

01670

2es.

2.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO

MAXIMIZACION DEL INGRESO SOBRE EL
COSTO DEL ALIMENTO EN UN ESTABLO DE
MEXICALI, BAJA CALIFORNIA

T E S I S

PARA OBTENER EL GRADO DE:
MAESTRO EN PRODUCCION ANIMAL
P R E S E N T A I
EDUARDO SANCHEZ LOPEZ

ASESCRES:

M.V.Z. FRANCISCO ALONSO PESADO
M.V.Z. ALBERTO REYES GOMEZ LLATA

TESIS CON
FALDA DE ORO

NOVIEMBRE DE 1989



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.

**"MAXIMIZACION DEL INGRESO SOBRE EL COSTO DEL ALIMENTO
EN UN ESTABLO DE MEXICALI, BAJA CALIFORNIA"**

Tesis 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

Eduardo Sánchez López

Asesores:

M.V.Z. Francisco Alonso Pesado

M.V.Z. Alberto Reyes Gómez Llata

Noviembre de 1989.

LISTA DE CONTENIDO

	Página
REVISION BIBLIOGRAFICA.....	1
JUSTIFICACION.....	6
HIPOTESIS.....	6
OBJETIVO DEL TRABAJO.....	6
LA PROGRAMACION LINEAL Y SU APLICACION.....	7
EN LA ALIMENTACION ANIMAL	
CARACTERISTICAS DEL MODELO DESARROLLADO.....	9
MATERIAL Y METODO.....	12
RESULTADOS.....	17
DISCUSION.....	20
CONCLUSIONES.....	21
APENDICE.....	23
CUADROS.....	24
LITERATURA CITADA.....	53

LISTA DE CUADROS

CUADRO	PAGINA
Matriz de producción de 6,350 Kg/lactancia (FINAL).	24
Estimaciones de la pendiente entre puntos intermedios de las curvas que aproximan la respuesta de la producción de leche al suministro de ENE (Mcal/día) y PC (Kg) para vacas con peso promedio de 635 kilogramos niveles de producción por lactancia de 6,350 y 9,500 Kg.	25
Significado de las abreviaturas del modelo desarrollado.	26
Producción, precio y disponibilidad de insumos considerados.	29
Resultado del análisis computacional de la matriz de producción de 6,350 Kg/lactancia (FINAL).	30
Significado de las abreviaturas y encabezados presentados en los resultados del análisis computacional de la matriz de producción de 6,350 Kg/lactancia.	39
Composición de las raciones obtenidas para niveles de producción de 6,350 Kg y 9,500 Kg por lactancia.	41
Composición de las dietas; costo de la alimentación en los diferentes periodos y costo total para lactancias equivalentes a 6,350 Kg.	42
Composición de las dietas, costo de la alimentación en los diferentes periodos y costo total para lactancias equivalentes a 9,500 Kg.	44
Rango de precios en que se mantendrían inalteradas las composiciones de las raciones óptimas para vacas con un nivel de producción equivalente a 6,350 Kg por lactancia.	46
Rango de precios en que se mantendrían inalteradas las composiciones de las raciones óptimas para vacas con nivel de producción equivalente a 9,500 Kg por lactancia.	47
Precio actual y precio requerido para la inclusión de insumos no utilizados en la dieta para vacas con producción de 6,350 Kg y 9,500 Kg/lactancia.	48

Continuación lista de cuadros

CUADRO

PAGINA

Comparación entre el aporte y el requerimiento nutricional para vacas con lactancia de 6,350 Kg.

49

Comparación entre el aporte y el requerimiento nutricional para vacas con lactancia de 9,500 Kg.

50

Rango en que se mantiene vigente el premio o castigo aplicable al relajar las restricciones en una unidad (raciones para vacas con niveles de producción de 6,350 Kg).

51

Rango en que se mantiene vigente el premio o castigo aplicable al relajar las restricciones en una unidad (raciones para vacas con niveles de producción de 9,500 Kg).

52

RESUMEN

SANCHEZ LOPEZ, EDUARDO. Maximización del Ingreso sobre el Costo del Alimento en un Establo Lechero de Mexicali, Baja California (asesorada por: MVZ Francisco Alonso Pesado y MVZ Alberto Reyes Gómez Llata).

Se identificaron los insumos alimenticios producidos en la región que son susceptibles a ser empleados en la alimentación de bovinos productores de leche y fueron utilizados, para el establecimiento de tres raciones óptimas de uso cuatrimestral, para modelos de producción de 6,350 y 9,500 Kg de leche por lactancia; y uno para vacas secas para utilizarla durante 65 días, lo anterior aplicando la técnica de programación lineal. Fue posible encontrar el número de Kg de leche/día/vaca que representó el óptimo económico en ambos modelos, así como también demostrar que raciones elaboradas con los ingredientes que son utilizados en la empresa estudiada y con dietas obtenidas para el modelo de 6,350 Kg/lactancia presentaban un costo menor; además se estableció: El rango de precio en el que se mantendrían inalteradas las raciones óptimas; el precio a que deben bajar los insumos no utilizados para permitir su inclusión en las dietas; el rango en que se mantiene vigente el premio o el castigo en el valor de la función objetivo al relajar las restricciones en una unidad.

REVISION BIBLIOGRAFICA

La situación de la producción lechera del país ha mostrado un deterioro constante desde el año de 1983, a partir del cual se han observado crecimientos menores a los de la población humana, llegándose a presentar situaciones tan graves como la del año de 1988; en donde se observó una disminución de la producción del 6.3% con respecto a 1987. (2)

Lo antes expuesto trae como consecuencia una serie de trastornos que incluyen: La disminución de fuentes de trabajo en el campo y en la ciudad; el aumento de la desnutrición infantil al no alcanzarse el consumo de 500 ml/Hab/día recomendado por la FAO (6) y la presencia de una fuerte especulación en el precio, lo que provocó que en los primeros tres meses de 1989 el precio de la leche se incrementara en un 36.9% violando el precio oficial.

Para reducir parcialmente los efectos negativos causados sobre la población por las situaciones anteriores, el gobierno ha recurrido a las importaciones masivas de leche en polvo, las que durante 1988 superaron las 135,000 toneladas, lo cual cubrió el 30% del consumo nacional; convirtiendo a México en el principal importador a nivel mundial. (2,6)

Las medidas que ha adoptado el Gobierno Federal para tratar de aminorar las consecuencias sobre el consumidor, presentan el gran inconveniente de que empeoran la situación macroeconómica de la nación, puesto que incrementan el endeudamiento del país; lo cual repercute en la balanza comercial ya que las

importaciones totales del sector público aumentaron en 27.7% durante 1988 con respecto a 1987; mientras que las exportaciones globales se mantuvieron al mismo nivel que el año anterior (2). Sin embargo es necesario hacer notar, que con respecto al balance de exportaciones agropecuarias durante el mismo periodo, se tuvo un incremento del 8.3% y 17.3% para los sectores público y privado respectivamente (2), sin que ésto signifique que la producción agropecuaria se encuentra en óptimas condiciones.

La importación de artículos de consumo final - en donde es ta incluida la leche - representó en total 1,921 millones de dólares; cifra que representa un aumento del 150% en relación a 1987 (2). De acuerdo a datos del primer trimestre de 1989 continua esa tendencia; puesto que el valor total de las importaciones de bienes de consumo se vió incrementado en 954.8% con respecto al mismo periodo de 1988. (1)

La cuenca lechera formada por los municipios de Mexicali y Tijuana ocupa el décimo lugar de producción a nivel nacional; con un total para 1988 de 211,818,540 litros (15), contando con una población de 42,325 vacas en producción; lo cual constituye aproximadamente el 3% del total de vacas especializadas en la producción de leche del país. (6,15)

Refiriendose específicamente al valle de Mexicali, el número de vientres es de 25,037; lo que representa el 59% de la población regional*.

La existencia de la cuenca lechera Mexicali-Tijuana se debe a diversos factores, entre los que se encuentran: La deman-

* Información proporcionada por la Delegación Estatal S.A.R.H.

da creciente de productos lácteos en el estado; el hecho de que por ser un área fronteriza con régimen de zona libre se facilita la importación y aplicación de tecnología de primer orden en la producción de leche; lo alejado que se encuentra de otras cuencas importantes resultando muy caro el transporte de lácteos con el objeto de invadir el mercado y el de mayor importancia, que es la disponibilidad de alimento para el ganado lechero durante todo el año, debido a las condiciones climáticas y al hecho de que el valle de Mexicali forma parte del distrito de desarrollo rural N° 002 de la S.A.R.H.; lo que permite la siembra de una extensión de terreno suficiente para cubrir la demanda de forrajes por parte de los productores de leche, a un costo inferior al de otras zonas del país.

Durante 1988 de un total de 207.000 Has. que forman el distrito de desarrollo rural N° 002, 55,025 fueron destinadas a la producción de alimentos para consumo animal, siendo la distribución como sigue: 19,500 Has. de alfalfa, 14,000 de Rye grass, 6,433 de sorgo forrajero, 6,446 de sorgo de grano y 8,646 de cebada*. Sin embargo es necesario hacer notar la existencia de una importante extensión de terreno sembrado de hortalizas, trigo, vid y otros productos agrícolas cuyos esquilmos son susceptibles de uso en la alimentación animal.(13)

De acuerdo a datos proporcionados por la Delegación Estatal de la S.A.R.H., aproximadamente el 60% de las vacas del es

* Información proporcionada por la Delegación Estatal S.A.R.H.

tado se encuentran dentro del régimen de lechería especializada. A nivel nacional este tipo de producción presenta las siguientes características: Un hato promedio de 230 vientres con un rango de 100 a 3000 vientres y lactancias mayores a 5000 litros/vaca/año; contribuyendo con el 25% de la producción nacional y con mas del 80% de la leche pasteurizada que es consumida en las principales zonas metropolitanas del país (6). Es necesario tomar en cuenta, que la lechería especializada propicia la creación de agroindustrias para procesar el producto; las cuales en 1985 sumaban un total de 2,799 (6); propiciando por lo tanto, la disminución del índice de desempleo en las zonas donde están ubicadas; sin embargo el hecho que durante el primer trimestre de 1989 se haya presentado una reducción del 2.1% en la actividad productiva ganadera con respecto al mismo periodo del año anterior, sugiere la posibilidad que el número de personal en esta área, se vea disminuido o no tenga crecimiento. (1)

Algunos cálculos recientes estiman que el concepto alimentación, representa alrededor del 64.5% del costo de producción de un litro de leche (6); lo que determina que sean dirigidos hacia este rubro, los principales esfuerzos para lograr la reducción de los costos totales de producción.

En el caso particular del valle de Mexicali, resulta cada vez mas necesario el disenar nuevas estrategias de manejo del suelo y agua, lo que afecta los patrones de cultivos, en virtud de la creciente reducción en la disponibilidad de agua para uso agrícola; ya que la misma se requiere cada vez en ma-

por cuantía, para satisfacer la demanda de la misma para uso domiciliario e industrial, en particular para el área de Tijuana. Esto repercutirá a corto plazo en mayores restricciones para los cultivos que demandan grandes volúmenes de agua -como es el caso de la alfalfa- por lo que resulta apremiante, el identificar e implementar sistemas de alimentación para vacas lecheras, que dependan menos de cultivos como la alfalfa y consideren una mayor utilización de esquilmos agrícolas y subproductos agroindustriales.

Dentro de las técnicas matemáticas de optimización, el método de programación lineal fue seleccionado para alcanzar los objetivos del presente trabajo, puesto que su uso en la alimentación animal, permite obtener la información sobre la combinación de ingredientes de las raciones obtenidas y el correspondiente nivel de producción láctea, con el cual se logra alcanzar el máximo ingreso sobre el costo del alimento; lo anterior empleando alimentos tradicionales disponibles en la zona como lo son la alfalfa y el rye grass y otros de uso menos común como la zanahoria, semilla y casquillo de algodón, calabacita, espárrago y orujo de vid.

Además dado que gran parte del alimento consumido en el municipio de Tijuana viene del valle de Mexicali, es posible que la evaluación económica realizada en establos de este último sitio, proporcione una buena idea de lo que puede suceder en Tijuana.

JUSTIFICACION

El productor de leche debe conocer los métodos y técnicas de optimización física y económica que están disponibles, con el objeto de aplicarlos a su empresa y lograr las metas económicas por el establecidas..

HIPOTESIS

Se espera obtener el máximo ingreso sobre el costo del alimento utilizando insumos propios de la región y mediante la aplicación de la técnica de programación lineal.

OBJETIVOS DEL TRABAJO

1. Identificar los insumos que tradicionalmente no son empleados en la alimentación de las vacas lecheras, pero que dadas sus bondades nutricias, su abundancia en la zona y su relativo bajo costo, son susceptibles de ser incluidos en las raciones de vacas productoras de leche.
2. Determinar tres raciones óptimas y su respectiva diferencia de ingreso bruto-costo del alimento, que pueden ser usadas a lo largo de la lactancia y una para vacas en periodo seco; utilizando para su elaboración, los ingredientes que estan disponibles en la zona a lo largo del año. Esto se estableció para vacas capaces de alcanzar producciones de 6,350 y 9,500 Kg por lactancia; que corresponden a niveles representativos de la zona.

3. Establecer para cada uno de los niveles de producción, el número de kilogramos por lactancia que representan el óptimo económico, (ingreso bruto - costo del alimento).
4. Evaluar la ración que en el momento de estudio es utilizada por la empresa analizada, comparándola a lo largo de un año -en sus aspectos económicos y nutricional- en primer lugar con raciones elaboradas con los mismos ingredientes y en segundo lugar con las raciones obtenidas para vacas con niveles de producción de 6,350 Kg por lactancia.
5. Analizar los resultados obtenidos con las raciones para vacas de 9,500 Kg y 6,350 Kg de producción; en lo que respecta a: Rango de precio en que es conveniente el uso de los ingredientes seleccionados; el precio requerido para que los ingredientes no incluidos puedan ser utilizados; el aporte de nutrientes de cada ración obtenida y finalmente su costo.

LA PROGRAMACION LINEAL Y SU APLICACION EN LA ALIMENTACION ANIMAL

La programación lineal es un método matemático, perteneciente a una técnica mas general llamada programación matemática, y que sirve para asignar recursos limitados entre actividades alternativas, para cumplir con el objetivo de la opti

mización de una función objetivo. (8, 14)

La técnica de la programación lineal, abarca métodos de solución de problemas de optimización en los que existen varias variables relacionadas entre sí, pero que están subordinadas a determinadas condiciones de restricción. (3, 5)

En términos algebraicos, el modelo de programación lineal es el siguiente: (14)

Maximizar o minimizar

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

sujeto a

$$\sum a_{ij} X_j \leq, =, > b_i \quad \text{Para } i = 1 \dots n$$

Ya:

$$X_j \geq 0$$

Donde:

c_j : Costo por unidad del j -ésimo insumo o actividad.

b_i : Requerimiento de la i -ésima restricción.

a_{ij} : Cantidad del i -ésimo recurso en la j -ésima actividad.

X_j : Cantidad del j -ésimo insumo o actividad.

El caso particular de su aplicación en problemas de optimización en programas de alimentación animal, comprende cinco componentes: 1° Requerimientos de tipo ($\leq, =, >$) y su valor; 2° Coeficientes o valores nutricionales de las fuentes alimenticias; 3° Límites superior y/o inferior, de las cantidades en que un ingrediente o la combinación de éstos, puede entrar a la ración (restricciones); 4° Alimentos o insumos disponibles que pueden formar parte de la ración (actividades) y 5° Precios de los alimentos. (14)

Además, los modelos de programación lineal deben sujetarse a tres hipótesis. (4)

- 1° Igualdad o proporcionalidad: Lo que implica que los exponentes de las variables deben ser igual a 1.
- 2° Aditividad: La suma del aporte parcial de nutrientes debe ser igual al total requerido.
- 3° No negatividad: Es necesario emplear la desigualdad ($>$) al menos una vez, para limitar el proceso de minimización; de lo contrario el resultado sería cero.

El uso de la programación lineal en la alimentación animal proporciona la solución de dos tipos de problemas; 1) el nutricional, pues indica las cantidades adecuadas de los nutrientes necesarios para mantenimiento, reparación, crecimiento, reproducción y producción a los niveles máximos (9); 2) el económico, al determinar cual es la ración de mínimo costo y maximizar las ganancias del productor (12). Lo anterior con mayor eficiencia que la obtenida por otros métodos como el cuadrado de Pearson, sustitución y ecuaciones simultáneas. (10, 16).

CARACTERISTICAS DEL MODELO DESARROLLADO

Apoyándose en el modelo presentado por Dean y otros (7) se procedió a estructurar la matriz de datos; el caso específico para vacas produciendo hasta 6,350 Kg por lactancia, se

presenta en el cuadro 1. La misma se basó en los siguientes supuestos: Vacas maduras (más de cuatro años) que no requieren nutrientes por arriba del nivel de mantenimiento para continuar su crecimiento; intervalo entre parto de 12 meses, 91 días abiertos, con 65 días de periodo seco; peso vivo de 635 Kg, que corresponde al promedio de las vacas Holstein y considerando un balance energético neutro; parto en el mes de enero, dato que era requerido para establecer la disponibilidad de los ingredientes de producción estacional en las diferentes etapas de lactancia; y finalmente dos posibles niveles de producción, que corresponden a los niveles alto y medio detectados en hatos especializados en la zona, de 6,350 y 9,500 Kg por lactancia de 300 días. (1)

La estructura de los modelos correspondientes a ambos niveles considerados son similares y presentan los siguientes elementos:

1° La función objetivo, en la que se incluyen en primer lugar valores negativos para los precios de cada alimento considerado; en segundo término, valores de cero para cada uno de los diferentes rangos de producción en que se dividieron las curvas de lactancia, de acuerdo a los cambios presentados en la eficiencia de conversión energía-leche, a lo largo de la misma, a partir de los datos presentados por Dean y otros (7); estos rangos se presentan en el cuadro 2, el cual incluye además -para cada rango de producción- las megacalorías de energía neta estimada y los gramos de proteína cruda, requeridos para producir un Kg de

leche; que de alguna manera representan los cambios en la eficiencia alimenticia a medida que aumenta el nivel de producción; finalmente el precio por Kg de leche que se cotizó de acuerdo a la información local.

- 2° Las actividades, que en este caso son los alimentos disponibles, rangos de producción de leche y venta de leche producida, que ocuparon las columnas de los modelos desarrollados.
- 3° Los requerimientos de nutrientes para cada una de las etapas de lactancia; los niveles de producción alcanzados en cada etapa; un renglón de suma de producción a lo largo de la lactación y restricciones correspondientes a los máximos niveles permisibles de ingredientes en las diferentes dietas. Estos parámetros ocuparon los renglones de la matriz.
- 4° Los valores numéricos de la matriz que corresponden en primer lugar, a los análisis químico proximales de los ingredientes, para los que se consideró la disponibilidad en la zona a lo largo del año; en segundo lugar los requerimientos de energía neta estimada y proteína cruda por Kg de leche producido, en los diferentes valores de los rangos seleccionados y finalmente valores unitarios positivos o negativos para transferir o acumular la producción a lo largo de la lactancia.
- 5° Una columna para indicar el tipo de cada restricción (L para menor o igual, E para igual y G para mayor o igual).
- 6° El vector de restricciones (RHS), en el que se incluyen

los valores de los máximos o mínimos permisibles y de las igualdades establecidas para las diferentes restricciones.

Se dividió la lactancia en tres periodos cuatrimestrales para cada modelo de producción (6,350 y 9,500 Kg/leche/lactancia), tomando en consideración la variación en litros producidos a lo largo de la curva y los requerimientos de nutrientes (13), que esta producción representa para cada vaca. Las abreviaturas utilizadas en la construcción de las matrices -tanto para las actividades (columnas), como para las restricciones (renglones)- pueden ser interpretadas consultando el cuadro 3.

MATERIAL Y METODO

MATERIAL

Para el desarrollo del presente trabajo se requirió:

- 1° Información originada en la posta lechera perteneciente a la EMVZ - UABC: Composición de la ración que ahí es utilizada, precio de sus insumos, costo total de la ración, producción total promedio por lactancia por vaca, precio de venta de la leche, e intervalo entre partos promedio.
- 2° Información procedente de la delegación estatal de la S.A.R.H.: Población de ganado lechero, producción estatal, producción de insumos para la alimentación animal,

disponibilidad de los mismos y su precio.

- 3° Información proporcionada por la Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la U.A.B.C.: Consistió en la realización de análisis químico proximales, de los insumos no tradicionales en la alimentación de bovinos productores de leche.
- 4° Información obtenida de la literatura revisada: Situación de la actividad lechera nacional y las normas alimenticias recomendadas para ganado lechero en producción, así como la aplicación de la programación lineal.
- 5° Programa computacional MPS para la resolución de problemas de programación lineal, creado por la Universidad de Nebraska, E.U.A. y disponible en el Departamento de Economía y Administración de la F.M.V.Z., U.N.A.M.
- 6° Computadora IBM compatible con 512 Kbytes de memoria RAM y diskettes de archivo, disponible en el Centro de Computo de la F.M.V.Z., U.N.A.M.

Con lo que respecta a los insumos incluidos como posibles ingredientes de las raciones obtenidas, éstos fueron seleccionados de acuerdo a su disponibilidad en cantidad y tiempo (ver cuadro 4) y posteriormente sujetos a análisis químico proximal, con el fin de conocer su composición nutricional; mediante interrogatorio fueron obtenidos sus precios, el costo del transporte y de la mano de obra con el fin de asignarles el costo puesto en el pesebre.

Los insumos seleccionados fueron los siguientes: Alfalfa, rye grass, semilla de algodón, trigo no apto para el consumo

humano, zanahoria, bagazo de durazno, bagazo de manzana, cala bacita, casquillo de algodón, espárrago y orujo de vid.

Los últimos 6 insumos no tienen precio de venta, pues son considerados como desecho; sin embargo les fue asignado un precio de \$25,000/Ton; que corresponde a la estimación hecha de los gastos de transporte y mano de obra requerida en su manejo.

METODO

Una vez obtenida la información requerida; mediante interrogatorio, consulta bibliográfica e investigación de campo; ésta fue recopilada, ordenada y analizada de tal forma, que fue ra posible su inclusión dentro del trabajo.

De acuerdo a los objetivos, se consideró como parte fundamental, la elaboración de los modelos o matrices de programación lineal para los niveles de producción de 6,350 y 9,500 Kg de leche/lactancia; puesto que las vacas de la región de estudio -dadas sus características genéticas- son consideradas como capaces de alcanzar dichas producciones. (11)

Para ambos modelos, se consideró la disponibilidad estacional de los diferentes ingredientes, con el objeto de incluirlos en cada uno de los tres cuatrimestres en que se dividió el ciclo de producción (300 días de lactancia y 65 días de periodo seco). Los requerimientos en base seca de fibra cruda, energía neta estimada, proteína cruda, materia seca, calcio y fósforo, fueron establecidas considerando como unidad a una vaca-día; y de acuerdo a las recomendaciones del NRC (13); en tanto que algunas restricciones establecidas a los insumos, va-

riaron de acuerdo al potencial de producción utilizado.

Las matrices fueron resueltas mediante el uso del paquete computacional MPS y una microcomputadora. Los resultados obtenidos comprenden: La composición de la ración óptima para cada uno de los tres cuatrimestres, el nivel de producción por vaca, de toda una lactancia, que permite obtener el máximo ingreso sobre el costo del alimento* y el análisis de sensibilidad, aplicado a los precios de los insumos utilizados y no utilizados.

El cuadro 5 muestra como ejemplo la información de la matriz para una producción de 6,350 Kg/lactancia.

La revisión de la sección 1 (página 30) del mismo, permite establecer si se alcanzarán a cubrir los requerimientos establecidos en el modelo. Se ejemplificará con las restricciones de ENE 1 (Energía Neta Estimada en el periodo 1) y PC 1 (Proteína Cruda en el periodo 1), que se encuentran en su límite y con holgura respectivamente.

En el caso de ENE 1 el valor del requerimiento -que corresponde a la energía neta de mantenimiento- (RHS VALUE) es igual a 8.5 Mcal y su nivel se encuentra en el límite mínimo permisible (LL); por lo que el aporte (ACTIVITY) es de 8.5, esto indica que la holgura (SLACK ACTIVITY) es igual a cero; para la PC 1 el caso es diferente puesto que el valor del requerimiento (RHS VALUE) se determinó como de 0.5 Kg y se encuentra por encima del mismo o en la base (BS) siendo el apor

* Esta diferencia es equivalente a la máxima utilidad para la empresa en el corto plazo, si consideramos a todos los demás insumos como fijos, lo cual es cierto en muchas empresas.

té (ACTIVITY) igual a 1.06 por lo cual la holgura (SLACK ACTIVITY) es de 0.56 por arriba del límite mínimo permisible.

El análisis de la sección 2 (página 32) del cuadro 5, permite conocer los insumos seleccionados para formar parte de las dietas y su nivel de inclusión en Kg de materia seca, siguiendo la metodología que a continuación se ejemplifica con dos ingredientes, uno excluido y otro incluido en la dieta: El insumo Alfa 1, cuyo costo original (INPUT COST) es de \$255.80, no fue incluido en la ración (ACTIVITY) por ser demasiado caro, requiriéndose una disminución en su precio de \$45.41 (REDUCED COST) para que fuera rentable su inclusión; por otra parte el insumo RYE 1 de costo original (INPUT COST) igual a \$215.75, fue incluido en la ración a razón de 18.61 Kg/MS/día/vaca (ACTIVITY), por lo que no es necesario la reducción de su precio (REDUCED COST = 0).

La interpretación de los terminos y los valores presentados en las partes finales del cuadro 5 (págs 34-38), que corresponden al llamado "análisis de sensibilidad" y que presentan como encabezados a "OBJECTIVE FUNCTION RANGES" y "RIGHT HAND SIDE (RHS) RANGES", se incluye en los cuadros 6, 15 y 16.

Adicionalmente se obtuvo para el periodo seco, una ración de mínimo costo mediante programación lineal; cuya aplicación abarca los ultimos 65 días del año.

Al añadir el costo de la alimentación durante la fase seca del ciclo, a las "utilidades" (ingreso bruto - costo de la alimentación) del periodo productivo, se determinó la "utilidad" correspondiente a un intervalo entre partos; que abarca

365 días en total, suponiendo un periodo abierto de 91 días, lo cual fue considerado como el ideal a alcanzar.

Finalmente, la información obtenida fue analizada y ordenada de tal forma, que se pudieran alcanzar los objetivos establecidos por el trabajo; además de llegar a una serie de conclusiones, que ayudarán al establecimiento de nuevos criterios sobre la producción de leche en la región geográfica de estudio.

RESULTADOS

Los resultados arrojados por el presente trabajo, serán presentados en el orden establecido por el capítulo de objetivos.

1^{er} Objetivo: Identificación de insumos susceptibles de uso en las raciones, pero que tradicionalmente no son empleados en la alimentación de bovinos productores de leche.

De un total de ocho insumos no tradicionales evaluados, seis fueron incluidos en las diferentes raciones (zanahoria, espárrago, casquillo de algodón, semilla de algodón, calabacita y orujo de vid) y dos rechazados (bagazo de manzana y bagazo de durazno). El nivel de uso de estos ingredientes puede ser verificado en el cuadro 7.

2° Objetivo: Determinar tres raciones óptimas y su costo para los dos modelos de producción establecidos, y una para vacas secas.

Los cuadros 8 y 9 muestran la composición de las dietas, el costo de la alimentación diaria y por cuatrimestre, así co

mo el costo total anual por vaca, y el costo de producción de un kilogramo de leche por concepto del insumo alimentación para ambos niveles de producción.

3^{er} Objetivo: Establecer para cada modelo de producción, el número de Kg de leche/vaca/día, que representan el óptimo económico, (máxima diferencia entre el ingreso bruto y el costo del alimento).

Para la matriz de 6,350 Kg/lactancia, la producción que representó el óptimo económico fue de 24.51 Kg diarios; con respecto al nivel de 9,500 Kg/lactancia, el valor fue de 35.63 Kg/día; en el caso de presentarse producciones diarias mayores a las señaladas, el productor reduciría su utilidad bruta (medida como diferencia entre el ingreso total y costo del alimento).

4° Objetivo: Evaluar la ración utilizada por la empresa y compararla con raciones elaboradas utilizando los mismos ingredientes y con dietas obtenidas para el modelo 6,350 Kg/lactancia (nivel que puede ser alcanzado por las vacas estudiadas, de acuerdo a su potencial genético).

De acuerdo a los datos proporcionados por la post leche ra de la E.M.V.Z. - U.A.B.C., en lo que respecta a la composi ción y precio de los ingredientes de su ración, se estableció un costo de \$5,180.00 diarios por vaca, que en forma anual arroja un total de \$1,890,700.00; al llevar a cabo una compara ción con un programa de alimentación que incluía una ración para animales en producción y otra para vacas en periodo se- co, empleando los mismos ingredientes, se observó una diferen

cia de 25.66% favorable al programa elaborado con programación lineal pues los costos diario y anual son de \$3,850.81 y \$1,254,344.28 respectivamente con una producción de 3,643.88 Kg. Cuando se llevó a cabo la misma comparación con el modelo de producción de 6,350 Kg, la diferencia fue favorable a éste, ya que el costo total anual fue 38% menor, con un costo diario de \$3,212.92 y anual de \$1,172,718.55. El valor nutricional de las dietas es considerado como igual para el modelo, el programa y la ración de la posta.

5° Objetivo: Analizar los resultados obtenidos con los modelos de producción, en lo que respecta a los precios de los insumos incluidos y no incluidos en la ración y el aporte de nutrientes.

Los cuadros 10 y 11 muestran el rango de precios, en los que se mantendrían inalteradas las composiciones de las raciones óptimas para ambos modelos y las raciones para vacas en periodo seco; esto permite al productor, conocer cual sería el máximo precio que podría pagar por un insumo cuyo precio aumentara, antes de que requiriera modificar la composición de las mismas; es decir seguirían siendo las del mínimo costo posible, pero ahora más caras.

También fue posible conocer a que nivel de precio deben bajar los insumos no utilizados en las raciones, para permitir su inclusión (cuadro 12). El aporte de nutrientes proporcionado por las dietas establecidas para los niveles de 6,350 y 9,500 Kg/lactancia, fue comparado con los requerimientos de las vacas; pudiendose establecer con facilidad, las diferencias entre ambos como se logra observar en los cuadros 13 y 14.

Finalmente el análisis de la información que proporcionó la solución de las matrices, permitió establecer el rango en que se mantiene vigente el premio o castigo en el valor de la función objetivo, al relajar las restricciones en una unidad, como se muestra en los cuadros 15 y 16.

DISCUSION

El desarrollo del presente trabajo, permitió alcanzar todos los objetivos que habían sido planteados y además proporcionó información que permite obtener otras conclusiones acerca de la producción de leche en el municipio de Mexicali; en lo que respecta al tipo de insumos que podrían formar parte de las raciones alimenticias.

El trabajo elaborado por Sánchez de Anda (14), aunque no igual al aquí desarrollado, permite establecer como diferencia principal en cuanto a los insumos utilizados, el hecho de que las proporciones de alfalfa y concentrado que componen las raciones del presente trabajo, resultan menores.

Es importante tomar en cuenta que la aplicación práctica de esta metodología, requiere del uso de la computación como herramienta de trabajo; lo cual implica cierto nivel de conocimiento sobre informática y la necesidad de tener acceso a una computadora y el paquete computacional adecuado, para poder aplicar la técnica de programación lineal. Esto podría llegar a representar alguna dificultad para el productor de leche que estuviera interesado en lograr la maximización de sus ingresos sobre el costo del alimento mediante este método.

CONCLUSIONES

- 1° Es recomendable desde el punto de vista económico, la inclusión de insumos no tradicionales (calabacita, espárrago, semilla de algodón, casquillo de algodón, orujo de vid y zanahoria) en raciones para bovinos productores de leche del área de Mexicali; requiriéndose mayor investigación en relación a los máximos niveles de inclusión de los mismos, en dichas dietas.
 - 2° Se comprueba que es posible obtener raciones de máxima utilidad y nutricionalmente adecuadas utilizando la programación lineal.
 - 3° Aun cuando el potencial genético de los animales analizados, les permite alcanzar niveles de producción elevados, el nivel que permite obtener la máxima utilidad, se encuentra por debajo del máximo técnico.
 - 4° Fue establecida una clara diferencia, en el costo de producción de un Kg de leche, mediante el uso de raciones óptimas obtenidas con programación lineal y utilizando la ración actual de la empresa estudiada; siendo la diferencia claramente desfavorable para estas últimas.
 - 5° Se observó que los insumos que son utilizados tradicionalmente en la zona (alfalfa y concentrado) pueden ser sustituidos, en forma importante, por subproductos agroindustriales; con lo cual se pueden obtener raciones que signifiquen una mayor utilidad a los productores.
- De acuerdo a los resultados, es factible pensar en un cam

bio en el patrón de cultivos de la zona, favoreciendo a aquellos que demanden un menor uso de agua, que generen en forma primaria alimentos directamente consumibles por el hombre o por monogástricos y de cuya industrialización resulten subproductos utilizables por los rumiantes, coadyubando de esta manera a la optimización de los recursos hidráulicos de la región.

- 6° Es importante valorar en la práctica los resultados obtenidos con estos programas alimenticios y poder ofrecer a los productores de la zona, un paquete tecnológico con posibilidades de aplicación real.

A P E N D I C E

CUADRO 2

ESTIMACIONES DE LA PENDIENTE ENTRE PUNTOS INTERMEDIOS DE LAS CURVAS QUE APROXIMAN LA RESPUESTA DE LA PRODUCCION DE LECHE AL SUMINISTRO DE ENE (Mcal/DIA) Y PC (Kg) PARA VACAS CON PESO PROMEDIO DE 635 Kg Y NIVELES DE PRODUCCION POR LACTANCIA DE 6,350 y 9,500 Kg *

ENERGIA NETA ESTIMADA						PROTEINA CRUDA	
6,350 Kg/LACTANCIA			9,500 Kg/LACTANCIA			6,350 Y 9,500 Kg/LACTANCIA	
RANGO DE PRODUCCION lbs/DIA	lbs DE LECHE** POR Mcal	Mcal*** POR Kg DE LECHE	RANGO DE PRODUCCION lbs/DIA	lbs DE LECHE POR Mcal	Mcal POR Kg DE LECHE	RANGO DE PRODUCCION (Kg/DIA)	PC(Kg/l) DE LECHE
0 - 30	5.46	0.403	0 - 30	5.92	0.373	0 - 13.6	0.082
31 - 40	2.38	0.926	31 - 40	3.12	0.708	13.7-18.14	0.09
41 - 45	1.72	1.279	41 - 45	2.94	0.75	18.2-20.4	0.095
46 - 50	1.279	1.724	46 - 50	2.27	0.97	20.5-22.7	0.095
51	1.02	2.161	51 - 55	2.17	1.014	23.13	0.098
52	0.926	2.381	56 - 60	2.0	1.10	23.59	0.098
53	0.813	2.712	61 - 65	1.85	1.19	24.04	0.098
54	0.699	3.153	66 - 70	1.786	1.235	24.49	0.098
55	0.595	3.70	71 - 75	1.67	1.323	24.95	0.098
56	0.505	4.365	76 - 80	1.428	1.543	25.40	0.098
57	0.439	5.027	81 - 85	0.926	2.38	25.85	0.098
58	0.373	5.91	86 - 90	0.641	3.44	26.31	0.098
59 - 60****	0.175	12.63	91 - 92	0.37	5.95	27.21	0.098

* CALCULO PROPIO A PARTIR DE DATOS PRESENTADOS POR DEAN (7).

** SE OBTIENE DIVIDIENDO EL RANGO DE PRODUCCION ENTRE LAS Mcal NECESARIAS PARA PRODUCTIRLAS.

*** ES EL RECIPROCO DE LA COLUMNA lbs DE LECHE POR Mcal EXPRESADO EN Kg.

**** EL CALCULO MATEMATICO PUEDE ARROJAR RESULTADOS BIOLOGICAMENTE INACEPTABLES EN CUANTO A LOS REQUERIMIENTOS DE Mcal, DADAS LAS CARACTERISTICAS DE LA CURVA DE LACTANCIA.

CUADRO 3

SIGNIFICADO DE LAS ABREVIATURAS DEL MODELO DESARROLLADO

INSUMOS: (COLUMNAS)

ABREVIATURA	SIGNIFICADO	ABREVIATURA	SIGNIFICADO
ALFA 1	Alfalfa achicalada 1er cuatrimestre	SEM 1	Semilla de algodón 1er cuatrimestre
RYE 1	Rye grass 1er cuatrimestre	CALA 1	Calabacita 1er cuatrimestre
ZAN 1	Zanahoria 1er cuatrimestre	CONC 1	Concentrado 1er cuatrimestre
ESP 1	Espárrago 1er cuatrimestre	R P 1	Roca fosfórica 1er cuatrimestre
ALG 1	Casquillo de algodón 1er cuatrimestre		
ALFA 2	Alfalfa achicalada 2° cuatrimestre	SEM 2	Semilla de algodón 2° cuatrimestre
RYE 2	Rye grass 2° cuatrimestre	BAM 2	Bagazo de manzana 2° cuatrimestre
ZAN 2	Zanahoria 2° cuatrimestre	VID 2	Orujo de vid 2° cuatrimestre
ALG 2	Casquillo de algodón 2° cuatrimestre	CONC 2	Concentrado 2° cuatrimestre
BAD 2	Bagazo de durazno 2° cuatrimestre	R P 2	Roca fosfórica 2° cuatrimestre
ALFA 3	Alfalfa achicalada 3er cuatrimestre	VID 3	Orujo de vid 3er cuatrimestre
RYE 3	Rye grass 3er cuatrimestre	CALA 3	Calabacita 3er cuatrimestre
ALG 3	Casquillo de algodón 3er cuatrimestre	CONC 3	Concentrado 3er cuatrimestre
SEM 3	Semilla de algodón 3er cuatrimestre	R P 3	Roca fosfórica 3er cuatrimestre

RESTRICCIONES: (RENGLONES)

ABREVIATURA	SIGNIFICADO	ABREVIATURA	SIGNIFICADO
CV 1	Consumo voluntario 1er cuatrimestre	MNCA 1	Mínimo de calcio 1er cuatrimestre
ENE 1	Energía neta estimada 1er cuatrimestre	MNP 1	Mínimo de fósforo 1er cuatrimestre
PC 1	Proteína cruda 1er cuatrimestre	MXBA 1	Máximo de bagazo y hortalizas 1er cuatrimestre

Continuación Cuadro 3

ABREVIATURA	SIGNIFICADO	ABREVIATURA	SIGNIFICADO
MNFC 1	Mínimo de fibra cruda 1er cuatrimestre	MKSA 1	Máximo de semilla de algodón 1er cuatrimestre
MOFC 1	Máximo de fibra cruda 1er cuatrimestre	MKZAN 1	Máximo de zanahoria 1er cuatrimestre
CV 2	Consumo voluntario 2° cuatrimestre	MNCA 2	Mínimo de calcio 2° cuatrimestre
ENE 2	Energía neta estimada 2° cuatrimestre	MNP 2	Mínimo de Fósforo 2° cuatrimestre
PC 2	Proteína cruda 2° cuatrimestre	MKBA 2	Máximo de bagazo y hortalizas 2° cuatrimestre
MNFC 2	Mínimo de fibra cruda 2° cuatrimestre	MKSA 2	Máximo de semilla de algodón 2° cuatrimestre
MOFC 2	Máximo de fibra cruda 2° cuatrimestre	MKZAN 2	Máximo de zanahoria 2° cuatrimestre
CV 3	Consumo voluntario 3er cuatrimestre	MNCA 3	Mínimo de calcio 3er cuatrimestre
ENE 3	Energía neta estimada 3er cuatrimestre	MNP 3	Mínimo de fósforo 3er cuatrimestre
PC 3	Proteína cruda 3er cuatrimestre	MKBA 3	Máximo de bagazo y hortalizas 3er cuatrimestre
MNFC 3	Mínimo de fibra cruda 3er cuatrimestre	MKSA 3	Máximo de semilla de algodón 3er cuatrimestre
MOFC 3	Máximo de fibra cruda 3er cuatrimestre	MORP 3	Máximo de roca fosfórica 3er cuatrimestre

NIVELES DE PRODUCCION: (REGLONES)

ABREVIATURA	SIGNIFICADO
L30 1 a L60 1	Niveles de producción que podría alcanzar la vaca en el primer cuatrimestre (lbs).
L30 2 a L50 2	Niveles de producción que podría alcanzar la vaca en el segundo cuatrimestre (lbs).
L30 3	Nivel de producción que podría alcanzar la vaca en el tercer cuatrimestre (lbs).

Continuacion Cuadro 3

ABREVIATURA (COLUMNAS)	SIGNIFICADO
M30 1 a M60 1	Actividades correspondientes a los niveles de producción realmente alcanzados durante el 1 ^{er} cuatrimestre (lbs).
M30 2 a M50 2	Niveles de producción que podría alcanzar la vaca en el segundo cuatrimestre (lbs).
M30 3	Nivel de producción que podría alcanzar la vaca en el tercer cuatrimestre (lbs).

OTRAS ABREVIACIONES:

ABREVIATURAS	SIGNIFICADO
F.O.	Función objetivo
VLT	Precio del kilogramo de leche
RHS	Vector de restricciones
L	Restricción menor o igual que
G	Restricción mayor o igual que
E	Restricción igual que
LECHET	Total de leche producida durante la lactancia

CUADRO 4

PRODUCCION, PRECIO Y DISPONIBILIDAD DE INSUMOS CONSIDERADOS*

INSUMO	TNS. DISPONIBLES	PRECIO/TN	TEMPORADA
ALFALFA (HENO)	273,000	245,000	Feb-Nov
BAGAZO DE DURAZNO	66.96	25,000	15My-25Jun
BAGAZO DE MANZANA	37.94	25,000	15Jun-15Jul
CALABACITA (FRESCA)	212.5	25,000	Abril-Mayo
CASQUILLO DE ALGODON	28,666.4	25,000	Todo el año
ESPARRAGO (FRESCO)	9,423	25,000	Abril-Mayo
ORUJO DE VID	64	25,000	Jul-Agosto
RYE GRASS (HENO)	nd	178,000	Nov-Mayo
SEMILLA DE ALGODON	64,400	371,270	Nov-Agosto
TRIGO (GRANO)	nd	395,000	Mayo-Junio
ZANAHORIA (FRESCA)	3,938.2	42,000	Enero-Julio

* Proporcionados por la Representación Estatal, S.A.R.H.
 nd No disponible

CUADRO 5

RESULTADOS DEL ANALISIS COMPUTACIONAL DE LA MATRIZ DE PRODUCCION
DE 6,350 Kg/LACTANCIA (FINAL)

LP PROBLEM TYPE: MINIMIZE
 PROBLEM STATUS: OPT
 OPTIMAL SOLUTION REACHED IN 75 ITERATIONS

DATE: 01/05/1990
 ALGORITHM START TIME = 01:05:23
 ALGORITHM END TIME = 01:21:50

OBJECTIVE FUNCTION = 34058.93523

PLEASE ENTER TO CONTINUE

SECTION 1 - ROWS

NO.	...ROW...	AT	...ACTIVITY...	SLACK	ACTIVITY	...RHS VALUE...	...DUAL ACTIVITY
	RENGLON	EN	ACTIVIDAD		HOLGURA	RESTRICCION	CASTIGO O PREMIO
1.	ENE1	UL	21.65000	.	.	21.65000	81.40875
2.	ENE2	LL	8.50000	.	.	8.50000	-217.50096
3.	PEC1	BS	1.08315		-0.52315	0.56000	.
4.	MNFC1	BS	4.19835		-0.55035	3.24000	.
5.	MNFC1	BS	4.19835		0.11165	4.32000	.
6.	MNCA1	BS	0.14000		-0.07000	0.14000	.
7.	MNFC1	LL	0.06800		.	0.06800	-841.73378
8.	MNCA1	UL	3.00000		.	3.00000	128.20450
9.	MNCA1	BS	.		3.00000	3.00000	.
10.	ENE	BS	17.53854		2.75145	20.30000	.
11.	ENE2	LL	8.50000		.	8.50000	-124.03535
12.	PEC2	BS	0.51825		-0.12825	0.50000	.
13.	MNFC2	LL	3.04000		.	3.04000	-244.41934
14.	MNFC2	BS	3.04000		1.02000	4.06000	.
15.	MNCA2	BS	0.10619		-0.01119	0.09500	.

Continuación cuadro 5

NO.	...ROW..	AT	...ACTIVITY...	SLACK	ACTIVITY	..RHS VALUE...	.DUAL ACTIVITY
16.	MNF2	LL	0.06000	.	.	0.06000	-559.24169
17.	MXBA2	UL	3.00000	.	.	3.00000	217.58100
18.	MXSA2	BS	.	.	3.00000	3.00000	.
19.	CV3	EQ	15.92000	.	.	15.92000	-215.88146
20.	ENE3	BS	16.25761	.	-7.75761	8.50000	.
21.	PC3	BS	1.14361	.	-0.64361	0.50000	.
22.	MNFC3	BS	3.10000	.	-0.70000	2.40000	.
23.	MXFC3	UL	3.10000	.	.	3.10000	0.77328
24.	MNCA3	BS	0.12358	.	-0.05358	0.07000	.
25.	MNF3	BS	0.10739	.	-0.06339	0.04400	.
26.	MXBA3	UL	3.00000	.	.	3.00000	108.43895
27.	MXSA3	BS	.	.	3.00000	3.00000	.
28.	L301	UL	13.60000	.	.	13.60000	642.30685
29.	L401	UL	4.53000	.	.	4.53000	528.50160
30.	L451	UL	2.27000	.	.	2.27000	451.68848
31.	L501	UL	2.27000	.	.	2.27000	354.85611
32.	L511	UL	0.45000	.	.	0.45000	259.76453
33.	L521	UL	0.45000	.	.	0.45000	211.89233
34.	L531	UL	0.45000	.	.	0.45000	139.86648
35.	L541	UL	0.45000	.	.	0.45000	13.90445
36.	L551	BS	.	.	0.45000	0.45000	.
37.	L561	BS	.	.	0.45000	0.45000	.
38.	L571	BS	.	.	0.45000	0.45000	.
39.	L581	BS	.	.	0.45000	0.45000	.
40.	L601	BS	.	.	0.45000	0.45000	.
41.	L302	UL	13.60000	.	.	13.60000	679.61075
42.	L402	UL	4.53000	.	.	4.53000	615.14326
43.	L452	UL	2.27000	.	.	2.27000	571.35878
44.	L502	UL	2.27000	.	.	2.27000	516.16306
45.	L303	UL	13.60000	.	.	13.60000	730.00000
46.	LECHET	EQ	730.00000
47.	MXZAN1	BS	0.71269	.	1.28731	2.00000	.
48.	MXZAN2	BS	.	.	2.00000	2.00000	.
49.	MXRP	UL	0.20000	.	.	0.20000	38.88146

Continuación cuadro 5

SECTION 2 - COLUMNS

NUMBER	. COLUMN. COLUMN	AT EN	...ACTIVITY... ACTIVIDAD	..INPUT COST.. PRECIO	.REDUCED COST. REDUCCION DEL PRECIO
1.	ALFA1	LL	.	-255.80000	-45.41210
2.	RYE1	BS	18.61928	-215.75000	.
3.	ZAN1	BS	0.71269	-161.53000	.
4.	ESP1	LL	.	-217.39000	-101.23200
5.	ALG1	BS	2.28731	-27.11000	.
6.	SEM1	LL	.	-398.14001	-48.63090
7.	CALA1	LL	.	-232.55000	-127.27203
8.	CONC1	LL	.	-264.76999	-35.57725
9.	RP1	BS	0.01072	-177.00000	.
10.	ALFA2	LL	.	-255.80000	-3.38589
11.	RYE2	BS	14.53590	-215.75000	.
12.	ZAN2	LL	.	-161.53000	-145.75312
13.	ALG2	BS	0.76955	-27.11000	.
14.	BAD2	LL	.	-131.57001	-102.96965
15.	SEM2	LL	.	-398.14001	-78.95755

Continuación cuadro 5

NUMBER	.COLUMN.	AT	...ACTIVITY...	..INPUT COST..	.REDUCED COST.
16.	BAM2	LL	.	-111.11000	-76.77559
17.	VID2	BS	2.23045	-27.36000	.
18.	CDNC2	LL	.	-264.76999	-50.27625
19.	RP2	BS	0.03264	-177.00000	.
20.	ALFA3	LL	.	-255.80000	-40.17557
21.	RYE3	BS	12.72000	-215.75000	.
22.	ALG3	BS	1.90999	-27.11000	.
23.	SEM3	LL	.	-598.14001	-182.47507
24.	VID3	BS	1.09001	-27.36000	.
25.	CALA3	LL	.	-232.55000	-205.17113
26.	CDNC3	LL	.	-264.76999	-48.98906
27.	RP3	BS	0.20000	-177.00000	.
28.	M301	BS	13.60000	.	.
29.	M401	BS	4.53000	.	.
30.	M451	BS	2.27000	.	.
31.	M501	BS	2.27000	.	.
32.	M511	BS	0.45000	.	.
33.	M521	BS	0.45000	.	.
34.	M531	BS	0.45000	.	.
35.	M541	BS	0.45000	.	.
36.	M551	LL	.	.	-75.12321
37.	M561	LL	.	.	-219.82773
38.	M571	LL	.	.	-363.87954
39.	M581	LL	.	.	-556.02108
40.	M601	LL	.	.	-2016.29095
41.	M302	BS	13.60000	.	.
42.	M402	BS	4.53000	.	.
43.	M452	BS	2.27000	.	.
44.	M502	BS	2.27000	.	.
45.	M303	BS	13.60000	.	.

Continuación cuadro 5

.....OBJECTIVE FUNCTION (CJ) RANGES.....			
RANGOS DE LA FUNCION OBJETIVO			
VARIABLE NAME	SOLUTION VALUE	LOWER LIMIT	UPPER LIMIT
VARIABLE	PRECIO	LIMITE INF.	LIMITE SUP.
.....NON-BASIC ACTIVITIES.....			
INSUMOS NO INCLUIDOS			
ALFA1	-255.80000	NONE	-210.38791
CALA1	-232.55000	NONE	-105.27797
M551	0.00000	NONE	75.12321
SEM2	-398.14001	NONE	-319.18246
BAM2	-111.11000	NONE	-34.33441
BAD2	-131.57001	NONE	-28.60035
CONC2	-264.76999	NONE	-214.49374
CONC3	-264.76999	NONE	-215.78093
CALA3	-232.55000	NONE	-27.37887
M601	0.00000	NONE	2018.79895
ESP1	-217.39000	NONE	-116.15600
SEM1	-398.14001	NONE	-349.50911
M561	0.00000	NONE	219.92773
M571	0.00000	NONE	363.87954
M581	0.00000	NONE	556.02108

Continuación cuadro 5

***** RANGES OVER WHICH THIS SOLUTION REMAINS OPTIMAL *****

RANGOS EN QUE LA SOLUCION ES OPTIMA

.....OBJECTIVE FUNCTION (CJ) RANGES.....

RANGOS DE LAS RESTRICCIONES

VARIABLE NAME	SOLUTION VALUE	LOWER LIMIT	UPPER LIMIT
.....NON-BASIC ACTIVITIES.....			
COND1	-264.76999	NONE	-229.19274
ALFA2	-255.80000	NONE	-252.41411
ZAN2	-161.53000	NONE	-15.77687
SEM3	-398.14001	NONE	-215.66494
ALFA3	-255.80000	NONE	-215.62403

.....BASIC ACTIVITIES.....

INSUMOS INCLUIDOS

RYE1	-215.75000	-252.87073	-87.99375
M501	0.00000	-354.05611	NONE
ZAN1	-161.53000	-170.14760	-148.96466
M451	0.00000	-451.68848	NONE
M301	0.00000	-642.30685	NONE
M402	0.00000	-615.14326	NONE
M452	0.00000	-571.35878	NONE
M302	-0.40300	-680.01375	NONE
RP2	-177.00000	-1632.73843	0.00000
M502	0.00000	-516.16306	NONE
RYE3	-215.75000	-255.92597	-176.86854
VID3	-27.36000	-218.13316	-27.11000
ALG3	-27.11000	-27.36000	368.84400
RP3	-177.00000	-215.88146	NONE
ALG1	-27.11000	-39.67534	-18.49240

Continuación cuadro 5

VARIABLE NAME	SOLUTION VALUE	LOWER LIMIT	UPPER LIMIT
.....BASIC ACTIVITIES.....			
M511	0.00000	-259.76453	NONE
M521	0.00000	-211.89233	NONE
M531	0.00000	-139.86648	NONE
M541	0.00000	-43.90445	NONE
RP1	-177.00000	-1230.47887	90.56130
VID2	-27.36000	-102.28143	-19.10674
RYE2	-215.75000	-218.63114	-25.17782
ALB2	-27.11000	-35.33326	71.04230
M303	0.00000	-730.00000	NONE
VL1	730.00000	686.09559	805.12321
M401	0.00000	-528.50160	NONE

Continuación cuadro 5

.....RIGHT HAND SIDE (RHS) RANGES.....

ROW NAME	CONSTRAINT TYPE	SOLUTION VALUE	LOWER LIMIT	UPPER LIMIT
	TIPO DE RESTRICCIÓN	VALOR	LIMITE INF.	LIMITE SUP.
CV1	L	21.63000	21.06264	21.75322
ENE1	G	6.50000	8.29053	9.29668
PC1	G	0.50000	NONE	1.06315
MNFC1	G	3.24000	NONE	4.19835
MXFC1	L	4.32000	4.19835	NONE
MNCA1	G	0.10700	NONE	0.14000
MNP1	G	0.06800	0.06459	0.24757
MXBA1	L	3.00000	1.41810	4.25466
MXSA1	L	3.00000	0.00000	NONE
CV2	L	20.30000	17.56854	NONE
ENE2	G	6.50000	7.23672	11.02679
PC2	G	0.50000	NONE	0.62823
MNFC2	G	3.04000	2.73097	3.93569
MXFC2	L	4.06000	3.04000	NONE
MNCA2	G	0.09500	NONE	0.10619
MNP2	G	0.06000	0.04967	0.52451
MXBA2	L	3.00000	0.15314	4.31495
MXSA2	L	3.00000	0.00000	NONE
CV3	E	15.92000	13.84706	19.55235
ENE3	G	8.50000	NONE	16.25761
PC3	G	0.50000	NONE	1.14361
MNFC3	G	2.40000	NONE	3.10000
MXFC3	L	3.10000	2.48250	3.45240
MNCA3	G	0.07000	NONE	0.12358
MNP3	G	0.04400	NONE	0.10739
MXBA3	L	3.00000	1.64461	11.85564
MXSA3	L	3.00000	0.00000	NONE
L301	L	13.60000	13.08024	15.57687
L401	L	4.53000	4.30380	5.39035
L451	L	2.27000	2.10623	2.89289

Continuación cuadro 5

.....RIGHT HAND SIDE (RHS) RANGES.....

ROW NAME	CONSTRAINT TYPE	SOLUTION VALUE	LOWER LIMIT	UPPER LIMIT
L501	L	2.27000	2.14850	2.73211
L511	L	0.45000	0.35307	0.81866
L521	L	0.45000	0.36203	0.78460
L531	L	0.45000	0.37276	0.74376
L541	L	0.45000	0.38357	0.70267
L551	L	0.45000	0.00000	NONE
L561	L	0.45000	0.00000	NONE
L571	L	0.45000	0.00000	NONE
L581	L	0.45000	0.00000	NONE
L601	L	0.45000	0.00000	NONE
L302	L	13.60000	0.00000	16.72034
L402	L	4.53000	0.00000	7.25872
L452	L	2.27000	0.00000	4.24560
L502	L	2.27000	0.66700	3.73566
L303	L	13.60000	0.00000	21.44890
LECHET	E	0.00000	-60.74000	NONE
MXZAN1	L	2.00000	0.71269	NONE
MXZAN2	L	2.00000	0.00000	NONE
MXRP	L	0.20000	0.00000	2.27294

END OF RANGE OUTPUT

CUADRO 6

SIGNIFICADO DE LAS ABREVIATURAS Y ENCABEZADOS PRESENTADOS EN
LOS RESULTADOS DEL ANALISIS COMPUTACIONAL DE LA MATRIZ
DE PRODUCCION DE 6,350 Kg/LACTANCIA

SECCION 1

ABREVIATURA O
ENCABEZADO

SIGNIFICADO

ROW	RENGLON DE LA MATRIZ (REQUERIMIENTO O RESTRICCION).
AT	NIVEL EN QUE SE ENCUENTRA EL APORTE.
UL	SEÑALA QUE EL NIVEL DE LA ACTIVIDAD SE ENCUENTRA EN EL LIMITE MAXIMO PERMISIBLE.
LL	SEÑALA QUE EL NIVEL DE LA ACTIVIDAD SE ENCUENTRA EN EL LIMITE MINIMO PERMISIBLE.
EQ	IMPLICA QUE EL NIVEL DE LA ACTIVIDAD ES IGUAL AL SEÑALADO.
BS	PARA EL CASO DE LAS RESTRICCIONES IMPLICA HOLGURA, ES DECIR EL APORTE NO ES IGUAL A MAXIMOS O MINIMOS; PARA ACTIVIDADES, IMPLICA LA CANTIDAD DE LA MISMA EN LA SOLUCION.
ACTIVITY	NIVEL DE APORTE EN UNIDADES DE LA RESTRICCION.
SLACK ACTIVITY	DIFERENCIA ENTRE EL APORTE Y REQUERIMIENTO; EN OCASIONES SE LE REFIERE COMO HOLGURA.
RHS VALUE	VALORES DE LOS REQUERIMIENTOS, VECTOR DE RESTRICCIONES.
DUAL ACTIVITY	CASTIGO O PREMIO OTORGADO AL RELAJAR LAS RESTRICCIONES EN UNA UNIDAD, CUANDO ESTAS ESTAN EN SU LIMITE. ESTE CASTIGO O PREMIO ES VALIDO EN EL RANGO SEÑALADO EN LA SECCION "RIGHT HAND SIDE (RHS) RANGES" EN LAS COLUMNAS: "LOWER LIMIT" Y "UPPER LIMIT" (VALOR INFERIOR Y SUPERIOR DEL RANGO RESPECTIVAMENTE.

SECCION 2

ABREVIATURA O
ENCABEZADO

SIGNIFICADO

COLUMN	COLUMNA DE LA MATRIZ O ACTIVIDAD.
AT	IGUAL QUE PARA LA SECCION 1.
L	" " " " " "
LL	" " " " " "
EQ	" " " " " "
ACTIVITY	NIVEL DE USO EN Kg DE LOS INGREDIENTES. PARA LAS COLUMNAS M30 1 HASTA M30 3, REPRESENTA LOS Kg DE LECHE REALMENTE PRODUCIDOS, DENTRO DE CADA RANGO CONSIDERADO.

Continuacion Cuadro 6

INPUT COST

COSTO ORIGINAL DE CADA ALIMENTO, EN EL CASO DE LOS NIVELES DE PRODUCCION DE LECHE, EL VALOR ES 0 YA QUE EN EL MODELO SE ACUMULA LA PRODUCCION A LO LARGO DE LA LACTANCIA Y ESTE ACUMULADO SE MULTIPLICA POR EL PRECIO UNITARIO DE VENTA, (COLUMNA "VLT").

REDUCED COST

DISMINUCION REQUERIDA EN EL PRECIO DE LOS INSUMOS NO INCLUIDOS PARA QUE PUEDAN SER UTILIZADOS. EN EL CASO DE LAS COLUMNAS RELACIONADAS A LA PRODUCCION LACTEA COMO M55 1, REPRESENTA LA DISMINUCION DE LA UTILIDAD QUE SE PRESENTARIA, SI SE OBLIGARA A PRODUCIR UN Kg DE LECHE, POR ARRIBA DE LO INDICADO, QUE PARA EL NIVEL INDICADO, SERIA DE 24.51 Kg/VACA/DIA.

CUADRO 7

COMPOSICION DE LAS RACIONES OBTENIDAS PARA NIVELES DE PRODUCCION DE 6,350 Kg Y 9,500 Kg POR LACTANCIA

6,350 Kg/LACTANCIA

RACION 1		RACION 2	
INGREDIENTE	NIVEL DE INCLUSION (Kg)	INGREDIENTE	NIVEL DE INCLUSION (Kg)
RYE 1	18.62	RYE 2	14.53
ZAN 2	0.713	ALG 2	0.769
ALG 1	2.29	VID 2	2.23
RP 1	0.01	RP 2	0.032

RACION 3		RACION SECAS	
INGREDIENTE	NIVEL DE INCLUSION (Kg)	INGREDIENTE	NIVEL DE INCLUSION (Kg)
RYE 3	12.72	RYE 3	7.46
ALG 3	1.909	ALG 3	1.58
VID 3	1.09	VID 3	1.41
RP 3	0.02	RP 3	0.027

9,500 Kg/LACTANCIA

RACION 1		RACION 2	
INGREDIENTE	NIVEL DE INCLUSION (Kg)	INGREDIENTE	NIVEL DE INCLUSION (Kg)
RYE 1	17.72	RYE 2	19.26
ZAN 1	3.36	SEM 2	0.76
ESP 1	0.038	VID 2	1.54
SEM 1	3.0	RP 2	0.03
RP 1	0.011		

RACION 3		RACION SECAS	
INGREDIENTE	NIVEL DE INCLUSION (Kg)	INGREDIENTE	NIVEL DE INCLUSION (Kg)
ALFA 3	5.37	RYE 3	7.46
SEM 3	2.63	ALG 3	1.58
CALA 3	2.5	VID 3	1.41
CCN 3	1.74	RP 3	0.027

CUADRO 8

COMPOSICION DE LAS DIETAS; COSTO DE LA ALIMENTACION EN LOS
DIFERENTES PERIODOS Y COSTO TOTAL PARA
LACTANCIAS EQUIVALENTES A 6,350 Kg

RACION 1

INGREDIENTE	Kg	PRECIO/Kg	COSTO - ALIMENTO
RYE 1	18.62	215.75	4017.26
ZAN 1	.712	161.53	115.01
ALG 1	2.29	27.11	62.08
RP 1	0.01	177.00	<u>1.77</u>
COSTO/DIA/VACA =			4196.12
			<u>x 120 DIAS</u>
COSTO TOTAL POR CUATRIMESTRE			503,520 (1 ^{er} subtotal)

RACION 2

INGREDIENTE	Kg	PRECIO/Kg	COSTO-ALIMENTO
RYE 2	14.53	215.75	3134.85
ALG 2	0.769	27.11	20.84
VID 2	2.23	27.36	61.01
RP 2	0.032	177.00	<u>5.66</u>
COSTO/DIA/VACA			3222.36
			<u>x 120 DIAS</u>
COSTO TOTAL POR CUATRIMESTRE			386,683.2 (2 ^o subtotal)

RACION 3

INGREDIENTE	Kg	PRECIO/Kg	COSTO- ALIMENTO
RYE 3	12.72	215.75	2744.34
ALG 3	1.09	27.36	29.82
VID 3	1.909	27.11	51.75
RP 3	0.2	177.00	<u>35.40</u>
COSTO/DIA/VACA			2861.31
			<u>x 65 DIAS</u>
COSTO TOTAL POR BIMESTRE			171,678.60 (3 ^{er} subtotal)

Continuación Cuadro 8

RACION SECAS

INGREDIENTE	Kg	PRECIO/Kg	COSTO FIJO
RYE 3	7.46	215.75	1609.49
VID 3	1.42	27.36	38.85
ALG 3	1.58	27.11	42.83
RP 3	0.027	177.00	4.78

COSTO/DIA/VACA

1695.95

x 65 DIAS

COSTO TOTAL POR BIMESTRE

110,236.75 (4° subtotal)

503,520.00

386,683.20

171,678.60

110,236.75

COSTO TOTAL

POR LACTANCIA 1,172,118.55 ÷ 6,350 Kg

COSTO/ Kg DE LECHE = 184.58

(POR CONCEPTO ALIMENTACION)

CUADRO 9

**COMPOSICION DE LAS DIETAS; COSTO DE LA ALIMENTACION EN LOS
DIFERENTES PERIODOS Y COSTO TOTAL PARA LACTANCIAS
EQUIVALENTES A 9,500 Kg**

RACION 1

INGREDIENTE	Kg	PRECIO/Kg	COSTO FIJO
RYE 1	17.72	215.75	3823.1
ZAN 1	3.36	161.53	542.74
ESP 1	0.038	217.39	8.26
SEM 1	3.0	398.14	1194.42
RP 1	0.011	177.0	1.94

COSTO/VACA/DIA

5570.46

x 120 DIAS

COSTO TOTAL POR CUATRIMESTRE

668,455.20 (1^{er} subtotal)

RACION 2

INGREDIENTE	Kg	PRECIO/Kg	COSTO FIJO
RYE 2	19.26	215.75	5628.5
SEM 2	0.76	398.14	302.58
VID 2	1.54	27.36	42.13
RP 2	0.03	177.00	5.31

COSTO/VACA/DIA

5978.52

x 120 DIAS

COSTO TOTAL POR CUATRIMESTRE

717,422.40 (2° subtotal)

RACION 3

INGREDIENTE	Kg	PRECIO/Kg	COSTO FIJO
ALFA 3	5.37	255.80	1373.64
SEM 3	2.63	398.14	1047.10
CALA 3	2.5	232.55	581.38
CONC 3	1.74	264.77	460.70

COSTO/VACA/DIA

3462.82

x 60 DIAS

COSTO TOTAL POR BIMESTRE

207,769.20 (3^{er} subtotal)

Continuación Cuadro 9

RACION SECAS

INGREDIENTE	Kg	PRECIO/Kg	COSTO FIJO
RYE 3	7.46	215.75	1609.49
VID 3	1.42	27.36	38.85
ALG 3	1.58	27.11	42.83
RP 3	0.027	177.00	<u>4.78</u>
COSTO/VACA/DIA			1695.95
			<u>x 65 DIAS</u>
COSTO TOTAL POR BIMESTRE			110,236.75 (4º subtotal)

	668,455.20	
	717,422.40	
	207,769.20	
	<u>110,236.75</u>	
COSTO TOTAL POR LACTANCIA	1,703,388.55	÷ 9,500 Kg

COSTO/Kg DE LECHE = 179.35
(POR CONCEPTO ALIMENTACION)

CUADRO 10

**RANGO DE PRECIOS EN QUE SE MANTENDRIAN INALTERADAS LAS
COMPOSICIONES DE LAS RACIONES OPTIMAS, PARA VACAS CON
NIVEL DE PRODUCCION EQUIVALENTE A 6,350 Kg POR LACTANCIA***

RACION 1

INGREDIENTE	INCLUSION EN Kg	COSTO ACTUAL	RANGO DE VARIACION DEL PRECIO DEL INSUMO	
			MINIMO	MAXIMO
RYE 1	18.62	215.75	87.99	252.57
ZAN 1	0.713	161.53	148.96	170.74
ALG 1	2.29	27.11	18.49	39.67
RP 1	0.01	177.00	90.55	1230.47

RACION 2

INGREDIENTE	INCLUSION EN Kg	COSTO ACTUAL	RANGO DE VARIACION DEL PRECIO DEL INSUMO	
			MINIMO	MAXIMO
RYE 2	14.53	215.75	25.17	218.63
ALG 2	0.769	27.11	0	730.00
VID 2	2.23	27.36	19.13	102.28
RP 2	0.032	177.00	0	1632.73

RACION 3

INGREDIENTE	INCLUSION EN Kg	COSTO ACTUAL	RANGO DE VARIACION DEL PRECIO DEL INSUMO	
			MINIMO	MAXIMO
RYE 3	12.72	215.75	176.86	255.92
ALG 3	1.909	27.11	0	27.36
VID 3	1.09	27.36	27.11	218.13
RP 3	0.2	177.00	0	215.88

RACION SECAS

INGREDIENTE	INCLUSION EN Kg	COSTO ACTUAL	RANGO DE VARIACION DEL PRECIO DEL INSUMO	
			MINIMO	MAXIMO
RYE 3	7.46	215.75	176.86	255.59
ALG 3	1.58	27.11	0	27.33
VID 3	1.41	27.36	27.13	218.13
RP 3	0.027	177.00	0	215.88

* Considerando cambios de uno a la vez.

CUADRO 11

RANGO DE PRECIOS EN QUE SE MANTENDRIAN INALTERADAS LAS COMPOSICIONES DE LAS RACIONES OPTIMAS, PARA VACAS CON NIVEL DE PRODUCCION EQUIVALENTE A 9,500 Kg POR LACTANCIA*

RACION 1

INGREDIENTE	INCLUSION EN Kg	COSTO ACTUAL	RANGO DE VARIACION DEL PRECIO DEL INSUMO	
			MINIMO	MAXIMO
RYE 1	17.72	215.75	107.46	243.70
ZAN 1	3.36	161.53	0	316.35
ESP 1	0.038	217.39	62.56	297.51
SEM 1	3.0	398.14	0	505.11
RP 1	0.011	177.00	0	969.50

RACION 2

INGREDIENTE	INCLUSION EN Kg	COSTO ACTUAL	RANGO DE VARIACION DEL PRECIO DEL INSUMO	
			MINIMO	MAXIMO
RYE 2	19.26	215.75	68.59	270.59
SEM 2	0.76	398.14	314.81	525.88
VID 2	1.54	27.36	0	120.86
RP 2	0.03	177.00	0	2331.54

RACION 3

INGREDIENTE	INCLUSION EN Kg	COSTO ACTUAL	RANGO DE VARIACION DEL PRECIO DEL INSUMO	
			MINIMO	MAXIMO
ALFA 3	5.37	255.80	0	284.55
SEM 3	2.63	398.14	362.58	1127.64
CALA 3	2.5	232.55	0	451.00
CONC 3	1.74	264.77	0	301.42

RACION SECAS

INGREDIENTE	INCLUSION EN Kg	COSTO ACTUAL	RANGO DE VARIACION DEL PRECIO DEL INSUMO	
			MINIMO	MAXIMO
RYE 3	7.46	215.75	176.86	255.59
ALG 3	1.58	27.11	0	27.33
VID 3	1.41	27.36	27.13	218.13
RP 3	0.027	177.00	0	215.88

* Considerando cambios de uno a la vez.

CUADRO 12

PRECIO ACTUAL Y PRECIO REQUERIDO PARA LA INCLUSION DE INSUMOS
NO UTILIZADOS EN LA DIETA* PARA VACAS CON
PRODUCCION DE 6,350 Kg Y 9,500 Kg/LACTANCIA

6,350 Kg/LACTANCIA

INSUMO	PRECIO ACTUAL	PRECIO REQUERIDO
ALFA 1	255.80	210.39
CALA 1	232.55	105.27
ESP 1	217.39	116.15
SEM 1	398.14	349.50
CONC 1	264.77	229.19
ALFA 2	255.80	252.41
ZAN 2	161.53	15.77
SEM 2	398.14	319.18
BAM 2	111.11	34.33
BAD 2	131.57	28.60
CONC 2	264.77	214.49
ALFA 3	255.80	215.62
SEM 3	398.14	215.66
CALA 3	232.55	27.36
CONC 3	264.77	215.78

9,500 Kg/LACTANCIA

INSUMO	PRECIO ACTUAL	PRECIO REQUERIDO
ALFA 1	255.80	195.32
CALA 1	235.55	168.49
CONC 1	264.77	237.76
ALG 1	27.11	- 127.00
ALFA 2	255.80	161.85
ZAN 2	161.53	38.00
ALG 2	27.11	- 134.47
BAM 2	111.11	54.02
BAD 2	131.57	41.65
CONC 2	264.77	237.36
RYE 3	215.75	75.52
ALG 3	27.11	- 276.05
VID 3	27.36	191.09
RP 3	177.00	- 1141.06

* Los valores presentados, son válidos en cambios de uno a la vez.

COMPARACION ENTRE EL APORTE Y EL REQUERIMIENTO NUTRICIONAL*
PARA VACAS CON LACTANCIAS DE 6,350 Kg.

RACION 1

	RYE 1	ZAN 1	ALG 1	RP 1	APORTE	REQUERIMIENTO	DIFERENCIA
Kg de M.S.	18.62	0.713	2.29	0.01	21.65	21.63	0.02
PC (Kg)	0.16	0.0958	0.064	0	1.63	0.5	1.13
ENE (Mcal)	1.39	1.73	1.12	0	8.5	8.5	0
FC (Kg)	0.17	0.0695	0.28	0	4.19	4.32	-0.13
Ca (g)	6.5	3.7	6.5	137.0	140.0	107.0	33.0
P (g)	3.2	3.2	1.2	316.0	68.0	68.0	0

RACION 2

	RYE 2	ALG 2	VID 2	RP 2	APORTE	REQUERIMIENTO	DIFERENCIA
Kg de M.S.	14.53	0.769	2.23	0.032	17.56	20.3	-2.79
PC (Kg)	0.16	0.064	0.093	0	0.628	0.5	0.128
ENE (Mcal)	1.39	1.12	1.76	0	8.5	8.5	0
FC (Kg)	0.17	0.28	0.1067	0	3.04	4.06	-1.02
Ca (g)	6.5	6.5	1.0	137.0	100.0	95.0	5.0
P (g)	3.2	1.2	1.0	316.0	60.0	60.0	0

RACION 3

	RYE 3	ALG 3	VID 3	RP 3	APORTE	REQUERIMIENTO	DIFERENCIA
Kg de M.S.	12.72	1.909	1.09	0.200	15.92	15.92	0
PC (Kg)	0.16	0.064	0.093	0	1.14	0.5	0.64
ENE (Mcal)	1.39	1.12	1.76	0	16.25	8.5	7.75
FC (Kg)	0.17	0.28	0.1067	0	3.1	3.1	0
Ca (g)	6.5	6.5	1.0	137.0	123.0	70.0	53.0
P (g)	3.2	1.2	1.0	316.0	107.0	44.0	63.0

RACION SECAS

	RYE 3	ALG 3	VID 3	RP 3	APORTE	REQUERIMIENTO	DIFERENCIA
Kg de M.S.	7.46	1.58	1.41	0.027	10.49	11.30	-0.81
PC (Kg)	0.16	0.064	0.093	0	1.42	1.26	0.13
ENE (Mcal)	1.39	1.12	1.76	0	14.64	13.16	1.18
FC (Kg)	0.17	0.28	0.1067	0	2.10	2.10	0
Ca (g)	6.5	6.5	1.0	137.0	64.0	44.0	20.0
P (g)	3.2	1.2	1.0	316.0	36.0	36.0	0

* Para proteína y energía, los valores en la columna de requerimiento indican el valor de los mismos para mantenimiento; por ejemplo en el caso de ENE el nivel requerido es de 8.5 Mcal, y el aporte 8.5 Mcal, lo que indica que la ración proporciona la energía de mantenimiento más la requerida para ese nivel de producción.

CUADRO 14

COMPARACION ENTRE EL APORTE Y EL REQUERIMIENTO NUTRICIONAL*
PARA VACAS CON LACTANCIAS DE 9,500 Kg.

RACION 1

	RYE 1	ZAN 1	ESP 1	SEM 1	RP 1	APORTE	REQUERIMIENTO	DIFERENCIA
Kg de M.S.	17.72	3.36	0.038	3.0	0.011	24.13	24.13	0
PC (Kg)	0.16	0.958	0.3340	0.194	0	0.5	0.5	0
ENE (Mcal)	1.39	1.73	1.53	1.99	0	8.5	8.5	0
FC (Kg)	0.17	0.0695	0.1279	0.28	0	4.09	4.6	-0.51
Ca (g)	6.5	3.7	1.0	1.5	137.0	148.0	148.0	0
P (g)	3.2	3.2	1.0	7.0	316.0	92.0	92.0	0

RACION 2

	RYE 2	SEM 2	VID 2	RP 2	APORTE	REQUERIMIENTO	DIFERENCIA
Kg de M.S.	19.26	0.76	1.54	0.03	21.59	21.59	0
PC (Kg)	0.16	0.194	0.093	0	0.5	0.5	0
ENE (Mcal)	1.39	1.99	1.76	0	8.5	8.5	0
FC (Kg)	0.17	0.28	0.1067	0	3.65	4.10	-0.45
Ca (g)	6.5	1.5	1.0	137.0	131.0	121.0	10.0
P (g)	3.2	7.0	1.0	136.0	78.0	78.0	0

RACION 3

	ALFA 3	SEM 3	CALA 3	CONC 3	APORTE	REQUERIMIENTO	DIFERENCIA
Kg de M.S.	5.37	2.63	2.5	1.74	12.24	17.8	-5.56
PC (Kg)	0.1451	0.194	0.29	0.1446	0.5	0.5	0
ENE (Mcal)	1.33	1.99	1.48	1.41	8.76	8.5	0.26
FC (Kg)	0.3329	0.28	0.1067	0.13	2.95	3.38	-0.43
Ca (g)	1.3	1.5	1.0	5.0	85.00	85.00	0
P (g)	2.0	7.0	1.0	14.0	56.00	56.00	0

RACION SECAS

	RYE 3	ALG 3	VID 3	RP 3	APORTE	REQUERIMIENTO	DIFERENCIA
Kg de M.S.	7.46	1.58	1.41	0.027	10.49	11.30	-0.81
PC (Kg)	0.16	0.064	0.093	0	1.42	1.26	0.13
ENE (Mcal)	1.39	1.12	1.76	0	14.64	13.16	1.23
FC (Kg)	0.17	0.28	0.1067	0	2.10	2.10	0
Ca (g)	6.5	6.5	1.0	137.0	64.0	44.0	20.0
P (g)	3.2	1.2	1.0	316.0	36.0	36.0	0

* Para proteína y energía, los valores en la columna de requerimiento indican el valor de los mismos para mantenimiento; por ejemplo en el caso de ENE el nivel requerido es de 8.5 Mcal y el aporte 8.5 Mcal, lo que indica que la ración proporciona la energía de mantenimiento más la requerida para ese nivel de producción.

CUADRO 15

RANGO EN QUE SE MANTIENE VIGENTE EL PREMIO O CASTIGO APLICABLE
A RELAJAR LAS RESTRICCIONES EN UNA UNIDAD (RACIONES PARA
VACAS CON NIVELES DE PRODUCCION DE 6,350 Kg) *,**

RESTRICCION	NIVEL ACTUAL	CASTIGO O PREMIO POR UNIDAD	RANGO EN QUE ES VALIDO EL CASTIGO O PREMIO	
			MINIMO	MAXIMO
CV 1 (Kg)	21.63	89.4	21.06	21.75
ENE 1 (Mcal)	8.5	217.6	8.29	9.29
PC 1 (Kg)	0.5	0	NO EXISTE	1.06
MNFC 1 (kg)	3.24	0	NO EXISTE	4.19
MXFC 1 (Kg)	4.32	0	4.19	NO EXISTE
MNCA 1 (Kg)	0.107	0	NO EXISTE	0.14
MNP 1 (Kg)	0.068	841.73	0.06	0.24
CV 2 (Kg)	20.30	0	17.56	NO EXISTE
ENE 2 (Mcal)	8.5	124.03	7.23	11.02
PC 2 (Kg)	0.5	0	NO EXISTE	0.628
MNFC 2 (Kg)	3.04	244.42	2.73	3.93
MXFC 2 (Kg)	4.06	0	3.04	NO EXISTE
MNCA 2 (Kg)	0.095	0	NO EXISTE	0.106
MNP 2 (Kg)	0.06	0	0.05	0.92
CV 3 (Kg)	15.92	215.88	13.84	19.55
ENE 3 (Mcal)	8.5	0	NO EXISTE	16.25
PC 3 (Kg)	0.5	0	NO EXISTE	1.14
MNFC 3 (Kg)	2.40	0	NO EXISTE	3.1
MXFC 3 (Kg)	3.10	0.77	2.48	3.45
MNCA 3 (Kg)	0.07	0	NO EXISTE	0.12
MNP 3 (Kg)	0.044	0	NO EXISTE	0.10

* Considerando cambios en los valores de uno a la vez.

** Los valores de 0 en la columna castigo o premio por unidad significan que la restricción no está en su límite por lo que al haber holgura, no existe castigo o premio si se requiere usar más o menos, dentro de un cierto rango.

RANGO EN QUE SE MANTIENE VIGENTE EL PREMIO O CASTIGO APLICABLE
AL RELAJAR LAS RESTRICCIONES EN UNA UNIDAD (RACIONES PARA
VACAS CON NIVELES DE PRODUCCION DE 9,500 Kg)*,**

RESTRICCION	NIVEL ACTUAL	CASTIGO O PREMIO POR UNIDAD	RANGO EN QUE ES VALIDO EL CASTIGO O PREMIO	
			MINIMO	MAXIMO
CV 1 (Kg)	24.13	492.98	24.01	24.26
EVE 1 (Mcal)	8.5	433.83	7.42	8.65
PC 1 (Kg)	0.5	618.32	0.49	0.59
MNFC 1 (Kg)	3.6	0	NO EXISTE	4.09
MXFC 1 (Kg)	4.6	0	4.09	NO EXISTE
MNCA 1 (Kg)	0.148	0	NO EXISTE	0.148
MNP 1 (Kg)	0.092	2116.85	0.09	0.626
CV 2 (Kg)	21.59	464.75	21.027	21.861
EVE 2 (Mcal)	8.5	103.26	7.886	9.483
PC 2 (Kg)	0.5	3315.47	0.383	0.637
MNFC 2 (Kg)	3.2	0	NO EXISTE	3.651
MXFC 2 (Kg)	4.1	0	3.651	NO EXISTE
MNCA 2 (Kg)	0.121	0	NO EXISTE	0.132
MNP 2 (Kg)	0.078	2027.65	0.0682	0.3312
CV 3 (Kg)	17.8	0	12.243	NO EXISTE
EVE 3 (Mcal)	8.5	0	NO EXISTE	8.760
PC 3 (Kg)	0.5	2150.49	0.475	0.731
MNFC 3 (Kg)	2.67	0	NO EXISTE	2.957
MXFC 3 (Kg)	3.38	0	2.957	NO EXISTE
MNCA 3 (Kg)	0.085	4040.26	0.044	0.1088
MNP 3 (Kg)	0.056	1856.40	0.038	0.079

* Considerando cambios en los valores de uno a la vez

** Los valores de 0 en la columna (castigo o premio por unidad) significan que la restricción no está en su límite por lo que al haber holgura, no existe castigo o premio si se requiere usar más o menos.

LITERATURA CITADA

1. BANCO DE MEXICO: Indicadores Económicos. Junio de 1989. México, D. F., 1989.
2. BANCO DE MEXICO: Informe Anual 1988. México, D.F., 1989.
3. BARSOV, A. S.: ¿Que es la Programación Lineal? Editorial MIR. Moscú, 1977.
4. BENEKE, R.R. Y WINTERBOER, R.: Linear programming applications to agriculture. The Iowa State University Press. Ames, Iowa. U.S.A., 1973.
5. CERECEDO, J., ROJAS, A., SIMON, N. y ZUBIETA, J.: Programación Lineal (Teoría y práctica), Fac. de Contaduría y Administración, U.N.A.M., México, D.F., 1987.
6. CUEVAS, S.: Situación y perspectivas de la producción intensiva de leche. Memorias del Seminario Internacional sobre producción intensiva de leche. Comarca Lagunera, 1987. Pags. 15-21. División de divulgación y publicaciones de F.I.R.A. México (1988).
7. DEAN, W. G., 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 Foundation monograph, 31:31-39, December, 1972.
8. DOWLING, E. T.: Matemáticas para Economistas. 1ª Ed. McGraw-Hill. México, 1982.
9. ETGEN, M. W. y REAVES, M. P.: Ganado Lechero. Alimentación y Administración. LIMUSA. México, 1985.
10. FOLEY, R. C., BATH, D. L., DICKINSON, F. N. and TUCKER, H. A.:

Dairy Cattle Principles, Practices, Problems and Profits.
Lea & Febiger. Philadelphia, U.S.A., 1972.

11. MEXICO-HOLSTEIN: Ganaderías con producción de 7000 o más Kilogramos. Vol.19, 2:48, (1988)
12. MUNOZ, B. R.: La programación lineal aplicada a la formulación de raciones. Tesis de licenciatura. E.N.A. Chapingo, México, 1968.
13. NATIONAL RESEARCH COUNCIL: Nutrient Requirements for Dairy Cattle. 6th Ed. U.S.A., 1989.
14. SANCHEZ DE A., A.: Determinación del nivel de producción lactea correspondiente al óptimo económico en dos explotaciones intensivas del Valle de México. Tesis de maestria. Fac. de Med. Vet. y Zoot. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F., 1988.
15. SUBSECRETARIA DE DESARROLLO Y FOMENTO AGROPECUARIO: Programa Pecuario, S.A.R.H. México, D. F., 1988.
16. TRUJILLO, F. B.: Métodos Matemáticos en la Nutrición Animal. 2ª Ed. McGraw-Hill, México, 1987.