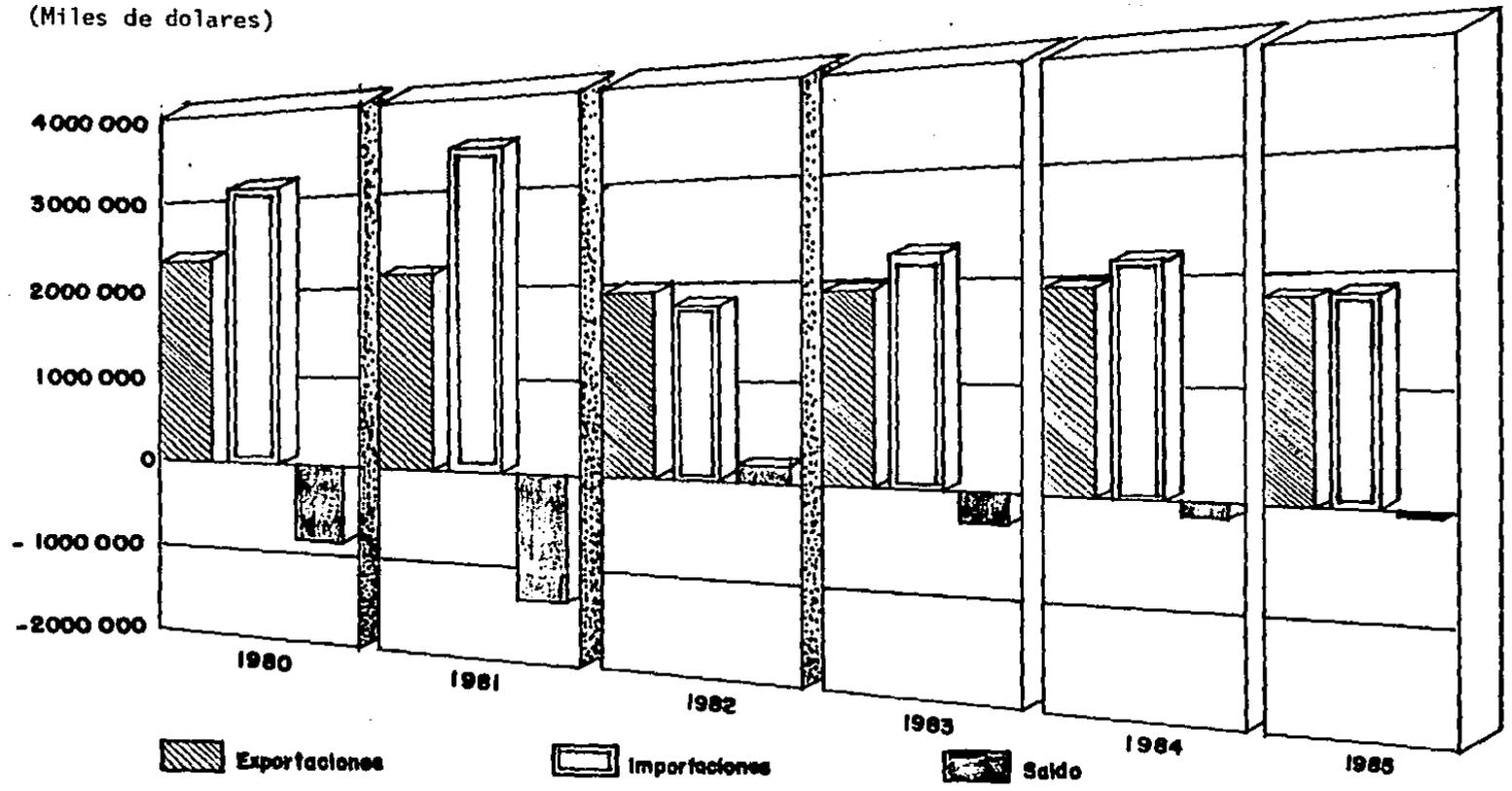
(Miles de dolares)



INEGI 1986

Valor de las Exportaciones, Importaciones y Saldo Sector Agropecuario
(Miles de dolares)

FIGURA 3

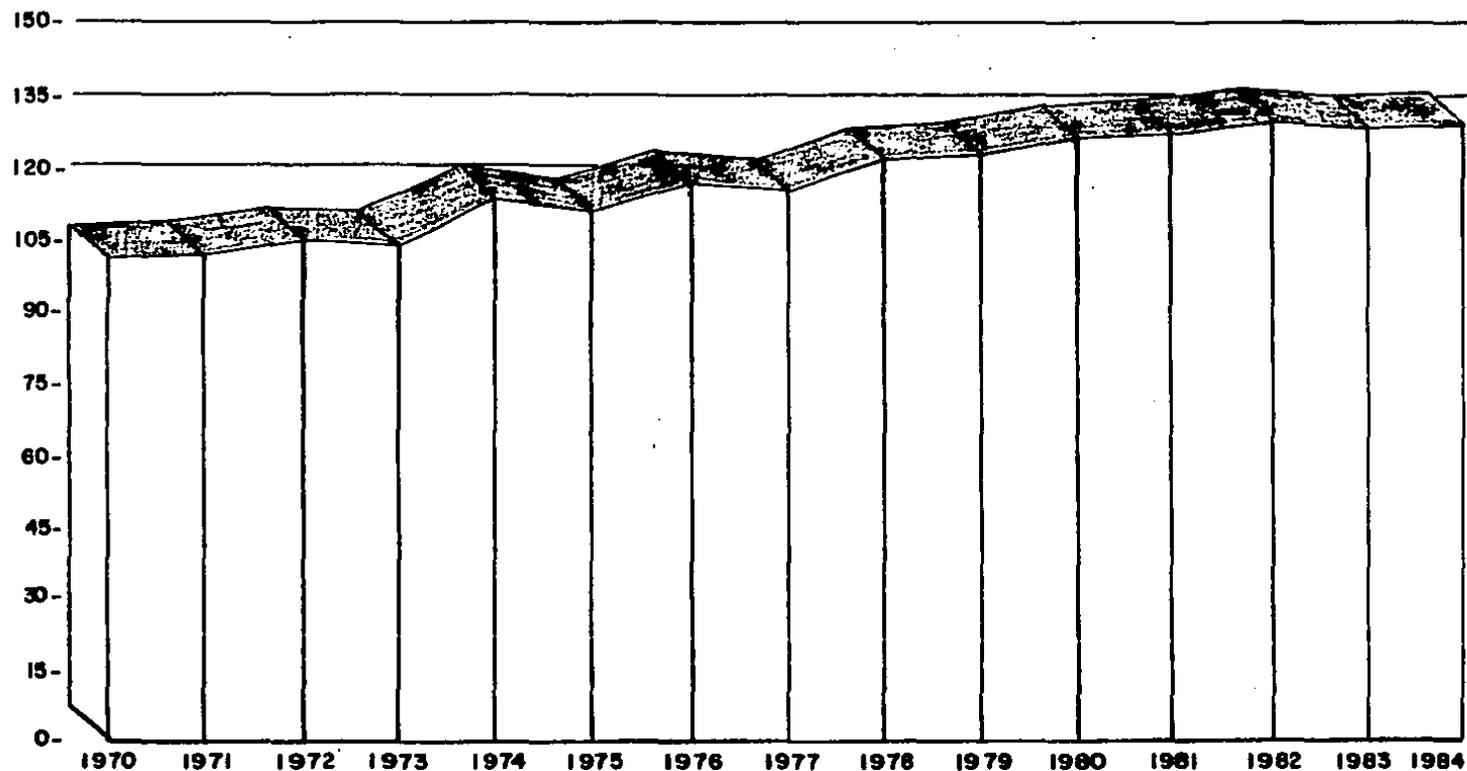


INEGI 1986

**Indice de Productividad del Sector Agropecuario
1970-1984**

FIGURA 4

(1970 = 100.0)

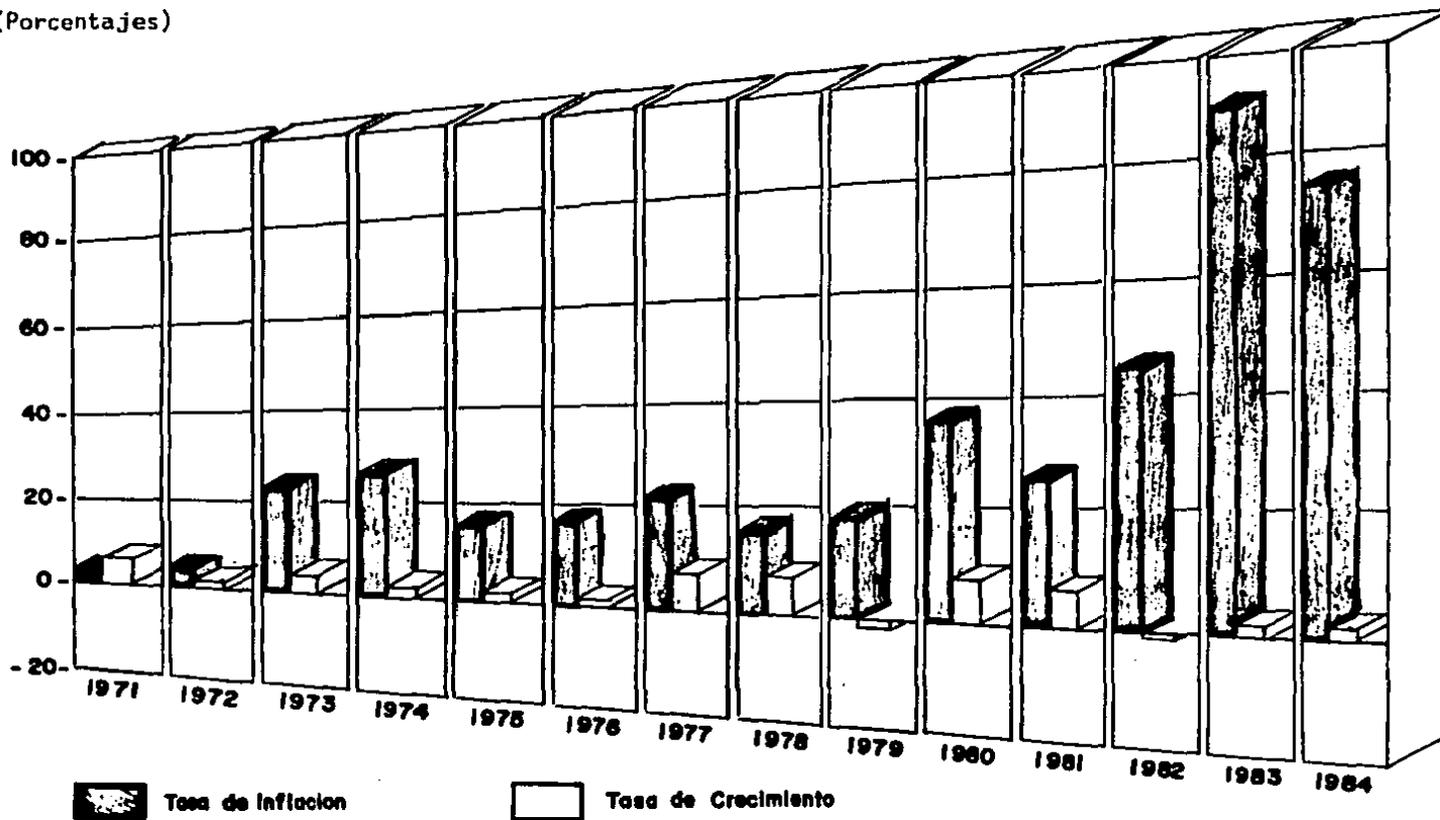


INEGI 1986

Relación de la Tasa de Inflación y de Crecimiento del PIB Real del Sector Agropecuario.
1971 1984

FIGURA 5

(Porcentajes)



INEGI 1986

CUADRO No. 1

RACION ACTUAL : RANCHO " EL CUPIDO "

Alimento Concentrado:	% Ración	% PC	%FC	ENL	ENE	Ca	P	Costo Kg M.S.
Cebada	10.00	1.100	0.800	18.90	17.00	5.00	36.00	17.56
Sorgo	18.10	1.810	0.390	33.48	30.22	5.40	50.68	31.77
Hominy	10.00	1.000	0.470	21.00	17.80	5.00	5.70	17.31
Salvado de Maíz	7.50	0.600	0.670	15.30	10.84	2.25	14.25	13.79
Salvado de Trigo	15.00	2.250	1.800	27.15	22.50	16.50	178.50	22.75
Pulido de Arroz	13.00	1.560	0.364	22.88	21.19	6.50	159.90	24.41
Raicilla de Malta	5.00	1.000	0.750	8.96	8.45	4.00	23.50	7.14
Pasta de Girasol	3.00	0.840	0.780	4.39	4.15	13.50	14.70	5.93
Melaza	11.00			17.92	14.55	1.32	11.00	10.70
Ortofosfato	1.40					280.00	280.00	5.02
Bicarbonato de Calcio	0.80					288.00		2.58
Bicarbonato de Sodio	1.00							3.94
Sal	1.00							1.10
Oxido de Magnesio	0.70							27.59
Premezcla	2.50	6.500						5.02
	<u>100.00 %</u>	<u>16.66 %</u>	<u>6.02 %</u>	<u>1.70MCal</u>	<u>1.46MCal</u>	<u>6.2747 g</u>	<u>7.7423 g</u>	<u>\$ 196.61</u>

CUADRO No. 1 (CONTINUACION)

RACION INTEGRAL : RANCHO " EL CUPIDO "

Alimento:	% Ración	% PC	% FC	ENL	ENE	Ca	P	Costo Kg M.S.
Concentrado	38.85	6.440	2.331	66.04	56.72	244.750	299.140	81.210
Grano de Whiskey	7.10	2.130	1.207	15.62	13.14	13.490	48.280	10.650
Salvado de Trigo	3.85	0.577	0.462	6.16	5.77	4.312	45.815	5.839
Bagazo de Cerveza	3.50	0.735	0.700	5.60	5.05	14.000	21.000	4.830
Heno de Alfalfa	17.20	3.090	4.128	24.08	20.64	344.000	51.600	19.092
Alfalfa Verde	12.50	2.370	3.500	17.31	13.85	212.500	37.500	10.000
Ensilado de Maíz	17.00	1.020	4.760	26.69	20.93	51.000	39.100	10.200
	<u>100.00 %</u>	<u>16.331 %</u>	<u>17.088 %</u>	<u>1.615MCal</u>	<u>1.361MCal</u>	<u>8.840 g</u>	<u>5.424 g</u>	<u>\$141.820</u>

CUADRO No. 2

RACION ACTUAL : RANCHO " LA COTERA "

Concentrado: A	% Ración	% PC	% FC	ENL	ENE	Ca	P	Costo Kg M.S.
Salvado de Trigo	15.91	2.380	1.909	25.456	23.865	17.819	189.320	2,413.23
Maíz	12.21	1.220	0.268	24.420	20.757	3.663	29.304	1,846.64
Cebada	43.01	4.730	3.440	80.410	73.120	21.505	154.480	7,550.40
Pasta de Girasol	18.34	5.135	4.768	26.590	25.310	82.530	89.860	3,628.60
Pasta de Soya	7.70	3.690	0.610	13.470	12.320	23.100	53.900	2,552.90
Premezcla de Minerales	1.33					159.600	234.100	941.12
Bicarbonato de Sodio	1.00							550.00
Sal	0.50							55.00
	<u>100.00 %</u>	<u>17.155 %</u>	<u>10.995 %</u>	<u>1.703Mcal</u>	<u>1.553Mcal</u>	<u>3.080 g</u>	<u>7.590 g</u>	<u>\$ 195.38</u>

RACION INTEGRAL:

Concentrado: A	48.75	8.287	5.360	82.875	75.563	156.00	370.50	9,524.78
Heno de Alfalfa	24.15	4.347	5.796	33.810	28.980	483.00	72.45	3,056.91
Ensilado de Maíz	17.40	1.044	4.872	27.318	21.420	52.20	40.02	1,566.00
Bagazo de Cerveza	9.70	2.037	1.940	15.520	14.020	38.80	58.20	1,338.60
	<u>100.00 %</u>	<u>15.715%</u>	<u>17.97 %</u>	<u>1.59Mcal</u>	<u>1.399Mcal</u>	<u>7.30 g</u>	<u>5.411 g</u>	<u>\$ 154.86</u>

CUADRO No. 2 A

RACION ACTUAL : RANCHO " LA COTERA "

Concentrado; B	% Ración	% PC	% FC	ENL	ENE	Ca	P	Costo Kg M.S.
Cebada	21.63	2.37	1.73	40.44	36.77	10.81	77.86	3,797.15
Salvado de Trigo	20.53	3.07	2.46	36.84	30.79	22.99	244.30	3,114.00
Grano de Whiskey	26.49	7.94	4.50	58.27	49.00	50.33	180.13	3,973.50
Melaza	6.00			8.52	7.93	72.00	6.00	683.82
Maíz	14.54	1.45	0.31	29.08	24.71	4.36	34.89	2,199.03
Pasta de Soya	7.70	3.69	0.60	13.47	12.32	23.10	53.90	2,552.94
Premezcla de Minerales	1.50					180.00	264.00	1,061.41
Bicarbonato de Sodio	1.11							610.50
Sal	0.50							55.00
	<u>100.00 %</u>	<u>18.52 %</u>	<u>9.60 %</u>	<u>1.866Mca1</u>	<u>1.615Mca1</u>	<u>3.63 g</u>	<u>8.61 g</u>	<u>\$ 180.47</u>

RACION INTEGRAL:

Concentrado: B	39.95	7.19	3.59	74.30	64.51	145.01	343.39	7,209.78
Heno de Alfalfa	31.53	5.67	7.56	44.14	37.83	630.60	94.59	3,991.07
Ensilado de Maíz	21.44	1.28	6.00	33.66	26.39	64.32	49.31	1,929.60
Bagazo de Cerveza	7.09	1.48	1.41	11.34	10.24	28.36	42.54	978.42
	<u>100.00 %</u>	<u>15.62 %</u>	<u>18.56 %</u>	<u>1.63Mca1</u>	<u>1.39Mca1</u>	<u>8.68 g</u>	<u>5.29 g</u>	<u>\$ 141.09</u>

CUADRO No. 2 B

RACION ACTUAL : RANCHO " LA COTERA "

	% Ración	% PC	% FC	ENL	ENE	Ca	P	Costo Kg M. S.
Concentrado: A	48.46	8.238	5.330	82.383	75.113	155.072	368.290	9,468.11
Heno de Alfalfa	27.09	4.876	6.501	37.926	32.508	541.800	81.270	3,429.10
Ensilado de Maíz	9.90	0.594	2.772	15.543	12.1869	29.700	22.770	891.00
Bagazo de Cerveza	5.04	1.058	1.008	8.064	7.282	20.160	30.240	695.52
Rye Grass	9.51	1.616	1.711	10.461	8.787	58.960	32.330	783.15
	<u>100.00 %</u>	<u>16.380%</u>	<u>17.320 %</u>	<u>1.543MCal</u>	<u>1.358MCal</u>	<u>805.69 g</u>	<u>534.900 g</u>	<u>\$ 152.67</u>

RACION INTEGRAL:

Concentrado: B	45.76	8.236	4.11	85.388	73.902	166.109	394.00	8,258.30
Heno de Alfalfa	25.84	4.6512	6.20	36.176	31.008	516.800	77.52	3,270.83
Ensilado de Maíz	14.30	0.858	4.00	22.451	17.603	42.900	32.89	1,287.83
Bagazo de Cerveza	4.90	1.029	0.98	7.840	7.080	19.600	29.40	186.20
Rye Grass	9.20	1.564	1.65	10.120	8.500	57.000	31.28	757.62
	<u>100.00 %</u>	<u>16.33 %</u>	<u>16.94 %</u>	<u>1.619MCal</u>	<u>1.380MCal</u>	<u>8,024 g</u>	<u>5.650 g</u>	<u>\$ 137.60</u>

CUADRO No. 3

RANCHO " EL CUIPIDO "
 MATRIZ CUIPIDO T

MODELO DE PROGRAMACION LINEAL

VACA DE 636 Kg P.V. CON NI-
 VEL MEDIO DE PRODUCCION

RESTRICCIONES	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15	X16	X17	X18	X19	X20	X21	X22	X23	X24	X25	X26	X27	X28	X29	X30	X31	X32	X33	X34	X35	X36	X37	X38	X39	X40	X41	X42	X43	X44	X45	X46	X47	X48	X49	X50	X51	X52	X53	X54	X55	X56	X57	X58	X59	X60	X61	X62	X63	X64	X65	X66	X67	X68	X69	X70	X71	X72	X73	X74	X75	X76	X77	X78	X79	X80	X81	X82	X83	X84	X85	X86	X87	X88	X89	X90	X91	X92	X93	X94	X95	X96	X97	X98	X99	X100	X101	X102	X103	X104	X105	X106	X107	X108	X109	X110	X111	X112	X113	X114	X115	X116	X117	X118	X119	X120	X121	X122	X123	X124	X125	X126	X127	X128	X129	X130	X131	X132	X133	X134	X135	X136	X137	X138	X139	X140	X141	X142	X143	X144	X145	X146	X147	X148	X149	X150	X151	X152	X153	X154	X155	X156	X157	X158	X159	X160	X161	X162	X163	X164	X165	X166	X167	X168	X169	X170	X171	X172	X173	X174	X175	X176	X177	X178	X179	X180	X181	X182	X183	X184	X185	X186	X187	X188	X189	X190	X191	X192	X193	X194	X195	X196	X197	X198	X199	X200	X201	X202	X203	X204	X205	X206	X207	X208	X209	X210	X211	X212	X213	X214	X215	X216	X217	X218	X219	X220	X221	X222	X223	X224	X225	X226	X227	X228	X229	X230	X231	X232	X233	X234	X235	X236	X237	X238	X239	X240	X241	X242	X243	X244	X245	X246	X247	X248	X249	X250	X251	X252	X253	X254	X255	X256	X257	X258	X259	X260	X261	X262	X263	X264	X265	X266	X267	X268	X269	X270	X271	X272	X273	X274	X275	X276	X277	X278	X279	X280	X281	X282	X283	X284	X285	X286	X287	X288	X289	X290	X291	X292	X293	X294	X295	X296	X297	X298	X299	X300	X301	X302	X303	X304	X305	X306	X307	X308	X309	X310	X311	X312	X313	X314	X315	X316	X317	X318	X319	X320	X321	X322	X323	X324	X325	X326	X327	X328	X329	X330	X331	X332	X333	X334	X335	X336	X337	X338	X339	X340	X341	X342	X343	X344	X345	X346	X347	X348	X349	X350	X351	X352	X353	X354	X355	X356	X357	X358	X359	X360	X361	X362	X363	X364	X365	X366	X367	X368	X369	X370	X371	X372	X373	X374	X375	X376	X377	X378	X379	X380	X381	X382	X383	X384	X385	X386	X387	X388	X389	X390	X391	X392	X393	X394	X395	X396	X397	X398	X399	X400	X401	X402	X403	X404	X405	X406	X407	X408	X409	X410	X411	X412	X413	X414	X415	X416	X417	X418	X419	X420	X421	X422	X423	X424	X425	X426	X427	X428	X429	X430	X431	X432	X433	X434	X435	X436	X437	X438	X439	X440	X441	X442	X443	X444	X445	X446	X447	X448	X449	X450	X451	X452	X453	X454	X455	X456	X457	X458	X459	X460	X461	X462	X463	X464	X465	X466	X467	X468	X469	X470	X471	X472	X473	X474	X475	X476	X477	X478	X479	X480	X481	X482	X483	X484	X485	X486	X487	X488	X489	X490	X491	X492	X493	X494	X495	X496	X497	X498	X499	X500	X501	X502	X503	X504	X505	X506	X507	X508	X509	X510	X511	X512	X513	X514	X515	X516	X517	X518	X519	X520	X521	X522	X523	X524	X525	X526	X527	X528	X529	X530	X531	X532	X533	X534	X535	X536	X537	X538	X539	X540	X541	X542	X543	X544	X545	X546	X547	X548	X549	X550	X551	X552	X553	X554	X555	X556	X557	X558	X559	X560	X561	X562	X563	X564	X565	X566	X567	X568	X569	X570	X571	X572	X573	X574	X575	X576	X577	X578	X579	X580	X581	X582	X583	X584	X585	X586	X587	X588	X589	X590	X591	X592	X593	X594	X595	X596	X597	X598	X599	X600	X601	X602	X603	X604	X605	X606	X607	X608	X609	X610	X611	X612	X613	X614	X615	X616	X617	X618	X619	X620	X621	X622	X623	X624	X625	X626	X627	X628	X629	X630	X631	X632	X633	X634	X635	X636	X637	X638	X639	X640	X641	X642	X643	X644	X645	X646	X647	X648	X649	X650	X651	X652	X653	X654	X655	X656	X657	X658	X659	X660	X661	X662	X663	X664	X665	X666	X667	X668	X669	X670	X671	X672	X673	X674	X675	X676	X677	X678	X679	X680	X681	X682	X683	X684	X685	X686	X687	X688	X689	X690	X691	X692	X693	X694	X695	X696	X697	X698	X699	X700	X701	X702	X703	X704	X705	X706	X707	X708	X709	X710	X711	X712	X713	X714	X715	X716	X717	X718	X719	X720	X721	X722	X723	X724	X725	X726	X727	X728	X729	X730	X731	X732	X733	X734	X735	X736	X737	X738	X739	X740	X741	X742	X743	X744	X745	X746	X747	X748	X749	X750	X751	X752	X753	X754	X755	X756	X757	X758	X759	X760	X761	X762	X763	X764	X765	X766	X767	X768	X769	X770	X771	X772	X773	X774	X775	X776	X777	X778	X779	X780	X781	X782	X783	X784	X785	X786	X787	X788	X789	X790	X791	X792	X793	X794	X795	X796	X797	X798	X799	X800	X801	X802	X803	X804	X805	X806	X807	X808	X809	X810	X811	X812	X813	X814	X815	X816	X817	X818	X819	X820	X821	X822	X823	X824	X825	X826	X827	X828	X829	X830	X831	X832	X833	X834	X835	X836	X837	X838	X839	X840	X841	X842	X843	X844	X845	X846	X847	X848	X849	X850	X851	X852	X853	X854	X855	X856	X857	X858	X859	X860	X861	X862	X863	X864	X865	X866	X867	X868	X869	X870	X871	X872	X873	X874	X875	X876	X877	X878	X879	X880	X881	X882	X883	X884	X885	X886	X887	X888	X889	X890	X891	X892	X893	X894	X895	X896	X897	X898	X899	X900	X901	X902	X903	X904	X905	X906	X907	X908	X909	X910	X911	X912	X913	X914	X915	X916	X917	X918	X919	X920	X921	X922	X923	X924	X925	X926	X927	X928	X929	X930	X931	X932	X933	X934	X935	X936	X937	X938	X939	X940	X941</
---------------	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	--------

RANCHO " EL CUPIDO "

CUADRO No. 5
 MODELO DE PROGRAMACION LINEAL

VACA DE 636 Kg P.V. CON NI-
 VEL MEDIO DE PRODUCCION

RESTRICCIONES		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	HHV
		Alfalfa Verde	Alfalfa Heno	Ensilado Maíz	Bagazo Cerveza	Grano Whiskey	Concentrado	SL 1	SL 2	SL 3	SL 4	SL 5	SL 6	SL 7	SL 8	SL 9	SL 11	SL 12	SL 13	Venta Leche	
FUNCION OBJETIVO	FO	-80.00	-111.00	-60.00	-138.00	-150.00	-209.61	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000	280.00	MAX
Energía Meta Estimada	ENE < G	1.108	1.200	1.231	1.445	1.850	1.4600	-0.103	-0.42	-0.58	-0.787	-0.98	-1.08	-1.23	-1.41	-1.68	-2.28	-2.68	-5.73		8.500
Proteína Cruda	PC < G	.1900	0.1800	.0600	0.2100	0.300	.16600	-.085	-0.09	-0.95	-.0954	-.0984	-.0984	-.0984	-.0984	-.0984	-.0984				0.610
Máximo Fibra Cruda	MaFC > L	.2800	0.2400	.2800	0.2000	.1700	.06000														4.410
Mínimo Fibra Cruda	MnFC < G	.2800	0.2400	.2800	0.2000	.1700	.06000														3.230
Máximo Calcio	MaCa > L	.0170	0.0200	.0030	0.0040	.0019	.00627														0.252
Mínimo Calcio	MnCa < G	.0170	0.0200	.0030	0.0040	.0019	.00627														0.120
Máximo de fósforo	MaF > L	.0030	0.0030	.0020	0.0060	.0068	.00774														0.168
Mínimo de fósforo	MnF < G	.0030	0.0030	.0020	0.0060	.0068	.00774														0.100
Máximo Consumo Voluntario	MaCV > L	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.000														21.000
Producción Leche No. 1	PL1 > L							1.0													13.630
Producción Leche No. 2	PL2 > L								1.0												4.540
Producción Leche No. 3	PL3 > L									1.0											2.270
Producción Leche No. 4	PL4 > L										1.0										2.270
Producción Leche No. 5	PL5 > L											1.0									0.454
Producción Leche No. 6	PL6 > L												1.0								0.454
Producción Leche No. 7	PL7 > L													1.0							0.454
Producción Leche No. 8	PL8 > L														1.0						0.454
Producción Leche No. 9	PL9 > L															1.0					0.454
Producción Leche No. 10	PL10 > L																1.0				0.454
Producción Leche No. 11	PL11 > L																	1.0			0.454
Producción Leche No. 12	PL12 > L																		1.0		0.454
Producción Leche No. 13	PL13 > L																			1.0	0.454
Precio Leche	PLe > E							-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	1.00	0.000
Máximo Forraje	MaFo > L	1.00	1.00	1.00	1.00	0.000	0.000														1.800
Máximo Silo	MaSi > L	0.00	0.00	1.00	0.00	0.000	0.000														2.500
Máximo Bagazo Cerveza	MaBC > L	0.00	0.00	0.00	1.00	0.000	0.000														11.400
Máximo Grano Whiskey	MaGW > L	0.00	0.00	0.00	0.00	1.000	0.000														14.000
Mínimo Consumo Voluntario	MaCV < G	1.00	1.00	1.00	1.00	1.000	1.000														1.000

CUADRO No. 6

RANCHO " LA COTERA "
MATRIZ COTERA T 2

MODELO DE PROGRAMACION LINEAL

VACA DE 636 Kg P.V. CON NI-
VEL MEDIO DE PRODUCCION

RESTRICCIONES		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	RNY		
		Alfalfa Heno	Ensilado Maiz	Bagozo Cerveza	Concentrado A	SL 1	SL 2	SL 3	SL 4	SL 5	SL 6	SL 7	SL 8	SL 9	SL 10	SL 11	SL 12	SL 13	SL 14		SL 15	X ₁₈ Venta leche
FUNCION OBJETIVO	FO	-126.58	-90.00	-138.00	-195.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	280.00	MAX
Energía Neta Estimada	ENE < G	1.200	1.231	1.445	1.3230	-1.83	-0.42	-0.58	-0.782	-0.98	-1.08	-1.21	-1.43	-1.68	-1.98	-2.28	-2.68	-3.73				8.500
Proteína Cruda	PC < G	0.1800	0.0600	0.2100	0.1700	-0.05	-0.09	-0.95	-0.984	-0.984	-0.984	-0.984	-0.984	-0.984	-0.984	-0.984	-0.984	-0.984	-0.984	-0.984		0.610
Mínimo Fibra Cruda	MFC > L	0.2400	0.2800	0.2000	0.1100																	4.410
Mínimo Fibra Cruda	MFC < G	0.2400	0.2800	0.2000	0.1100																	3.230
Mínimo Calcio	MnC > L	0.0200	0.0030	0.0040	0.0032																	0.252
Mínimo Calcio	MnC < G	0.0200	0.0030	0.0040	0.0032																	0.126
Mínimo Fósforo	MnF > L	0.0030	0.0020	0.0060	0.0076																	0.168
Mínimo Fósforo	MnF < G	0.0030	0.0020	0.0060	0.0076																	0.100
Mínimo Consumo Voluntario	MnCV > L	1.000	1.000	1.000	1.000																	21.000
Producción Leche No. 1	PL1 > L					1.0																13.630
Producción Leche No. 2	PL2 > L						1.0															4.540
Producción Leche No. 3	PL3 > L							1.0														2.270
Producción Leche No. 4	PL4 > L								1.0													2.270
Producción Leche No. 5	PL5 > L									1.0												0.454
Producción Leche No. 6	PL6 > L										1.0											0.454
Producción Leche No. 7	PL7 > L											1.0										0.454
Producción Leche No. 8	PL8 > L												1.0									0.454
Producción Leche No. 9	PL9 > L													1.0								0.454
Producción Leche No. 10	PL10 > L														1.0							0.454
Producción Leche No. 11	PL11 > L															1.0						0.454
Producción Leche No. 12	PL12 > L																1.0					0.454
Producción Leche No. 13	PL13 > L																	1.0				0.909
Precio Leche	PrLe = E																				1.00	0.000
Mínimo Silo	MnS1 > L	0.000	1.000	0.000	0.000	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0			3.800
Mínimo Bagozo Cerveza	MnBC > L	0.000	0.000	1.000	0.000																	2.500
Mínimo Forraje	MnFo > L	1.000	1.000	1.000	0.000																	11.400
Mínimo Consumo Voluntario	MnCV < G	1.000	1.000	1.000	1.000																	19.000

CUADRO No. 6 A

RANCHO " LA COTERA "
MATRIZ COTERA T 2 - RYE

MODELO DE PROGRAMACION LINEAL

VACA DE 636 Kg P.V. CON NI-
VEL MEDIO DE PRODUCCION

RESTRICCIONES		X ₁ Alfalfa Heno	X ₂ Estiido Maiz	X ₃ Bagaço Cerveza	X ₄ Concentrado A	X ₅ Aye Grass	X ₆ SL 1	X ₇ SL 2	X ₈ SL 3	X ₉ SL 4	X ₁₀ SL 5	X ₁₁ SL 6	X ₁₂ SL 7	X ₁₃ SL 8	X ₁₄ SL 9	X ₁₅ SL 10	X ₁₆ SL 11	X ₁₇ SL 12	X ₁₈ SL 13	X ₁₉ SL 14	X ₂₀ Venta Leche	RHS
FUNCION OBJETIVO	TO	-126.56	-90.00	-138.00	-195.34	-82.35	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	+780.00	MAX
Energía Meta Estimada	ENE = G	1.200	1.231	1.445	1.3230	.9240	-.183	-0.42	-0.58	-.782	-0.98	-1.08	-1.23	-1.43	-1.68	-1.68	-1.90	-2.28	-2.68	-3.23		8.500
Proteína Cruda	PC = G	0.180	0.060	0.210	0.1702	.1700	-.085	-0.09	-0.95	-.0984	-.0704	-.0754	-.0984	-.0984	-.0984	-.0984	-.0984	-.0984	-.0984	-.0984		0.610
Máximo Fibra Cruda	MaFC >= L	0.240	0.280	0.200	0.1100	.1860																4.240
Mínimo Fibra Cruda	MaFC <= G	0.240	0.280	0.200	0.1100	.1860																2.250
Máximo Calcio	MaCa >= L	0.020	0.001	0.004	0.0032	.0062																0.252
Mínimo Calcio	MaCa <= G	0.020	0.001	0.004	0.0032	.0062																0.126
Máximo Fósforo	MaF >= L	0.003	0.002	0.006	0.0076	.0034																0.168
Mínimo Fósforo	MaF <= G	0.003	0.002	0.006	0.0076	.0034																0.112
Máximo Consumo Voluntario	MaCV >= L	1.000	1.000	1.000	1.0000	1.000																21.000
Producción Leche No. 1	PL1 >= L						1.0															13.630
Producción Leche No. 2	PL2 >= L							1.0														6.540
Producción Leche No. 3	PL3 >= L								1.0													2.270
Producción Leche No. 4	PL4 >= L									1.0												2.270
Producción Leche No. 5	PL5 >= L										1.0											0.454
Producción Leche No. 6	PL6 >= L											1.00										0.454
Producción Leche No. 7	PL7 >= L												1.0									0.454
Producción Leche No. 8	PL8 >= L													1.0								0.454
Producción Leche No. 9	PL9 >= L														1.0							0.454
Producción Leche No. 10	PL10 >= L															1.0						0.454
Producción Leche No. 11	PL11 >= L																1.0					0.454
Producción Leche No. 12	PL12 >= L																	1.0				0.454
Producción Leche No. 13	PL13 >= L																		1.0			0.908
Precio Leche	PrLe = E						-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	1.0	0.000
Máximo Silo	MaS1 >= L	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000																11.500
Máximo Bagaço Cerveza	MaBC >= L	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000																3.000
Máximo Ferraço	MaFe >= L	1.000	1.000	1.000	0.000	1.000																2.500
Máximo Consumo Voluntario	MaCV <= G	1.000	1.000	1.000	1.000																	3.000
																						19.000

CUADRO No. 7

RANCHO " EL CUPIDO " SOLUCION OPTIMA RACION CUPIDO T

LP PROBLEM FILE NAME: CUPIDO T
 PROBLEM TYPE: MAX
 OPTIMAL SOLUTION REACHED IN 39 ITERATIONS

DATE: 01-01-1980
 ALGORITHM START TIME = 03:49:26
 ALGORITHM END TIME = 03:53:58

OBJECTIVE FUNCTION = 5376.12230

PRESS <ENTER> TO CONTINUE*****
 SECTION 1 - ROWS

NO.	...ROW..	AT	...ACTIVITY...	SLACK	ACTIVITY	..RHS VALUE...	.DUAL ACTIVITY
1.	ENE	LL	8.50000	.	.	8.50000	-48.86562
2.	PC	BS	0.95853	-0.34853	.	0.61000	.
3.	MXFC	UL	3.77000	.	.	3.77000	225.92392
4.	MNFC	BS	3.77000	-0.54000	.	3.23000	.
5.	MXCA	UL	0.23000	.	.	0.23000	154.91337
6.	MNCA	BS	0.23000	-0.10400	.	0.12600	.
7.	MXP	BS	0.14000	0.03000	.	0.17000	.
8.	MNP	LL	0.14000	.	.	0.14000	-1510.46436
9.	MXCV	BS	19.00000	2.00000	.	21.00000	.
10.	PL1	UL	13.63000	.	.	13.63000	271.05759
11.	PL2	UL	4.54000	.	.	4.54000	259.47641
12.	PL3	UL	2.27000	.	.	2.27000	251.65794
13.	PL4	UL	2.27000	.	.	2.27000	241.78709
14.	PL5	UL	0.45400	.	.	0.45400	232.11169
15.	PL6	UL	0.45400	.	.	0.45400	227.22513

PRESS <ENTER> TO CONTINUE*****

CUADRO No. 7

(Continuación)

SECTION 1 - ROWS

NO. ...ROW..	AT	...ACTIVITY...	SLACK ACTIVITY	..RHS VALUE...	.DUAL ACTIVITY
16.	PL7	UL	0.45400	0.45400	219.89529
17.	PL8	UL	0.45400	0.45400	210.12217
18.	PL9	UL	0.45400	0.45400	197.90576
19.	PL10	UL	0.45400	0.45400	183.24607
20.	PL11	UL	0.45400	0.45400	168.38639
21.	PL12	UL	0.45400	0.45400	149.04014
22.	PL13	BS	0.39097	0.51803	0.90900
23.	PMIN	EQ	0.26200	0.26200	-112.64118
24.	PRECIO	EQ	.	.	280.00000
25.	MXMELAZA	UL	0.94000	0.94000	54.98954
26.	MXFORR	BS	10.60000	0.80000	11.40000
27.	MXSILO	UL	3.80000	3.80000	27.47989
28.	MNSAL	LL	0.09600	0.09600	-21.97119
29.	MNBINA	LL	0.19000	0.19000	-306.18118
30.	MXSALVTR	UL	2.50000	2.50000	0.34056

PRESS <ENTER> TO CONTINUE*****

SECTION 1 - ROWS

NO. ...ROW..	AT	...ACTIVITY...	SLACK ACTIVITY	..RHS VALUE...	.DUAL ACTIVITY
31.	MXGRW	BS	0.86136	2.13864	3.00000
32.	MXRMALT	UL	2.00000	.	2.00000
33.	MXALVERD	UL	6.80000	.	6.80000
34.	MNCV	LL	19.00000	.	19.00000

PRESS <ENTER> TO CONTINUE*****

CUADRO No. 7
(Continuación)

SECTION 2 - COLUMNS

NUMBER	.COLUMN.	AT	...ACTIVITY...	..INPUT COST..	.REDUCED COST.
1.	CEBADA	LL	.	-175.55000	-17.16331
2.	SORGO	LL	.	-175.55000	-6.70309
3.	HOMINY	BS	1.18233	-173.07001	.
4.	SALVMAIZ	LL	.	-183.88001	-42.70124
5.	SALVTRIG	BS	2.50000	-151.67999	.
6.	PULARROZ	LL	.	-187.78000	-7.92478
7.	RAIZMALT	BS	2.00000	-142.86000	.
8.	PGIRASOL	LL	.	-197.85001	-94.17834
9.	ORTOPH	BS	0.29457	-359.14001	.
10.	BICAL	BS	0.07175	-32.26000	.
11.	BISODIO	BS	0.19000	-394.20999	.
12.	SAL	BS	0.09600	-110.00000	.
13.	PREMEZ	BS	0.26200	-200.67000	.
14.	ALVERDE	BS	6.80000	-80.00000	.
15.	ALHENO	LL	.	-111.00000	-17.12104

PRESS <ENTER> TO CONTINUE

SECTION 2 - COLUMNS

NUMBER	.COLUMN.	AT	...ACTIVITY...	..INPUT COST..	.REDUCED COST.
16.	SILOMAIZ	BS	3.80000	-60.00000	.
17.	BCERV	LL	.	-138.00000	-16.10199
18.	GRW	BS	0.86136	-150.00000	.
19.	MELAZA	BS	0.94000	-97.34000	.
20.	SL1	BS	13.63000	.	.
21.	SL2	BS	4.54000	.	.
22.	SL3	BS	2.27000	.	.
23.	SL4	BS	2.27000	.	.
24.	SL5	BS	0.45400	.	.
25.	SL6	BS	0.45400	.	.
26.	SL7	BS	0.45400	.	.
27.	SL8	BS	0.45400	.	.
28.	SL9	BS	0.45400	.	.
29.	SL10	BS	0.45400	.	.
30.	SL11	BS	0.45400	.	.

PRESS <ENTER> TO CONTINUE-*****

CUADRO No. 7
(Continuación)

SECTION 2 - COLUMNS

NUMBER	.COLUMN.	AT	...ACTIVITY...	..INPUT COST..	.REDUCED COST.
31.	SL12	BS	0.45400	.	.
32.	SL13	BS	0.39097	.	.
33.	VENTLECH	BS	26.73297	280.00000	.

PRESS <ENTER> TO CONTINUE*****

CUADRO No. 8

RANCHO " EL CUPIDO " SOLUCION OPTIMA RACION CUPIDO T2

LP PROBLEM FILE NAME: CUPIDOT2
 PROBLEM TYPE: MAX
 OPTIMAL SOLUTION REACHED IN 25 ITERATIONS

DATE: 01-01-1980
 ALGORITHM START TIME = 00:01:45
 ALGORITHM END TIME = 00:03:58

OBJECTIVE FUNCTION = 4821.16362

PRESS <ENTER> TO CONTINUE*****

SECTION 1 - ROWS

NO.	...ROW..	AT	...ACTIVITY...	SLACK	ACTIVITY	..RHS VALUE...	.DUAL ACTIVITY
1.	ENE	LL	8.50000	.	.	8.50000	-6.83723
2.	PC	BS	1.44090	-0.83090	.	0.61000	.
3.	MXFC	BS	3.43859	0.80141	.	4.24000	.
4.	MNFC	BS	3.43859	-0.20859	.	3.23000	.
5.	MXCA	BS	0.17575	0.07625	.	0.25200	.
6.	MNCA	BS	0.17575	-0.04975	.	0.12600	.
7.	MXF	BS	0.11000	0.05800	.	0.16800	.
8.	MNP	LL	0.11000	.	.	0.11000	-25791.68696
9.	MXCV	BS	19.59539	1.40461	.	21.00000	.
10.	PL1	UL	13.63000	.	.	13.63000	278.74879
11.	PL2	UL	4.54000	.	.	4.54000	277.12837
12.	PL3	UL	2.27000	.	.	2.27000	276.03441
13.	PL4	UL	2.27000	.	.	2.27000	274.65329
14.	PL5	UL	0.45400	.	.	0.45400	273.29952
15.	PL6	UL	0.45400	.	.	0.45400	272.61580

PRESS <ENTER> TO CONTINUE

CUADRO No. 8
(Continuación)

SECTION 1 - ROWS

NO.	...ROW..	AT	...ACTIVITY...	SLACK ACTIVITY	..RHS VALUE...	..DUAL ACTIVITY
16.	PL7	UL	0.45400	.	0.45400	271.59021
17.	PL8	UL	0.45400	.	0.45400	270.22277
18.	PL9	UL	0.45400	.	0.45400	268.51346
19.	PL10	UL	0.45400	.	0.45400	266.46229
20.	PL11	UL	0.45400	.	0.45400	264.41113
21.	PL12	UL	0.45400	.	0.45400	261.67624
22.	PL13	UL	0.90900	.	0.90900	240.82270
23.	PRECIO	EQ	.	.	.	280.00000
24.	MXFORR	BS	9.69484	1.80516	11.50000	.
25.	MXSILD	BS	0.39484	3.40516	3.80000	.
26.	MXGRW	UL	3.00000	.	3.00000	38.03234
27.	MXBCERV	UL	2.50000	.	2.50000	26.62991
28.	MXALVERD	UL	6.80000	.	6.80000	4.95071
29.	MXCONC	BS	6.90056	3.69944	10.60000	.
30.	MNCV	BS	19.59539	-0.59539	19.00000	.

PRESS <ENTER> TO CONTINUE*****

SECTION 2 - COLUMNS

NUMBER	.COLUMN.	AT	...ACTIVITY...	..INPUT COST..	..REDUCED COST.
1.	ALVERDE	BS	6.80000	-80.00000	.
2.	ALHENO	LL	.	-111.00000	-25.42027
3.	SILOMAIZ	BS	0.39484	-60.00000	.
4.	BCERV	BS	2.50000	-138.00000	.
5.	GRW	BS	3.00000	-150.00000	.
6.	SL1	BS	13.63000	.	.
7.	SL2	BS	4.54000	.	.
8.	SL3	BS	2.27000	.	.
9.	SL4	BS	2.27000	.	.
10.	SL5	BS	0.45400	.	.
11.	SL6	BS	0.45400	.	.
12.	SL7	BS	0.45400	.	.
13.	SL8	BS	0.45400	.	.
14.	SL9	BS	0.45400	.	.
15.	SL10	BS	0.45400	.	.

PRESS <ENTER> TO CONTINUE

CUADRO No. 8
(Continuación)

SECTION 2 — COLUMNS

NUMBER	.COLUMN.	AT	...ACTIVITY...	..INPUT COST..	.REDUCED COST.
16.	SL11	BS	0.45400	.	.
17.	SL12	BS	0.45400	.	.
18.	SL13	BS	0.90900	.	.
19.	VENTLECH	BS	27.25100	280.00000	.
20.	CONTRADO	BS	6.90056	-209.61000	.

PRESS <ENTER> TO CONTINUE*****
 *****-*****-*****-*****-*****-*****-*****-*****-*****

CUADRO No. 9

RANCHO " LA COTERA "

SOLUCION OPTIMA

RACION COTERA T

LP PROBLEM FILE NAME: COTERA T
 PROBLEM TYPE: MAX
 OPTIMAL SOLUTION REACHED IN 40 ITERATIONS

DATE: 01-01-1980
 ALGORITHM START TIME = 03:32:36
 ALGORITHM END TIME = 03:36:26

OBJECTIVE FUNCTION = 4942.69130

PRESS <ENTER> TO CONTINUE*****

SECTION 1 - ROWS

NO.	...ROW..	AT	...ACTIVITY...	SLACK ACTIVITY	..RHS VALUE..	. DUAL ACTIVITY
1.	ENE	LL	8.50000	.	8.50000	-45.71556
2.	PC	LL	0.61000	.	0.61000	-183.43316
3.	MXFC	BS	3.65601	0.23899	3.89500	.
4.	MNFC	BS	3.65601	-0.42601	3.23000	.
5.	MXCA	BS	0.16811	0.08389	0.25200	.
6.	MNCA	BS	0.16811	-0.04811	0.12000	.
7.	MXP	BS	0.13003	0.06997	0.20000	.
8.	MNP	BS	0.13003	-0.04603	0.08400	.
9.	MXCV	BS	19.00000	2.00000	21.00000	.
10.	PL1	UL	13.63000	.	13.63000	256.08795
11.	PL2	UL	4.54000	.	4.54000	244.29048
12.	PL3	UL	2.27000	.	2.27000	236.05882
13.	PL4	UL	2.27000	.	2.27000	226.82428
14.	PL5	UL	0.45400	.	0.45400	217.14892
15.	PL6	UL	0.45400	.	0.45400	212.57737

PRESS <ENTER> TO CONTINUE*****

CUADRO No. 9

(Continuación)

SECTION 1 - ROWS

NO.	...ROW..	AT	...ACTIVITY...	SLACK ACTIVITY	..RHS VALUE...	.DUAL ACTIVITY
16.	PL7	UL	0.45400	.	0.45400	205.72003
17.	PL8	UL	0.45400	.	0.45400	196.57692
18.	PL9	UL	0.45400	.	0.45400	185.14803
19.	PL10	UL	0.45400	.	0.45400	171.43336
20.	PL11	UL	0.45400	.	0.45400	157.71869
21.	PL12	UL	0.45400	.	0.45400	139.43247
22.	PL13	BS	0.69226	0.21674	0.90900	.
23.	PRECIO	EQ	.	.	.	280.00000
24.	MNSAL	LL	0.09500	.	0.09500	-54.40833
25.	MNMIN	LL	0.20000	.	0.20000	-652.01831
26.	MNBINA	LL	0.19000	.	0.19000	-494.40833
27.	MXSILO	UL	3.80000	.	3.80000	15.98520
28.	MXFORR	UL	11.40000	.	11.40000	16.88832
29.	MXGRW	UL	3.00000	.	3.00000	45.19542
30.	MXBCERV	UL	2.50000	.	2.50000	5.28331

PRESS <ENTER> TO CONTINUE*****

SECTION 1 - ROWS

NO.	...ROW..	AT	...ACTIVITY...	SLACK ACTIVITY	..RHS VALUE...	.DUAL ACTIVITY
31.	MNCV	LL	19.00000	.	19.00000	-55.59167
32.	MXMELAZA	UL	0.96000	.	0.96000	2.10336

PRESS <ENTER> TO CONTINUE*****

ESTA TESTIS NO DEBE
 SALIR DE LA BIBLIOTECA

CUADRO No. 9
(Continuación)

SECTION 2 - COLUMNS

NUMBER	.COLUMN.	AT	...ACTIVITY...	..INPUT COST..	.REDUCED COST.
1.	CEBADA	LL	.	-175.55000	-22.06422
2.	SAL	BS	0.09500	-110.00000	.
3.	SALVTRIG	BS	2.94914	-151.67999	.
4.	MELAZA	BS	0.96000	-113.97000	.
5.	MAIZ	BS	0.20586	-151.24001	.
6.	PGIRASOL	LL	.	-197.85001	-27.58099
7.	PSOYA	LL	.	-331.54999	-114.76550
8.	MIN	BS	0.20000	-707.60999	.
9.	BINA	BS	0.19000	-550.00000	.
10.	ALHENO	BS	5.10000	-126.58000	.
11.	SILOMAIZ	BS	3.80000	-90.00000	.
12.	BCERV	BS	2.50000	-138.00000	.
13.	SL1	BS	13.63000	.	.
14.	SL2	BS	4.54000	.	.
15.	SL3	BS	2.27000	.	.

PRESS <ENTER> TO CONTINUE

SECTION 2 - COLUMNS

NUMBER	.COLUMN.	AT	...ACTIVITY...	..INPUT COST..	.REDUCED COST.
16.	SL4	BS	2.27000	.	.
17.	SL5	BS	0.45400	.	.
18.	SL6	BS	0.45400	.	.
19.	SL7	BS	0.45400	.	.
20.	SL8	BS	0.45400	.	.
21.	SL9	BS	0.45400	.	.
22.	SL10	BS	0.45400	.	.
23.	SL11	BS	0.45400	.	.
24.	SL12	BS	0.45400	.	.
25.	SL13	BS	0.69226	.	.
26.	VENTLECH	BS	27.03426	280.00000	.
27.	GRW	BS	3.00000	-150.00000	.

PRESS <ENTER> TO CONTINUE*****

CUADRO No. 10

RANCHO " LA COTERA "

SOLUCION OPTIMA

RACION COTERA T RYE

LP PROBLEM FILE NAME: COT-RYE
 PROBLEM TYPE: MAX
 OPTIMAL SOLUTION REACHED IN 41 ITERATIONS

DATE: 01-01-1980
 ALGORITHM START TIME = 02:18:56
 ALGORITHM END TIME = 02:23:00

OBJECTIVE FUNCTION = 5019.52416

PRESS <ENTER> TO CONTINUE*****

SECTION 1 - ROWS

NO.	...ROW..	AT	...ACTIVITY...	SLACK ACTIVITY	..RHS VALUE...	.DUAL ACTIVITY
1.	ENE	LL	8.50000	.	8.50000	-47.92672
2.	PC	LL	0.61000	.	0.61000	-54.67366
3.	MXFC	BS	3.23000	1.18000	4.41000	.
4.	MNFC	LL	3.23000	.	3.23000	-52.78367
5.	MXCA	BS	0.18000	0.07200	0.25200	.
6.	MNCA	LL	0.18000	.	0.18000	-1977.42552
7.	MXP	RS	0.10644	0.09356	0.20000	.
8.	MNP	BS	0.10644	-0.02244	0.08400	.
9.	MXCV	BS	19.00000	2.00000	21.00000	.
10.	PL1	UL	13.63000	.	13.63000	266.63000
11.	PL2	UL	4.54000	.	4.54000	254.67678
12.	PL3	UL	2.27000	.	2.27000	247.00851
13.	PL4	UL	2.27000	.	2.27000	237.32731
14.	PL5	UL	0.45400	.	0.45400	227.65192
15.	PL6	UL	0.45400	.	0.45400	222.85925

PRESS <ENTER> TO CONTINUE

CUADRO No. 10
(Continuación)

SECTION 1 - ROWS

NO.	...ROW..	AT	...ACTIVITY...	SLACK ACTIVITY	..RHS VALUE...	.DUAL ACTIVITY
16.	PL7	UL	0.45400	.	0.45400	215.67024
17.	PL8	UL	0.45400	.	0.45400	206.08490
18.	PL9	UL	0.45400	.	0.45400	194.10322
19.	PL10	UL	0.45400	.	0.45400	179.72520
20.	PL11	UL	0.45400	.	0.45400	165.34719
21.	PL12	UL	0.45400	.	0.45400	146.17650
22.	PL13	BS	0.44576	0.46324	0.90900	.
23.	PRECID	EQ	.	.	.	280.00000
24.	MNSAL	LL	0.09500	.	0.09500	-46.92035
25.	MNMIN	LL	0.20000	.	0.20000	-405.45959
26.	MNBINA	LL	0.19000	.	0.19000	-486.92035
27.	MXSILO	BS	1.99376	1.80624	3.80000	.
28.	MXFORR	UL	11.40000	.	11.40000	56.06957
29.	MXGRW	UL	3.00000	.	3.00000	30.87652
30.	MNCV	LL	19.00000	.	19.00000	-63.07965

PRESS <ENTER> TO CONTINUE*****
SECTION 2 - COLUMNS

NUMBER	.COLUMN.	AT	...ACTIVITY...	..INPUT COST..	.REDUCED COST.
1.	CEBADA	LL	.	-175.55000	-19.76941
2.	SAL	BS	0.09500	-110.00000	.
3.	SALVTRIG	BS	0.88982	-151.67999	.
4.	MELAZA	BS	0.95000	-113.97000	.
5.	MAIZ	BS	2.27518	-151.24001	.
6.	PGIRASOL	LL	.	-197.85001	-30.46105
7.	PSOYA	LL	.	-331.54999	-154.67218
8.	MIN	BS	0.20000	-707.60999	.
9.	BINA	BS	0.19000	-550.00000	.
10.	ALHENO	BS	5.27237	-126.58000	.
11.	SILOMAIZ	BS	1.99376	-90.00000	.
12.	BCERV	LL	.	-138.00000	-31.78790
13.	SL1	BS	13.63000	.	.
14.	SL2	BS	4.54000	.	.
15.	SL3	BS	2.27000	.	.

PRESS <ENTER> TO CONTINUE

CUADRO No. 10
(Continuación)

SECTION 2 - COLUMNS

NUMBER	.COLUMN.	AT	...ACTIVITY...	..INPUT COST..	.REDUCED COST.
16.	SL4	BS	2.27000	.	.
17.	SL5	BS	0.45400	.	.
18.	SL6	BS	0.45400	.	.
19.	SL7	BS	0.45400	.	.
20.	SL8	BS	0.45400	.	.
21.	SL9	BS	0.45400	.	.
22.	SL10	BS	0.45400	.	.
23.	SL11	BS	0.45400	.	.
24.	SL12	BS	0.45400	.	.
25.	SL13	BS	0.44576	.	.
26.	VENTLECH	BS	26.78776	280.00000	.
27.	RYEGRASS	BS	4.13387	-82.35000	.
28.	GRW	BS	3.00000	-150.00000	.

PRESS <ENTER> TO CONTINUE*****

CUADRO No. 11

RANCHO " LA COTERA "

SOLUCION OPTIMA

RACION COTERA T 2

LP PROBLEM FILE NAME: COTERAT2
 PROBLEM TYPE: MAX
 OPTIMAL SOLUTION REACHED IN 25 ITERATIONS

DATE: 01-01-1980
 ALGORITHM START TIME = 00:35:40
 ALGORITHM END TIME = 00:37:28

OBJECTIVE FUNCTION = 4560.96565

PRESS <ENTER> TO CONTINUE*****

SECTION 1 - ROWS

NO.	...ROW..	AT	...ACTIVITY...	SLACK ACTIVITY	..RHS VALUE...	.DUAL ACTIVITY
1.	ENE	LL	8.500000	.	8.500000	-43.53957
2.	PC	BS	0.66824	-0.05824	0.61000	.
3.	MXFC	BS	3.23811	1.17189	4.41000	.
4.	MNFC	BS	3.23811	-0.00811	3.23000	.
5.	MXCA	BS	0.12600	0.12600	0.25200	.
6.	MNCA	LL	0.12600	.	0.12600	-1272.79562
7.	MXP	BS	0.11000	0.05800	0.16800	.
8.	MNP	LL	0.11000	.	0.11000	-16292.20028
9.	MXCV	BS	19.10747	1.89253	21.00000	.
10.	PL1	UL	13.63000	.	13.63000	272.07580
11.	PL2	UL	4.54000	.	4.54000	261.71338
12.	PL3	UL	2.27000	.	2.27000	254.74705
13.	PL4	UL	2.27000	.	2.27000	245.95205
14.	PL5	UL	0.45400	.	0.45400	237.33122
15.	PL6	UL	0.45400	.	0.45400	232.97726

PRESS <ENTER> TO CONTINUE

CUADRO No. 11
(Continuación)

SECTION 1 - ROWS

NO. ...ROW..	AT	...ACTIVITY...	SLACK ACTIVITY	..RHS VALUE...	.DUAL ACTIVITY
16. PL7	UL	0.45400	.	0.45400	226.44633
17. PL8	UL	0.45400	.	0.45400	217.73841
18. PL9	UL	0.45400	.	0.45400	206.85352
19. PL10	UL	0.45400	.	0.45400	193.79165
20. PL11	UL	0.45400	.	0.45400	180.72978
21. PL12	UL	0.45400	.	0.45400	163.31394
22. PL13	UL	0.90900	.	0.90900	30.51825
23. PRECIO	EQ	.	.	.	280.00000
24. MXSILO	BS	2.47688	1.32312	3.80000	.
25. MXBCERV	UL	2.50000	.	2.50000	27.75907
26. MXFORR	BS	8.74780	2.65220	11.40000	.
27. MNCV	BS	19.10747	-0.10747	19.00000	.

PRESS <ENTER> TO CONTINUE*****

SECTION 2 - COLUMNS

NUMBER	.COLUMN.	AT	...ACTIVITY...	..INPUT COST..	.REDUCED COST.
1.	ALHENO	BS	3.77092	-126.58000	.
2.	SILOMAIZ	BS	2.47688	-90.00000	.
3.	BCERV	BS	2.50000	-138.00000	.
4.	SL1	BS	13.63000	.	.
5.	SL2	BS	4.54000	.	.
6.	SL3	BS	2.27000	.	.
7.	SL4	BS	2.27000	.	.
8.	SL5	BS	0.45400	.	.
9.	SL6	BS	0.45400	.	.
10.	SL7	BS	0.45400	.	.
11.	SL8	BS	0.45400	.	.
12.	SL9	BS	0.45400	.	.
13.	SL10	BS	0.45400	.	.
14.	SL11	BS	0.45400	.	.
15.	SL12	BS	0.45400	.	.

PRESS <ENTER> TO CONTINUE

CUADRO No. 11

(Continuación)

SECTION 2 - COLUMNS

NUMBER	.COLUMN.	AT	...ACTIVITY...	..INPUT COST..	.REDUCED COST.
16.	SL13	BS	0.90900	.	.
17.	VENTLECH	BS	27.25100	280.00000	.
18.	CONTRADO	BS	10.35967	-195.38001	.

PRESS <ENTER> TO CONTINUE*****

CUADRO No. 12

RANCHO " LA COTERA " SOLUCION OPTIMA RACION COTERA T2 RYE

LP PROBLEM FILE NAME: COT2RYE
 PROBLEM TYPE: MAX
 OPTIMAL SOLUTION REACHED IN 31 ITERATIONS

DATE: 01-01-1980
 ALGORITHM START TIME = 03:04:42
 ALGORITHM END TIME = 03:06:58

OBJECTIVE FUNCTION = 4823.12404

PRESS <ENTER> TO CONTINUE*****
 SECTION 1 - ROWS

NO.	...ROW..	AT	...ACTIVITY...	SLACK ACTIVITY	..RHS VALUE...	.DUAL ACTIVITY
1.	ENE	LL	8.50000	.	8.50000	-48.86562
2.	PC	BS	0.79807	-0.18807	0.61000	.
3.	MXFC	BS	3.23000	1.18000	4.41000	.
4.	MNFC	LL	3.23000	.	3.23000	-155.59079
5.	MXCA	BS	0.12000	0.13200	0.25200	.
6.	MNCA	LL	0.12000	.	0.12000	-1899.75890
7.	MXP	BS	0.10000	0.06800	0.16800	.
8.	MNP	LL	0.10000	.	0.10000	-12022.56415
9.	MXCV	BS	19.00000	2.00000	21.00000	.
10.	PL1	UL	13.63000	.	13.63000	271.10646
11.	PL2	UL	4.54000	.	4.54000	259.47644
12.	PL3	UL	2.27000	.	2.27000	251.65794
13.	PL4	UL	2.27000	.	2.27000	241.78709
14.	PL5	UL	0.45400	.	0.45400	232.11169
15.	PL6	UL	0.45400	.	0.45400	227.22513

PRESS <ENTER> TO CONTINUE

CUADRO No. 12
(Continuación)

SECTION 1 - ROWS

NO.	...ROW..	AT	...ACTIVITY...	SLACK ACTIVITY	..RHS VALUE...	.DUAL ACTIVITY
16.	PL7	UL	0.45400	.	0.45400	219.89529
17.	PL8	UL	0.45400	.	0.45400	210.12217
18.	PL9	UL	0.45400	.	0.45400	197.90576
19.	PL10	UL	0.45400	.	0.45400	183.24607
20.	PL11	UL	0.45400	.	0.45400	168.38639
21.	PL12	UL	0.45400	.	0.45400	149.04014
22.	PL13	BS	0.47157	0.43743	0.90900	.
23.	PRECIO	EQ	.	.	.	280.00000
24.	MXSILO	BS	1.40343	2.39657	3.80000	.
25.	MXBCERV	BS	2.48385	0.01615	2.50000	.
26.	MXFORR	UL	11.40000	.	11.40000	48.53600
27.	MNCV	LL	19.00000	.	19.00000	-5.07259

PRESS <ENTER> TO CONTINUE*****

SECTION 2 - COLUMNS

NUMBER	.COLUMN.	AT	...ACTIVITY...	..INPUT COST..	.REDUCED COST.
1.	ALHENO	BS	2.53300	-126.58000	.
2.	SILOMAIZ	BS	1.40343	-90.00000	.
3.	BCERV	BS	2.48385	-138.00000	.
4.	SL1	BS	13.63000	.	.
5.	SL2	BS	4.54000	.	.
6.	SL3	BS	2.27000	.	.
7.	SL4	BS	2.27000	.	.
8.	SL5	BS	0.45400	.	.
9.	SL6	BS	0.45400	.	.
10.	SL7	BS	0.45400	.	.
11.	SL8	BS	0.45400	.	.
12.	SL9	BS	0.45400	.	.
13.	SL10	BS	0.45400	.	.
14.	SL11	BS	0.45400	.	.
15.	SL12	BS	0.45400	.	.

PRESS <ENTER> TO CONTINUE

CUADRO No. 12
(Continuación)

SECTION 2 - COLUMNS

NUMBER	.COLUMN.	AT	...ACTIVITY...	..INPUT COST..	:REDUCED COST.
16.	SL13	BS	0.47157	.	.
17.	VENTLECH	BS	26.81357	280.00000	.
18.	CONTRADO	BS	7.60000	-195.38001	.
19.	RYEGRASS	BS	4.97972	-82.35000	.

PRESS <ENTER> TO CONTINUE*****

CUADRO No. 13

RANCHO " LA COTERA " SOLUCION OPTIMA RACION COTERA T2 B

LP PROBLEM FILE NAME: COT T2 B
 PROBLEM TYPE: MAX
 OPTIMAL SOLUTION REACHED IN 29 ITERATIONS

DATE: 01-01-1980
 ALGORITHM START TIME = 01:19:19
 ALGORITHM END TIME = 01:21:27

OBJECTIVE FUNCTION = 4867.50379

PRESS <ENTER> TO CONTINUE*****

SECTION 1 - ROWS

NO.	...ROW..	AT	...ACTIVITY...	SLACK ACTIVITY	..RHS VALUE...	.DUAL ACTIVITY
1.	ENE	LL	8.50000	.	8.50000	-43.43808
2.	PC	LL	0.61000	.	0.61000	-316.05479
3.	MXFC	BS	3.64521	0.76479	4.41000	.
4.	MNFC	BS	3.64521	-0.41521	3.23000	.
5.	MXCA	BS	0.16940	0.08260	0.25200	.
6.	MNCA	BS	0.16940	-0.04340	0.12600	.
7.	MXP	BS	0.10255	0.06545	0.16800	.
8.	MNP	BS	0.10255	-0.00255	0.10000	.
9.	MXCV	BS	19.60000	0.40000	20.00000	.
10.	PL1	UL	13.63000	.	13.63000	245.22961
11.	PL2	UL	4.54000	.	4.54000	233.31107
12.	PL3	UL	2.27000	.	2.27000	224.78071
13.	PL4	UL	2.27000	.	2.27000	215.00621
14.	PL5	UL	0.45400	.	0.45400	206.33089
15.	PL6	UL	0.45400	.	0.45400	201.98700

PRESS <ENTER> TO CONTINUE

CUADRO No. 13
(Continuación)

SECTION 1 - ROWS

NO.	...ROW..	AT	...ACTIVITY...	SLACK ACTIVITY	..RHS VALUE...	.DUAL ACTIVITY
16.	PL7	UL	0.45400	.	0.45400	195.47137
17.	PL8	UL	0.45400	.	0.45400	186.78375
18.	PL9	UL	0.45400	.	0.45400	175.92423
19.	PL10	UL	0.45400	.	0.45400	162.89281
20.	PL11	UL	0.45400	.	0.45400	149.86138
21.	PL12	UL	0.45400	.	0.45400	132.48615
22.	PL13	BS	0.90762	0.00138	0.90900	.
23.	PRECIO	EQ	.	.	.	280.00000
24.	MXSILO	BS	4.27718	0.02282	4.30000	.
25.	MXBCERV	UL	1.34700	.	1.34700	8.70397
26.	MXFORR	UL	11.76000	.	11.76000	35.86320
27.	MNCV	LL	19.60000	.	19.60000	-53.42763

PRESS <ENTER> TO CONTINUE*****

SECTION 2 - COLUMNS

NUMBER	.COLUMN.	AT	...ACTIVITY...	..INPUT COST..	.REDUCED COST.
1.	ALHENO	BS	6.13582	-126.58000	.
2.	SILOMAIZ	BS	4.27718	-90.00000	.
3.	BCERV	BS	1.34700	-138.00000	.
4.	SL1	BS	13.63000	.	.
5.	SL2	BS	4.54000	.	.
6.	SL3	BS	2.27000	.	.
7.	SL4	BS	2.27000	.	.
8.	SL5	BS	0.45400	.	.
9.	SL6	BS	0.45400	.	.
10.	SL7	BS	0.45400	.	.
11.	SL8	BS	0.45400	.	.
12.	SL9	BS	0.45400	.	.
13.	SL10	BS	0.45400	.	.
14.	SL11	BS	0.45400	.	.
15.	SL12	BS	0.45400	.	.

PRESS <ENTER> TO CONTINUE

CUADRO No. 13
(Continuación)

SECTION 2 - COLUMNS

NUMBER	. COLUMN.	AT	...ACTIVITY...	..INPUT COST..	.REDUCED COST.
16.	SL13	BS	0.90762	.	.
17.	VENTLECH	BS	27.24962	280.00000	.
18.	CONTRADO	BS	7.84000	-180.47000	.

PRESS <ENTER> TO CONTINUE*****

CUADRO No. 14

RANCHO " LA COTERA " SOLUCION OPTIMA RACION T2 B - RYE

LP PROBLEM FILE NAME: COT2BRYE
 PROBLEM TYPE: MAX
 OPTIMAL SOLUTION REACHED IN 29 ITERATIONS

DATE: 01-01-1980
 ALGORITHM START TIME = 01:47:39
 ALGORITHM END TIME = 01:49:57

OBJECTIVE FUNCTION = 4970.58474

PRESS <ENTER> TO CONTINUE*****

SECTION 1 - ROWS

NO.	...ROW..	AT	...ACTIVITY...	SLACK ACTIVITY	..RHS VALUE...	.DUAL ACTIVITY
1.	ENE	LL	8.50000	.	8.50000	-41.39525
2.	PC	LL	0.61000	.	0.61000	-435.01240
3.	MXFC	BS	3.30000	1.11000	4.41000	.
4.	MNFC	LL	3.30000	.	3.30000	-433.58725
5.	MXCA	BS	0.12000	0.13200	0.25200	.
6.	MNCA	LL	0.12000	.	0.12000	-176.77953
7.	MP	BS	0.10617	0.06183	0.16800	.
8.	MNP	BS	0.10617	-0.00617	0.10000	.
9.	MXCV	BS	19.79545	1.20455	21.00000	.
10.	PL1	UL	13.63000	.	13.63000	235.49001
11.	PL2	UL	4.54000	.	4.54000	223.46288
12.	PL3	UL	2.27000	.	2.27000	214.66450
13.	PL4	UL	2.27000	.	2.27000	206.30274
14.	PL5	UL	0.45400	.	0.45400	196.62744
15.	PL6	UL	0.45400	.	0.45400	192.48791

PRESS <ENTER> TO CONTINUE*

CUADRO No. 14
(Continuación)

SECTION 1 - ROWS

NO.	...ROW..	AT	...ACTIVITY...	SLACK ACTIVITY	..RHS VALUE...	.DUAL ACTIVITY
16.	PL7	UL	0.45400	.	0.45400	186.27862
17.	PL8	UL	0.45400	.	0.45400	177.99958
18.	PL9	UL	0.45400	.	0.45400	167.65076
19.	PL10	UL	0.45400	.	0.45400	155.23219
20.	PL11	UL	0.45400	.	0.45400	142.81361
21.	PL12	UL	0.45400	.	0.45400	126.25551
22.	PL13	BS	0.68148	0.22752	0.90900	.
23.	PRECIO	EQ	.	.	.	280.00000
24.	MXSILO	BS	3.40445	0.39555	3.80000	.
25.	MXBCERV	BS	0.50000	2.00000	2.50000	.
26.	NXFORR	UL	11.50000	.	11.50000	108.99306
27.	MNCV	BS	19.79545	-0.79545	19.00000	.
28.	MNBCERV	LL	0.50000	.	0.50000	-8.39975

PRESS <ENTER> TO CONTINUE*****

SECTION 2 - COLUMNS

NUMBER	.COLUMN.	AT	...ACTIVITY...	..INPUT COST..	.REDUCED COST.
1.	ALHEND	BS	2.21607	-126.58000	.
2.	SILOMAIZ	BS	3.40445	-90.00000	.
3.	BCERV	BS	0.50000	-138.00000	.
4.	SL1	BS	13.63000	.	.
5.	SL2	BS	4.54000	.	.
6.	SL3	BS	2.27000	.	.
7.	SL4	BS	2.27000	.	.
8.	SL5	BS	0.45400	.	.
9.	SL6	BS	0.45400	.	.
10.	SL7	BS	0.45400	.	.
11.	SL8	BS	0.45400	.	.
12.	SL9	BS	0.45400	.	.
13.	SL10	BS	0.45400	.	.
14.	SL11	BS	0.45400	.	.
15.	SL12	BS	0.45400	.	.

PRESS <ENTER> TO CONTINUE

CUADRO No. 14
(Continuación)

SECTION 2 - COLUMNS

NUMBER	.COLUMN.	AT	...ACTIVITY...	..INPUT COST..	.REDUCED COST.
16.	SL13	BS	0.68148	.	.
17.	VENTLECH	BS	27.02348	280.00000	.
18.	CONTRADO	BS	8.29545	-180.47000	.
19.	RYEGRASS	BS	5.37947	-82.35000	.

PRESS <ENTER> TO CONTINUE*****

CUADRO No. 15 RESUMEN COMPARATIVO DEL COSTO DE RACIONES OPTIMAS OBTENIDAS CON EL MODELO DE PROGRAMA---
CION LINEAL VERSUS COSTO DE RACIONES ACTUALES.

No. de Ración	Nombre de la Ración Optima	Características	Costo Kg M.S. Ración Optima	Costo Kg M.S. Ración Actual	% Reducción del Costo
1.	Cupido T	Integral	\$ 111.005	\$ 141.82	21.72
2.	Cupido T 2	Concentrado Actual + Forrajes	\$ 140.610	\$ 141.82	0.85
3.	Cotera T	Integral sin -- Rye Grass	\$ 138.250	\$ 141.09 (B) \$ 154.86 (A)	2.00 10.72
4.	Cotera T - Rye	Integral con -- Rye Grass	\$ 130.580	\$ 137.60 (B) \$ 154.86 (A)	5.10 15.67
5.	Cotera T 2	Concentrado Actual A sin Rye	\$ 149.818	\$ 154.86	3.26
6.	Cotera T 2 - Rye	Concentrado Actual A con Rye	\$ 141.298	\$ 152.67	7.45
7.	Cotera T 2 B	Concentrado Actual B sin Rye	\$ 140.930	\$ 141.09	0.11
8.	Cotera T 2 B - Rye	Concentrado Actual B con Rye	\$ 131.140	\$ 137.60	4.69

CUADRO No. 16 RESULTADOS DE NIVELES OPTIMOS DE PRODUCCION PARA CADA RACION OPTIMA OBTENIDA CON EL MODELO DE PROGRAMACION LINEAL EMPLEADO.

No. de Ración	Nombre de la Ración Optima	Características	Costo Kg M.S. de la Ración Optima	Nivel Optimo de Producción (Kg leche).	Máxima Utilidad Aparente/Vaca/Día. 1
1.	Cupido T	Integral	\$ 111.005	26.732	\$ 5,376.12
2.	Cupido T 2	Concentrado Actual + forrajes	\$ 140.610	27.251	\$ 4,817.97
3.	Cotera T	Integral	\$ 138.250	27.034	\$ 4,942.69
4.	Cotera T - Rye	Integral + Rye Grass	\$ 130.580	26.787	\$ 5,019.52
5.	Cotera T 2	Concentrado Actual A sin Rye	\$ 149.818	27.213	\$ 4,694.56
6.	Cotera T 2 - Rye	Concentrado Actual A con Rye	\$ 141.298	26.813	\$ 4,823.12
7.	Cotera T 2 B	Concentrado Actual B sin Rye	\$ 140.93	27.249	\$ 4,867.50
8.	Cotera T 2 B - Rye	Concentrado Actual B con Rye	\$ 131.14	27.023	\$ 4,970.58

1/. La utilidad aparente, se definió como la diferencia entre el ingreso total por la venta de leche y el costo del alimento.

VIII. LITERATURA CITADA

- 1.- ASOCIACION HOLSTEIN - FRIESIAN DE MEXICO, A.C. Datos sin publicar.
- 2.- BANCO DE MEXICO. Informe Anual 1984. México, D.F. 1985.
- 3.- BATH, D.L. and BENNETT, F.L.: Development of a Dairy Feeding -- Model for Maximizing Income Above Feed Cost with Access by Remote Computer Terminals. J. Dairy Sci. 63:1379 - 1389 (1980).
- 4.- BATH, D.L., BISHOP, S.E. HUTTON, G.A., OLIVER, J.C., and DEAN - G.W.: Computer - Formulated least - cost concentrate mixes for Dairy cows. J. Dairy Sci. 51:1616 (1968).
- 5.- BATH, D.L.: Maximum - Profit Rations: A look at the results of the California System. J. Dairy Sci. 58:226 (1975).
- 6.- BENEKE, R. and WINTERBOER, R.: Linear Programming Applications to Agriculture. The Iowa State University Press, Iowa, U.S.A.-- 1973.
- 7.- BLACK, J.R., and HUJBIK, J.: Symposium: Computer Programs for - Dairy Cattle Feeding and Management - Past, Present and Future. J. Dairy Sci. 63:1366 - 1378 (1980).
- 8.- BLAXTER, K.L.: The Energy Metabolism of Ruminants. C.C. Thomas, Springfield, Il. U.S.A. 1962.
- 9.- BOOCK, R.H. y HOLSTEIN, W.K.: Planeación y Control de la Producción. Limusa S.A. México, D.F., 1980.
- 10.- BROSTER, W.H., SWAN, H.: Estrategia de Alimentación para Vacas Lecheras de Alta Producción. Ed. A.G.T.S.A., México, D.F., 1983
- 11.- BURTON, C.H.: Summary: Costs and Returns of Milk Production. -- Triennial Southeastern Extension Dairy Specialists Workshop. -- Lexington, K.Y., 1978.
- 12.- CHAVEZ, F.L.: Programación de la Agricultura en un Contexto Estocástico: Un caso de Estudio en la zona agrícola de Nayarit, - Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Posgraduados, Chapin- go, México., 1975.
- 13.- DE ALBA, J.: La Alimentación del Ganado en América Latina. Ed.- Fournier, S.A. México, D.F., 1973.

- 14.- DEAN, G.W., BATH, D.L. and OLAYIDE, S.O.: Computer Program for maximizing income above feed costs. J. Dairy Sci. 52:1008 ---- (1969).
- 15.- DEAN, G.W., CARTER, H.O., WAGSTAFF, H.R., OLAYIDE, S.O., RONNING, M. and BATH, D.L.: Production functions and linear programming models for dairy cattle feeding. Giannini Found. Monogr. No. 31, Calif. Agric. Exp. Sta., 1972.
- 16.- DIRECCION GENERAL DE PLANEACION AGRICOLA.: Plan de Desarrollo Agropecuario y Forestal: 1982 - 88. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. México, D.F., 1982.
- 17.- DIVISION OF AGRICULTURAL SCIENCES.: Feeding Dairy Cattle. University of California. P.b 4064, 1977.
- 18.- ENRIQUEZ, Z.A.: El Mercadeo de la Leche en México y Países Desarrollados. Curso de actualización en mercadeo agropecuario - (Memorias).: 151 - 153. Fac. de Med. Vet. y Zoot. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F., 1982.
- 19.- ESPINOZA, B.H.M.: Programación Lineal, Aplicaciones a la Economía. 263. Ed. Pax, México, D.F., 1982.
- 20.- F.A.O.: Cuarta Encuesta Alimentaria Mundial. FAO/Organización Mundial de la Salud. Roma, Italia. 1977.
- 21.- F.A.O.: Necesidades de Energía y Proteína. FAO/Organización Mundial de la Salud. Roma, Italia. 1973.
- 22.- FUENTE, E.G. DE LA.: Comercialización de la Leche y sus Derivados en México. Curso de actualización en mercadeo agropecuario (Memorias).: 108 - 111. Fac. de Med. Vet. y Zoot. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., 1982.
- 23.- FUENTE, P.E.: Planeación de las actividades agrícolas con Programación Lineal para un Rancho Agropecuario en Nuevo León. -- Tesis de Licenciatura. Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey. Monterrey, N.L. 1982.
- 24.- GARCIA, A.A.O.: Programación Lineal Aplicada a la Evaluación de Proyectos. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Posgraduados. Chapingo, México., 1979.
- 25.- GEYMONAT, F.O.: Estudio de Algunos Aspectos de las Explotaciones Lecheras en la Comarca Lagunera. Dirección General de Extensión Agrícola. S.A.G. Chapingo, México., 1973.

- 26.- GOMEZ, G.L.H.: Minimización de costos en raciones para Gana--do Lechero en explotaciones ganaderas de cuatro municipios --del Estado de México. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Posgraduados. Chapingo, México., 1975.
- 27.- HEADY, E.D. and CANDLER, W.: Linear Programming Methods. The Iowa State University Press. Ames. Iowa. U.S.A., 1969.
- 28.- HEADY, E.O., JACOBSON, N.L., MADDEN, J.P., and FREEMAN, A.E.: Milk Production Functions in Relation to Feed Inputs, Cow Cha--racteristics and Enviromental Conditions. Iowa State Agric. - Sta. Res. Bull. 529., 1964.
- 29.- HERRERA, R.O.: Un Modelo de cultivos para asignar optimamente recursos F.I.R.A. en la Comarca Lagunera. Tesis de Maestría - en Ciencias. Colegio de Posgraduados. Chapingo, México., ---- 1977.
- 30.- HOLSTEIN LATINOAMERICANO: La Ganadería Lechera en México. --- B.N. Editores S.A. 1:1:13 - 17. (1987).
- 31.- HOWARD, W.T., ALBRIGHT, J.L., CUNNINGHAM, M.D., HARRINGTON, - R.B., NOLLER, C.H. and TAYLOR, R.W.: Least - Cost complete ra--tions for dairy cows. J. Dairy Sci. 51:595. (1978).
- 32.- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA, GEOGRAFIA E INFORMATICA.: Anuario Estadístico de los Estados Unidos Mexicanos. S.P.P.-- México, D.F., 1986.
- 33.- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA, GEOGRAFIA E INFROMATICA.: El Sector Alimentario en México. S.P.P. México, D.F., 1987.
- 34.- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA, GEOGRAFIA E INFROMATICA.: Síntesis Geográfica del Estado de México. S.P.P. México, D.F. 1984.
- 35.- JOHANNSEN, M.L.: Editorial, México Holstein. B.N. Editores S. A. México, D.F., Vol. 17: 6 - 7, (1986).
- 36.- JONES, G.M., CHANDLER, P.T., MURLEY, W.R., BROWN, C.A. and -- WALKER, H.W.: Implementation of a Regional Ration Formulation Program for the Southeastern States. J. Dairy Sci. 63: 856 - 864 (1980).
- 37.- KOLMAN, B. and BECK, R.: Elementary Linear Programming With -- applications. Academic Press. New York. U.S.A., 1980.

- 38.- LEFTWICH, R.H.: Microeconomía. Ed. Interamericana, S.A. México, D.F., 1972.
- 39.- MARTINEZ, M.E.: El análisis foliar de Nitrógeno y Fósforo en maíz de temporal como método para diagnosticar el estado nutricional y sus correlaciones con el rendimiento. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Posgraduados. Chapingo, México. 1974.
- 40.- MOLINA, R.J.A.: Análisis Económico de cinco Ranchos Lecheros en el área metropolitana de Monterrey. Tesis de Licenciatura. Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey. -- Monterrey, N.L., 1980.
- 41.- MUÑOZ, B.R.: La Programación Lineal aplicada a la Formulación de Raciones para Ganado. Tesis de Licenciatura. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, México. 1968.
- 42.- NATIONAL RESEARCH COUNCIL.: Nutrient requirements of dairy cattle. 5th. ed. Nat. Acad. Sci., Washington, D.C., U.S.A. --- 1978.
- 43.- OSTERGAARD, V.: Estrategia Optima de Alimentación durante la Lactancia. A.G.T. Editor S.A. México, D.F. 126 - 143. 1983.
- 44.- PAPPAS, J.L. y BRIGHAM, F.E.: Fundamentos de Economía y Administración. Ed. Interamericana S.A., México, D.F., 1984.
- 45.- PEÑA, O.B.V.: Evaluación del levantamiento fisiográfico de la región Sur - Oriental del Valle de México cuando se usa como base para desarrollar recomendaciones de productividad. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Posgraduados. Chapingo, - México., 1973.
- 46.- RIOS, O.A.: Principales Factores que inciden en la Comercialización de la Leche. Tesis de Licenciatura. Fac. de Med. Vet. y Zoot. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 1983.
- 47.- SANCHEZ, B.F.: Planeación de Actividades agrícolas con Programación Lineal, Usando pronósticos de precios para una empresa agrícola en Guasave, Sinaloa. Tesis de Licenciatura. Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey. Monterrey N.L., 1985.
- 48.- SANCHEZ, D.A.: Tecnificación de la Ganadería Mexicana. Limusa S.A. México, D.F., 1984.

- 49.- SCOTT, J.T. y HOFFMAN, R.A.: Modelos de Minimización de Costos. Centro de Economía Agrícola. Colegio de Posgraduados. -- Chapingo, México., 1970.
- 50.- SHIMADA, A.S.: Fundamentos de Nutrición Animal Comparativa. - 2ª Ed. Consultores en Producción Animal S.C. México, D.F., -- 1984.
- 51.- SILOS, A.J.S.: Los Costos de Producción de Leche en la Comarca Lagunera. Técnica en Agricultura y Ganadería. México. Tomo III. No. 27 (1971).
- 52.- ST. PIERRE, N.R. and HARVEY, W.R.: Incorporation of Uncertainty in Composition of Feeds into Least. Cost Ration Models. 1.- Single - Chance Constrained Programming. J. Dairy Sci. 69: -- 3051 - 3062 (1986).
- 53.- TORRES, B.J.: Correlación y calibración de diferentes métodos de análisis químicos para fósforo asimilable, en los suelos - de influencia de Chapingo, Méx. Tesis de Maestría en Ciencias Colegio de Posgraduados. Chapingo, México., 1972.
- 54.- TOVAR, H.S.: Uso óptimo de los recursos productivos en el sector de la pequeña propiedad de Anáhuac, N.L. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Posgraduados. Chapingo, México., 1974.
- 55.- TRUJILLO, F.V.: Métodos matemáticos en la nutrición animal. - 2ª Ed. Mc Graw - Hill. México, D.F., 1987.
- 56.- VILLAREAL, O.R.: Formulación de raciones alimenticias de costo mínimo para Ganado Lechero por Programación Lineal. Tesis de Licenciatura. Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey. Monterrey, N.L., 1976.
- 57.- WESTERN REGIONAL EXTENTION.: By - Products and Unusual Feedstuffs in Livestock rations. WREP No. 30, University of California. 1980.