

La programación lineal en la selección de alternativas de alimentación animal¹

Linear programming applied to alternatives selection of animal feeding

Fátima Urdaneta²
Angel Casanova²
Mario Urdaneta³
Alonso del Villar³

Resumen

La programación lineal es un método cuantitativo de análisis que permite minimizar los costos al seleccionar entre varias alternativas de alimentación, la combinación que satisfaga los requerimientos nutritivos de los rebaños. Con este objetivo se realizó una investigación en la zona de "El Laberinto" Estado Zulia, donde los sistemas de producción predominantes son de doble propósito (vaca - maute). Las fincas fueron clasificadas por la carga animal: 1 - 1.5 y 2 UA/ha, por el tamaño: 100 - 150 y 300 ha y por el nivel productivo de los animales en ordeño: 4 - 6 - 8 - 10 kilos de leche por vaca por día (kg/vaca). Se realizaron los presupuestos de cada alternativa de alimentación considerando solo los costos en efectivo y con datos del primer trimestre del año 92, estructurándose una matriz con la oferta de proteína cruda, nutrientes digestibles totales y materia seca para cuatro épocas del año y para cada alternativa. El programa seleccionó las mismas alternativas y en aproximadamente las mismas proporciones para los diferentes tamaños de fincas. El área fertilizada aumentó con la carga animal; las alternativas de pasto bajo riego fueron seleccionadas en todos los sistemas (entre 0.1 y 11.5 ha en fincas de 100 ha), aumentando con la carga animal y el nivel productivo y siendo mas importante en época seca. La alternativa de pasto diferido es seleccionada para todas las cargas animales pero solo para los niveles de producción de 4 y 6 kg/vaca/día. En el nivel más productivo y de mayor carga animal (10 kg/vaca y 2 UA/ha), el programa selecciona la compra de sorgo como una de las alternativas más económicas. El porcentaje de participación de los

Recibido el 27-06-94 • Aceptado el 10-12-94

1 Proyecto No. 1427-88 subvencionado por el Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico (CONDES) de La Universidad del Zulia.

2 Postgrado en Producción Animal. Facultad de Agronomía (LUZ). Apartado Postal 15205. Maracaibo - Venezuela

3 Facultad de Agronomía

costos con respecto al valor de la producción bruta aumenta con la carga animal y disminuye con el nivel productivo.

Palabras claves: Programación lineal, alimentación animal.

Abstract

Linear programming is a quantitative method of analysis that allows to minimize cost by selecting among different alternatives of feeding, the most economical combination that meet the nutritive requirements of cattle. This was the main objective of a research conducted in "El Laberinto" region in Zulia state, where the predominant production system is the double - purpose one (cow-calf). Farms were classified according to the stocking rate 1 - 1.5 - and 2 AU.ha⁻¹ ; to the size 100 - 150 and 300 ha and to the productive level of milking animals: 4 - 6 - 8 y 10 milk kg.cowday⁻¹ . Budgets were made for each feeding alternatives taking into account only cash costs and using data from the first quarter of 1992, building up a matrix with crude protein content, total digestible nutrients and dry matter offer for four seasons a year and for each alternative. The program selected the same alternatives in approximately the same percentage for the different farm sizes. The fertilized area increased with the stoking rate. Irrigating grass alternatives were selected in all the systems (0.1 - 11.5 ha in 100 ha farm) increasing with the stoking rate and the productive level, being more important during the dry season. The deferred grass alternative is selected for all the stocking rate but only for production levels of 4 and 6 kg.cow⁻¹ . In the most productive level and the highest stoking rate (10 kg.cow⁻¹ and 2 AU.ha⁻¹) the program selected to buy sorghum as a more economical choice. The percentage of cost participation regarding the gross production value increases with the stocking rate and decreases with the production level.

Key words: Linear programming, animal feeding.

Introducción

La programación lineal es una técnica de Investigación de Operaciones que permite la optimización de los recursos, bien sea por minimización de una función objetivo basada en los costos o por la maximización de la ganancia expresada en términos monetarios. Ha sido utilizada ampliamente (1,14,16), y en todos los casos se

trata de representar en un sistemas de ecuaciones las restricciones de los recursos disponibles para cada actividad a ser evaluada.

En producción animal se usa como técnica para minimizar los costos y balancear raciones (1), logrando así la mejor combinación de ingredientes. Se pretende en este estudio realizar un análisis

mas amplio incluyendo alternativas de producción de forrajes con el objetivo de minimizar los costos de alimentación de los rebaños de sistemas de fincas representativas de doble propósito (vaca - maute) clasifi-

cadas por el tamaño y la carga animal. Esta selección de alternativas a través de la programación lineal además debe satisfacer los requerimientos de los animales para diferentes niveles productivos.

Materiales y métodos

1.- Ubicación de área de estudio.

La zona de estudio abarcó un área extensa de la altiplanicie de Maracaibo conocida como sector "El Laberinto", del municipio Jesus Enrique Lossada, situada a 10°31' 15" de latitud norte y 72°31' 00" de latitud oeste (2).

El bosque y la vegetación corresponden al bosque seco tropical según Holdrige (5); con una precipitación que varía de 700 a 1.740 mms/año distribuidos en dos periodos de lluvias bien definidos.

2.- El sistema de producción

El sistema de producción más representativo de la zona es el correspondiente al sistema de producción de doble propósito vaca - maute, diferenciado principalmente por el tamaño de la finca, la permanencia del productor, el tipo de mano de obra y la tecnología utilizada. Como característica fundamental se detectó la intencionalidad del productor de producir leche y vender los mautes después del destete (6).

3.- Metodología de análisis

Se estructuró una matriz de datos con la oferta nutricional de cada alternativa de alimentación y producción de forrajes (Tabla 1), expresada en términos de proteína

cruda (PC), nutrientes digestibles totales (NDT) y materia seca (MS) para cada una de las 4 épocas en que se dividió el año, tomando como criterio la distribución de la precipitación en la zona de estudio (Figura 1).

Para cada una de las alternativas se realizó un presupuesto (Tabla 2) donde se consideran los costos anuales en efectivo (8) por hectárea o por tonelada que originó la ejecución de cada una de ellas. Esta metodología está basada en investigaciones realizadas la costa occidental del Lago (14 y 16), los contenidos nutricionales de las alternativas de producción con pasto guinea (*Panicum maximum*, Jacq) se tomaron de la información generada por investigaciones en pasto guinea (3,4,9,11,13,15), obteniéndose el comportamiento cualitativo y cuantitativo promedio del pastizal (Tablas 3 y 4).

Las restricciones del programa lo constituyen los requerimientos nutricionales por épocas de cada rebaño perteneciente a cada una de los grupos de fincas (Tabla 5), las cuales fueron clasificadas por su tamaño (100, 150 y 300 ha), por la carga animal que soportan (1, 1.5 y 2 UA/ha) y por el nivel productivo de las vacas en ordeño (4,6,8, y 10 kg/vaca, lo que origina 36 grupos de fincas representativas del

**Cuadro 1. Estructura de la matriz de programación lineal.
Alternativas (columnas).**

1.- Alternativas con pasto guinea (*Panicum maximum* Jacq):

- MANTEN: mantenimiento del pastizal
- FERTILIZ: fertilización con 100 kg/ha de urea y 50 de Kg/ha de superfosfato triple.
- RIEGOGUI: riego del pasto guinea (los animales pastorean el área regada).
- HENO1: henificación una vez al año.
- HENO2: henificación dos veces al año.
- SILO1: ensilaje una vez al año.
- SILO2: ensilaje dos veces por año.
- PDIF : pasto diferido (los potreros se fertilizan y se cierran luego de la época de lluvias y se utilizan en la época seca).
- RIE-HEN : regar guinea para henificar.
- G.CORTE : guinea de corte bajo riego.
- ALIM-HEN : alimentar con Heno.
- ALIM-SIL : alimentar con silo.

2.- Cultivos:

- SILOMAI* : maíz para ensilar.
- SORGOF : sorgo forrajero.
- P.CORTE* : pasto de corte bajo riego.
- YUCASEC* : Yuca de secano.
- YUCARIE* : Yuca bajo riego .

3.- Compra de concentrados*:

- MELAZA: compra de melaza.
 - MEL - UREA: mezcla de melaza - Urea.
 - CONCENT: concentrado comercial.
 - SORGO: sorgo.
 - HMAIZ: harina de maíz.
 - HSOYA: harina de soya.
 - HARROZ: harina de arroz.
-

* Se consideraron para las cuatro épocas en que se dividió el año.

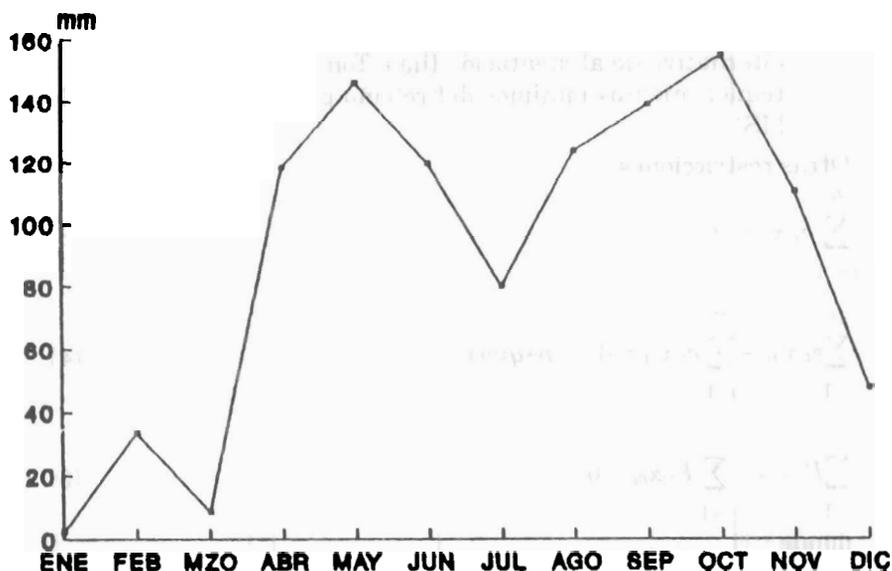


Fig. 1 Distribución de la precipitación del sector "El Laberinto". Promedio de 9 años. (10)

área de estudio y para cada una de ellas se ejecutó el programa.

3.1.- Modelo matemático.

El modelo de programación lineal es determinístico y está basado en la siguiente expresión matemática:

$$\text{Minimizar } Z = C_1 X_1 + C_2 X_2 + \dots + C_n X_n \quad (1)$$

donde:

Z = costo mínimo (función objetivo)

X_i = cantidad de la alternativa de alimentación i a ser usada (ha o Tcn)

C_i = costo por unidad de cada alternativa i (Bs/ha o Bs/Ton)

Sujeto a las siguientes restricciones:

$$\begin{aligned} a_{11} x_1 + a_{12} x_2 + \dots + a_{1n} x_n &\geq b_1 \\ a_{21} x_1 + a_{22} x_2 + \dots + a_{2n} x_n &\geq b_2 \end{aligned}$$

(2)

$$\begin{aligned} a_{m1} x_1 + a_{m2} x_2 + \dots + a_{mn} x_n &\geq b_m \\ a_{m1} x_1 + a_{m2} x_2 + \dots + a_{mn} x_n &\geq b_m \end{aligned}$$

donde:

a_{ij} = aporte nutricional de cada alternativa para cada época (kg/ha o kg/Ton de PC, NDT o MS)

x_i = alternativa de alimentación (ha o Ton)

b_i = requerimientos mínimos del rebaño por época (kg de PC, NDT y MS)

Otras restricciones:

$$\sum_{i=1}^n h_i x_i \leq t \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^p e_i x_{ai} - \sum_{i=1}^q e_i x_{ci} = 0 \quad (p+q=n) \quad (4)$$

$$\sum_{i=1}^p P_i x_{ai} - \sum_{i=1}^q P_i x_{ci} = 0 \quad (5)$$

donde :

h_i = número de hectáreas bajo la alternativa "n"

x_i = alternativa de alimentación o producción de forrajes.

t = tamaño de la finca

e_i = aporte energético (kg NDT/Ton) de la alternativa de conservación o alimentación seleccionada

x_a = alternativa de alimentación seleccionada.

x_{ci} = alternativa de conservación seleccionada

P_i = aporte proteico (kgs PC/ton) de la alternativa de conservación o alimentación seleccionada.

$$\sum_{i=1}^n P_i x_{mu_i} \leq 0.3\% \quad (6)$$

donde:

P_i = kgs de proteína cruda aportados por cada tonelada de mezcla melaza - úrea

x_{mu_i} = toneladas de mezcla melaza - úrea

0.3 %= porcentaje con respecto al total de la ración

Resultados y discusión

La Tabla 6 muestra la selección de alternativas que realizó el programa para una finca de 1,5

UA/ha y 8 kg/vaca, donde se puede observar que para los diferentes tamaños de fincas se selecciona-

Cuadro 2. Costos operativos y producción estimada asociados al mantenimiento y fertilización de 1 hectárea de (*Panicum maximum*, Jacq).

Costos operativos				
Descripción	Unidad	Bs/unid	Cantidad	Subtotal
Mantenimiento ¹	Ha	1850,00	1,00	1850,00
Urea	Kg	4,46	200,00	842,00
Aplicación Fertilizante ²	Kg	6,10	50,00	305,00
Total costos operativos Bs/ha				3487,00
Producción (Kg/ha)				
Epoca	NDT	PC	MS	
1	1304	209	3024	
2	797	140	1442	
3	726	110	1311	
4	991	158	1906	

1 El mantenimiento incluye los costos de limpieza de cercas, control de malezas bianual y reparaciones.

2 Esta aplicación es mecánica, se considera la maquinaria alquilada

Cuadro 3. Distribución estacional de la producción de materia seca del pasto guinea (*Panicum maximum*, Jacq)

EPOCA	MESES	MATERIA SECA (%)
E1	Dic - Abr	39,36
E2	May - Jun	18,77
E3	Jul - Ago	17,06
E4	Sep - Nov	24,81
Total		100 %

Cuadro 4. Comportamiento cualitativo estacional del pasto guinea (*Panicum maximum* jacq)

EPOCA	MESES	PC (%)	NDT (%)
E1	Dic - Abr	6,90	43,13
E2	May - Jun	9,72	55,29
E3	Jul - Ago	8,42	55,35
E4	Sep - Nov	8,27	51,98

**Cuadro 5. Estructura de la matriz de programación lineal.
Restricciones (hileras).**

1.- Energía.

Los requerimientos de energía están expresados en kg de nutrientes digeribles totales necesarios para cada rebaño en cada una de las épocas del año:

NDT1
NDT2
NDT3
NDT4

2.- Proteína.

Los requerimientos de materia seca están expresados en kg de proteína cruda necesarios para cada rebaño en cada una de las épocas del año:

PC1
PC2
PC3
PC4

3.- Materia seca.

Los requerimientos de materia seca están expresados en kg de materia seca necesarios para cada rebaño en cada una de las épocas del año:

MS1
MS2
MS3
MS4

4.- Otras restricciones.

4.1.- Estas restricciones obligan al programa a utilizar dentro del sistema todo el heno o silaje producido en el caso que seleccione cualquiera de estas dos alternativas

NDTSILO
NDTHENO
PCSILO
PCHENO

4.2.- Existen otras restricciones para la cantidad de proteína cruda equivalente o proveniente de la selección de la alternativa melaza - úrea en cualquiera de las cuatro épocas del año y la cual no debe exceder el 0.3% de la ración:

PCUREA1
PCUREA2
PCUREA3
PCUREA4

4.3.- La última restricción significa que la suma de las hectáreas utilizadas para cada alternativa no debe exceder el tamaño de la finca:

TAMAÑO

Cuadro 6. Alternativas seleccionadas para fincas de 1,5 UA/ha y 8 Kg/vaca

Alternativa	Unidad	Tamaño de la Finca. (ha)		
		100	150	300
Manten.	ha	53,96	31,91	34,18
Fertiliz	ha	39,01	63,75	60,88
G.corte 1	ha	3,86	3,32	3,47
G.corte 3	ha	1,13	0,25	0,45
P.corte	ha	1,72	-	0,33
Sup.utiliz.	ha	100	100	100
%vpb	% ¹	12,57	12,55	12,74

1 Se refiere al porcentaje que ocupan los costos de alimentación en relación al valor de la producción bruta estimada.

ron las mismas alternativas y en aproximadamente las mismas proporciones. Si se observan las composiciones de los rebaños promedios para los tres tamaños de fincas considerados en el análisis (Tabla 7), se puede explicar este resultado, puesto que entre tamaños de fincas existe poca diferencia en cuanto a la cantidad de animales pertenecientes a cada categoría. Estas composiciones de rebaño fueron producto de la información conseguida en la zona para los tres tamaños de finca, en todas, la intencionalidad del productor es producir leche y vender los mautes al destete.

Se observa que el porcentaje de participación de los costos originados por el grupo de alternativas de alimentación seleccionadas por el programa con respecto al valor de la producción bruta estimada (%VPB) es aproximadamente el mismo para los

diferentes tamaños de finca. Esto sucede para todas las combinaciones de carga y nivel productivo.

Al analizar los cambios ocasionados por variaciones en la carga a manejar dentro de cada sistema (modelos para fincas de 100 ha) se observa un aumento de la superficie fertilizada a medida que aumentamos la carga, que llega hasta 86.9 ha en fincas que manejan 2 UA/ha (Tabla 8). Los niveles de carga animal más altos son más exigentes en las necesidades de materia seca, por lo tanto la estrategia de fertilización entra dentro de estos sistemas para suplir estas necesidades del rebaño, pues el pasto guinea (*Panicum maximum*, Jacq) responde violentamente a la fertilización nitrogenada (13,15,16).

Se puede observar también un aumento del %VPB con respecto a aumentos en la carga animal, lo

Cuadro 7. Composición de los rebaños para diferentes tamaños de fincas

Tipo de animal	Tamaño(ha)		
	100 %	150 %	300 %
Vacas de ordeño	36,06	26,57	30,22
Vacas secas	16,53	13,37	8,47
Becerras ¹	33,19	26,30	32,08
Mautas ²	6,71	17,69	11,73
Mautes ²	-	3,21	4,67
Novillas ³	5,67	11,50	10,87
Toros	1,84	1,36	1,96

1 Hasta 120 kg

2 Mayores de 120 kg y hasta 280 kg

3 Mayores de 280 kg y hasta 350 kg

Tabla 8. Alternativas seleccionadas para un nivel productivo de 4 kg/vaca y diferentes cargas animales.

Alternativa	Unidad	Carga(UA/ha)		
		1	1,5	2
Manten.	ha	87,83	40,81	-
Fertiliz.	ha	-	51,11	86,91
P.dif.	ha	3,97	6,15	8,09
G.corte1	ha	1,30	1,92	3,78
Sup.utiliz.	ha	93,11	100	100
%vpb	ha	15,86	15,68	17,90

que indica que las necesidades de materia seca son suplidas por alternativas que implican altos costos operativos (alquiler de maquinaria, fertilizantes, mano de obra y otros).

La Tabla 9 muestra que para satisfacer los requerimientos y po-

der mantener los niveles productivos de 10 kg/vaca se hace necesario comprar sorgo cuando la carga es mayor de 1,5 UA/ha, además se puede observar que las alternativas de pasto bajo riego (G.CORTE1, G.CORTE3, G.CORTE4, RIEGO-

Cuadro 9. Alternativas seleccionadas para un nivel productivo de 10 kg/vaca y diferentes cargas animales.

Alternativa	Unidad	Carga Animal(UA/ha)		
		1	1,5	2
Manten.	ha	62,54	74,43	23,82
Fertiliz.	ha	-	10,90	56,16
Riegogui.	ha	0,11	0,38	1,5
G.corte1	ha	3,98	5,71	7,51
G.corte3	ha	2,55	3,73	4,74
G.corte4	ha	1,12	1,78	2,6
P.corte	ha	2,21	-	4,0
Sorgo	Ton	-	7,64	7,73
Sup.utiliz.	ha	72,25	100	100
%vpb	ha	13,52	13,72	14,33

GUI y P.CORTE) son seleccionadas por el programa en todas las cargas animales consideradas, aunque en pequeñas superficies. En la práctica, esto significa que no se puede producir leche a estos niveles basándose exclusivamente en el pastoreo.

Cuando fijamos la carga en 1 UA/ha se observa como el cambio más importante en la selección de alternativas, es la no inclusión de la práctica de fertilización y una disminución de las hectáreas bajo mantenimiento (Tabla 10), también se aprecia una disminución en la cantidad total de hectáreas utilizadas dentro del sistema, ya que el programa considera que mantener una pequeña parte de la finca con pastos bajo riego (hasta 6.8 ha para el nivel productivo de 10 kg/vaca) es más económico que

usar toda la finca, lo que sugiere la posibilidad de que el productor pueda tomar la decisión de mantener más tiempo los mautes y así venderlos a mayor peso.

Si se analiza el porcentaje que ocupan estos costos con respecto al valor de la producción bruta estimada se puede observar una mayor eficiencia en los niveles de producción de 6 y 8 kg/vaca y una tendencia descendente del %VPB con respecto a los niveles productivos más altos, ya que a mayor nivel productivo mayor ingreso bruto y menor costo promedio.

La Tabla 11 muestra de nuevo que cuando la carga animal es elevada, la fertilización es la alternativa más importante. Esto coincide con las investigaciones realizadas en el área (12), donde la fertilización es necesaria en los sistemas

Cuadro 10. Alternativas seleccionadas para una carga de 1 ua/ha y diferentes niveles productivos.

Alternativa	Unidad	Nivel productivo (Kg/Vaca) (A)			
		4	6	8	10
Manten.	ha	87.8	90.1	82.9	62.5
Riegogui	ha	-	-	-	0.11
P.dif.	ha	3.97	2.7	-	0.11
G.corte1	ha	1.3	2.0	2.0	3.98
G.corte3	ha	-	-	0.8	2.5
G.corte4	ha	-	0.3	0.2	1.1
P.corte	ha	-	-	-	2.2
Sup.utiliz.	ha	93.1	95.1	87.7	72.5
%vpb	ha	15.86	11.95	12.33	13.50

Cuadro 11. Alternativas seleccionadas para una carga de 2 UA/ha y diferentes niveles productivos

Alternativa	Unidad	Nivel productivo (Kg/Vaca)			
		4	6	8	10
Manten.	ha	-	-	-	23,8
Fertiliz	ha	86,9	88,7	88,6	56,2
Riegogui	ha	-	-	-	1,5
P.dif.	ha	8,1	3,8	-	-
G.corte1	ha	3,8	4,8	6,0	7,5
G.corte3	ha	-	0,6	1,9	4,7
G.corte4	ha	-	-	0,3	2,3
P.corte	ha	1,2	2,2	3,1	4,0
Sorgo1	ha	-	-	-	7,7
Sup.utiliz.	ha	100	100	100	100
%vpb	ha	17,90	14,70	13,20	14,30

que manejan altas cargas animales. Sin embargo cuando se trata de mantener niveles de productividad de 10 kg/vaca esta alternativa es sustituida por otras actividades, como la compra de sorgo en la época

1 y el mantenimiento de una parte de la superficie bajo riego (hasta un 11.5 ha) principalmente en los meses de diciembre a abril (E1).

La tendencia del %VPB se sigue manteniendo, ya que los sis-

temas mas productivos son los mas eficientes, sin embargo esta afirmación es válida cuando sólo consideramos los costos variables; un análisis más amplio, considerando los costos fijos podría cambiarla.

La alternativa de pasto diferido es seleccionada en todas las cargas pero solo para los niveles productivos de 4 y 6 kg/vaca (Tablas 10 y 11), donde las exigencias proteicas y energéticas no son tan elevadas. Esta es una alternativa de alta oferta de materia seca pero de baja calidad (3).

Aunque el programa considera mas económico mantener unas hectáreas con pasto bajo riego, que en el caso mas exigente (2 UA/ha y 10 kg/vaca) llega a 11.5 ha (7.5 ha G.CORTE + 4 ha P.CORTE); esto no se corresponde con lo que tradicionalmente se ha venido manejando en la zona que es la alternativa de henificación como la mas viable (12).

Es de hacer notar que el programa realiza un análisis matemático y que solo se consideraron en los presupuestos (Tabla 12), los costos operativos (costos variables en efectivo) de cada alternativa, lo

que favoreció la selección de estas actividades, puesto que los costos fijos son los que más afectan la puesta en práctica de este tipo de alternativas; por lo tanto la solución óptima se hace factible en la medida que el productor tenga a su disponibilidad estos equipos, ya que los programas se diseñaron bajo esta premisa y no sobre la base de nuevas inversiones.

El análisis de los costos reducidos indica que la función objetivo se mejoraría con una selección mayor de actividades como, el mantenimiento del pastizal, la henificación, la alimentación con heno en época seca, la suplementación con urea - melaza y la compra de harina de maíz; por otro lado al analizar las actividades duales referidas a las hileras o restricciones, se observa que un aumento en las restricciones de materia seca y proteína cruda mejoraría también el valor de la función objetivo, sin embargo las limitantes biológicas del animal y los costos por hectárea o por tonelada de las alternativas antes mencionadas impiden una selección mayor de las mismas.

Conclusiones y recomendaciones

- 1.- El programa selecciona las mismas alternativas y en aproximadamente las mismas proporciones para los diferentes tamaños de fincas.
- 2.- En los modelos para fincas de 100 ha se observó que :
 - 2.1.- El área fertilizada aumenta con la carga (hasta

- 86.9 ha en carga animal de 2 UA/ha)..
- 2.2.- Las alternativas de pasto bajo riego fueron seleccionadas en todos los sistemas entre 0.1 y 11.5 ha, aumentando con la carga animal y el nivel produc-

Cuadro 12. Costos operativos y producción estimada asociados mantenimiento, fertilización y riego de 1 hectárea de pasto Guinea (*Panicum maximum*, Jacq).

Costos operativos				
Descripción	Unidad	Bs/unid	Cantidad	Subtotal
Mantenimiento	Ha	1850,00	1,00	1850,00
Urea (7 pastoreos x 100 Kg)	Kg	4,46	700,00	3122,00
SPT (2 aplicaciones)	Kg	6,61	100,00	661,00
Aplic.Fert.(7 apl x 0,88)	Kg	500,00	6,20	3080,00
Riegos (2/sem x 20 sem)	Jor	150,00	56,00	8400,00
Manten.Sistema de riego.	Ha	44679,00	1,00	44679,00
Electricidad	Kw/Hr	1,8	1611,40	2900,50
Total costos operativos Bs/ha				64692,50

Epoca	Producción (Kg/ha)		
	NDT	PC	MS
1	7000	1500	12500
2	2800	600	5000
3	2800	600	5000
4	4200	900	7500

tivo, siendo mas importante en época 1 (diciembre - abril).

2.3.- La alternativa de pasto diferido es seleccionada en todas las cargas animales pero solo para los niveles de productividad de 4 y 6 kg/vaca.

2.4.- La alternativa de comprar sorgo solo es seleccionada para los sistemas con niveles de productividad de 10 kg/vaca y carga animal de 2 UA/ha.

2.5.- El porcentaje de participación de los costos de alimentación con respecto al valor de la producción bruta estimada (%VPB) aumenta con la carga animal y disminuye con el nivel productivo.

3.- Se recomienda realizar nuevos análisis utilizando una estimación de costos que mejore la relación entre el grupo de alternativas seleccionadas y su puesta en práctica.

Literatura citada

- 1.- Bolívar S. 1981. Cálculo de raciones de costo mínimo. Revista de Ciencias Veterinarias. Universidad Nacional de Loja Ecuador. 1(1):7-12.
- 2.- COPLANARH. 1975. Inventario nacional de tierras. Región Lago de Maracaibo. Atlas. MAC - CENIAP Caracas.
- 3.- Delgado de Suarez. H. 1985. Tratamiento previo a la sequía en pasto guinea (*Panicum maximum*, Jacq) bajo pastoreo, su influencia en la época seca y su posterior recuperación. Universidad del Zulia. Facultad de Agronomía. (Tesis de maestría).160pp.
- 4.- Durand, S. 1982. Evaluación cualitativa de los pastos guinea (*Panicum maximum*, Jacq) y survenola (*Digitaria xumfolozi*, Hall) Universidad del Zulia. Facultad de Agronomía (Tesis de maestría).111pp.
- 5.- Ewel, J., A. Madriz y J. Tbsi. 1968. Zonas de vida de Venezuela. MAC - FONAIAP. Segunda edición. Caracas. 266 p.
- 6.- IICA, FONAIAP, LUZ. 1987. Consideraciones generales sobre el manejo de un paquete tecnológico integrado en un sistema de producción de leche en el trópico. Serie de publicaciones misceláneas. Maracaibo Venezuela. 110pp.
- 7.- Kearn, L. 1982. Nutrient requirements of ruminants in developing countries. International Feedstuff Institute. UTAH. Agricultural experiment station. Logan - Utah. 381p.
- 8.- Libbin, J. 1991. Aplicación de los principios de costos en el proceso de toma de decisiones. Servicio cooperativo de extensión. Facultad de Agricultura y economía doméstica. Universidad del Estado de Nuevo Mexico.17pp.(mimeo).
- 9.- Linares, C. 1988. Sistemas de producción de carne con pasto guinea (*Panicum maximum*, Jacq) interrelacionando carga animal y suplementación. Universidad del Zulia. Facultad de Agronomía. (Tesis de maestría).91pp.
- 10.- MARNR, 1989. Totales mensuales y anuales de precipitación (mm) Dirección general de informática e investigación del ambiente. Departamento de hidrología y meteorología. Zona 5. Parcelas El Laberinto. Estado Zulia.
- 11.- Osuna, D., M. Urdaneta., M. Ventura., C. Gonzalez y E. Rincon. 1991. Evaluación del pasto guinea (*Panicum maximum*, Jacq) bajo diferentes niveles de carga animal y suplementación alimenticia. Rev.Fac.Agron.LUZ. 8(1):49-59.
- 12.- Osuna, D.1989. Diagnóstico sobre el proceso de conservación de pastos de la zona de El Laberinto. Universidad del Zulia. Facultad de Agronomía. División de estudios para graduados. 160 pp. (mimeo).
- 13.- Sanchez, H. 1984. Presión de pastoreo y fertilización nitrogenada en pasto guinea (*Panicum maximum* Jacq). Universidad del Zulia. Facultad de Agronomía. (Tesis de maestría).138pp.
- 14.- Timm, D. 1972. Optimum enterprise organization for dairy farms west of lake Maracaibo, Venezuela. Ph.D. Thesis. University of Florida.117pp.
- 15.- Villalobos, H. 1983. Efecto de dosis y épocas de aplicación de nitrógeno sobre la producción de pasto guinea (*Panicum maximum*, Jacq) Universidad del Zulia. Facultad de Agronomía. (Tesis de maestría).98pp.
- 16.- Villasmil, JJ., J. Atencio., Barcenaa, A. Casanova., M. Urdaneta and D. Timm. 1973. Response surface designs and linnear programming aplyied to cattle - forage - feeding systems. ASA. Special publication. 24: 53 - 69.