

Alternativas de producción en sistemas de ganadería lechera de doble propósito (vaca - maute) I.- Minimización de costos de alimentación del rebaño¹

Production alternatives in dairy double purpose
systems (cow - calf). I.- animal feeding cost analysis

Fátima Urdaneta²
Angel Casanova²

Resumen

Con el objeto de minimizar los costos de alimentación de rebaños de fincas representativas de doble propósito (vaca-maute), se diseñaron y analizaron modelos de programación lineal con alternativas de producción de forrajes y cultivos producidos en la propia finca, además de otras alternativas de compra de alimentos, realizándose presupuestos para cada una de estas actividades, tomando en consideración los costos operativos estimados. Los sistemas de fincas fueron clasificados por la carga animal: 1 - 1.5 y 2 UA/ha y por el nivel productivo de los animales en ordeño: 6 - 8 y 10 kg de leche/vaca-día (kg/vaca). Las actividades que aparecieron consistentemente en los programas fueron: el mantenimiento y fertilización del pastizal de guinea (*Panicum maximum*, Jacq), el cultivo de yuca (*Manihot esculenta*, Krantz), el cultivo de sorgo forrajero (*Sorghum bicolor*) y la compra de harina de soya (*Glycine maxima*), entre otros. Se observa que el porcentaje de participación de los costos originados por la solución óptima encontrada con respecto al valor de la producción bruta (%VPB), disminuye con el nivel productivo y aumenta con la carga animal. La actividad de producción de forrajes más estable es el mantenimiento del pastizal de Guinea (*Panicum maximum*, Jacq). La actividad de producir yuca para consumo animal es la más inestable ya que es altamente dependiente de los cambios en los costos de la mano de obra.

Palabras claves: programación lineal, alimentación animal.

Recibido el 07-10-94 • Aceptado el 27-03-95

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 4005, Venezuela.

Abstract

In order to minimize feeding costs of herd from representative dairy double purpose farm systems (cow - calf), were designed and analyzed linear programming models with forage and crops alternatives produced on farms, and with other animals food purchasing alternatives, making budgets for each one of these activities, taking into account estimated cash costs. Farm systems were, classified according to the stocking rate: 1, 1.5 and 2 AU.ha⁻¹ and to the productive level of milking cows: 6, 8 and 10 milk kg.cow day⁻¹ (Kg.cow⁻¹). The activities that appeared consistently in the programs were: the maintenance and fertilization of guinea grass (*Panicum maximum*, Jacq), casava crop (*Manihot esculenta*, Krantz), forage of sorghum (*Sorghum bicolor*) and the purchase of soybean (*Glycine maxima*), among others. It is observed that cost participation regarding the gross production value (%GPV), decreases with the productive level and increases with the stocking rate. The forage production activities more consistent are the maintenance and the fertilization of guinea grass (*Panicum maximum*, Jacq). The Casava crop activity for animal feeding, is the most instable because it is closely dependent to the work force cost changes.

Key words: Linear programming, animal feeding.

Introducción

El proceso de toma de decisiones económicamente óptimas considera aspectos de variada naturaleza que se hace necesario tomar en cuenta para asegurar la aplicabilidad y en consecuencia el éxito de los resultados, sobre todo cuando la decisión se refiere a entes biológicos cuyas características definen sistemas de alta variabilidad.

Estas consideraciones se aplican a los sistemas de producción animal típicos de las zonas tropicales, ya que están caracterizados por circunstancias que se repiten a lo largo de la América tropical y que limitan su eficiencia; una de ellas es la distribución irregular de las precipitaciones que hace necesario buscar y combinar alternativas de solución al problema de alimentación de los re-

baños para disminuir los efectos de estaciones secas prolongadas, y mantener la productividad a niveles aceptables.

Entre estas alternativas se pueden nombrar la henificación, el silaje, el suministro de alimento concentrado, la fertilización, el riego el suministro de pasto de corte, la estrategia del pasto diferido entre otras; todo esto nos indica la complejidad del problema, ya que la solución en muchos casos es la selección de una combinación de estas alternativas, lo que hace muy difícil tomar una decisión ya que además hay que hacer consideraciones de tipo económico.

En la práctica tomar decisiones en este sentido se hace para maximizar beneficios o reducir costos en con-

sideración a un determinado grupo de restricciones. Para ello se cuenta con la programación lineal como uno de los métodos de análisis de la información técnica económica disponible para tomar decisiones, y por medio del cual se pretende en este estudio:

1.- Determinar la combinación de alternativas de alimentación que minimice los costos de alimentación de los rebaños característicos de la zona de El Laberinto y que satisfaga sus requerimientos.

2.- Realizar análisis de sensibilidad de los resultados óptimos obtenidos.

Materiales y métodos

1.- Ubicación y descripción del área de estudio

El sector "El Laberinto", del Municipio Jesús Enrique Lossada, Estado Zulia, está situado a 10°31' 15" de latitud norte y 72°10' 00" de latitud oeste. (1).

El clima y la vegetación corresponden al bosque seco tropical según Holdrige (3); con una precipitación que varía de 700 a 1.740 mm/año. El primer período de lluvias empieza a mediados de abril y termina en junio y el segundo empieza a finales de septiembre y dura hasta mediados de diciembre, luego de diciembre a abril existe un período seco muy prolongado. La temperatura promedio anual es de 29°C (8).

Los suelos son de relieve predominantemente plano, clasificados como ultisoles y alfisoles y pertenecientes en su mayoría a la formación geológica "El Milagro", son de textura media (franco - arenoso) con incrementos de arcilla en el perfil y pH de 4.5 a 7.5. Estos suelos están considerados según la capacidad de uso de la tierra dentro de la clase II debido al clima sub - húmedo. (1)

2.- Metodología de recolección y análisis de datos

Se siguió la metodología utilizada por Urdaneta y col (14), donde las alternativas de pastoreo evaluadas están basadas en el comportamiento estacional del pasto guinea, *Panicum maximum* Jacq) (Figura 1), realizándose las siguientes modificaciones:

1.- Las fincas sólo fueron clasificadas por la carga animal que soportan (1, 1.5 y 2 UA/ha) y por el nivel productivo de los animales en ordeño (6, 8 y 10 kg de leche/vaca/día), ya que para diferentes tamaños de fincas, las alternativas seleccionadas eran proporcionalmente iguales, de manera que se modeló para fincas de 100 ha.

2.- Las alternativas de fertilización y pasto diferido se evaluaron con 200 kg/ha de urea más 50 kg/ha de superfosfato triple.

3.- La cantidad de proteína cruda equivalente o proveniente de la mezcla melaza - úrea en cualquiera de las cuatro épocas del año, no debe exceder el 1% del peso vivo del animal.

4.- Se actualizaron todos los presupuestos con datos del 1er tri-

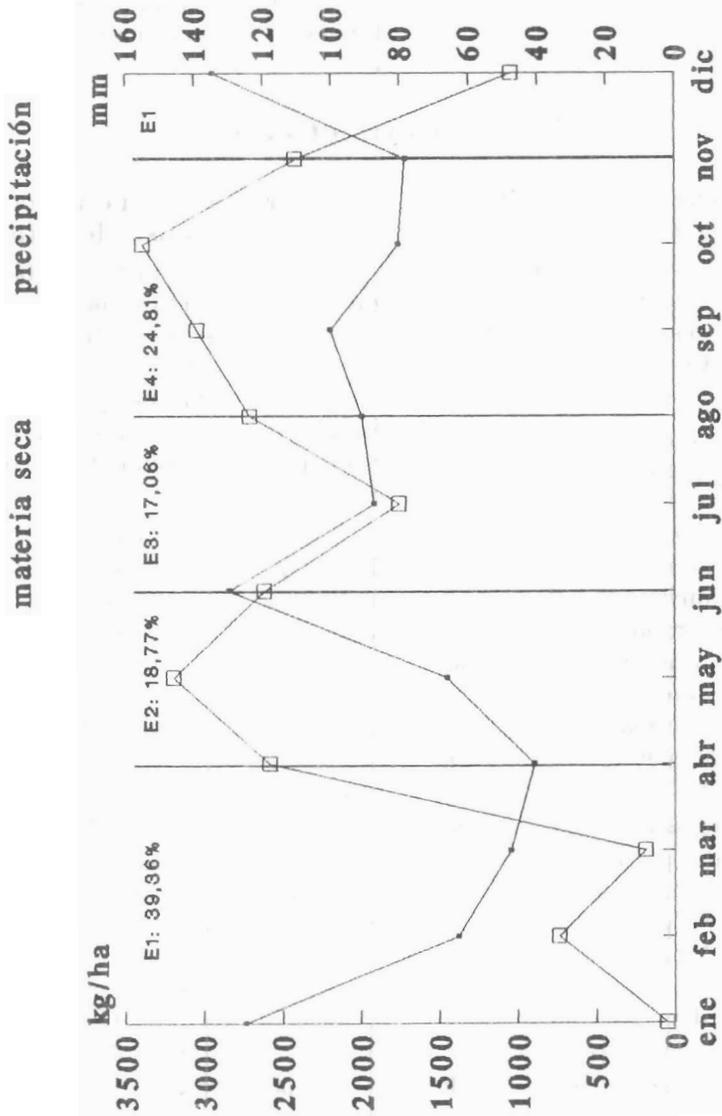


Fig. 1. Distribución estacional de la producción de materia seca del pasto guinea (Panicum maximum Jacq)

mestre del año 1993 provenientes de las encuestas realizadas a los productores referente a los insumos utilizados en cada proceso considerado en este análisis; en los cuadros 1 y 2 podemos observar los presupuestos de las alternativas de fertilización del pasto guinea y del cultivo de Yuca (*Manihot esculenta* Krantz) respectivamente.

El modelo matemático utilizado es el modelo básico de Programación Lineal; modelo determinístico 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 (hectáreas o toneladas)

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

Sujeto a las siguientes restricciones:

$$a_{11} x_1 + a_{12} x_2 + \dots + a_{1n} x_n \geq b_1$$

$$a_{21} x_1 + a_{22} x_2 + \dots + a_{2n} x_n \geq b_2$$

(2)

$$a_{m1} x_1 + a_{m2} x_2 + \dots + a_{mn} x_n \geq b_m$$

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)

Los requerimientos del rebaño (restricciones del programa) fueron calculados a partir de la estructura del rebaño para cada grupo de finca representativo, ya que se encuestaron fincas en cada grupo y se tomaron los promedios para estructurar cada composición del rebaño, a excepción de los rebaños de carga 2 UA/ha para los cuales no existió suficiente información y se estimaron tomando en cuenta las composiciones de los rebaños referidas por diferentes autores (11, 4). Luego a partir de las tablas de requerimientos (3),

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

Costos operativos				
Descripción	Unidad	Bs/unid	Cantidad	Sub total
Mantenimiento	ha	2989.00	1.00	2989.00
Urea	kg	17.66	200.00	3532.00
SPT	kg	19.06	50.00	953.00
Aplicación fertilizante	hr	300.00*	0.88	264.00
Total costos operativos	Bs/ha	7738.30		

Epoca	Producción (kg/ha)		
	NDT	PC	MS
1 diciembre - abril	1304	209	3024
2 mayo - junio	797	140	1442
3 julio - agosto	726	110	1311
4 septiembre -noviembre	991	158	1906

*se considera la maquinaria propia, por lo tanto estos costos incluyen, los costos de funcionamiento (combustibles, lubricantes, servicio, reparaciones y repuestos)

Otras restricciones:

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

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

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

x_i = alternativa de alimentación seleccionada.

x_{ci} = alternativa de conservación seleccionada.

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

$$\sum_{i=1}^n P_i XMU_i \leq 1\% \quad (6) \quad \text{donde:}$$

P_i = Kg de proteína cruda aportadas por cada tonelada de mezcla melaza - urea

xmu_i = toneladas de mezcla melaza - urea

1% = porcentaje con respecto al peso vivo del animal.

Cuadro 2. Costos operativos anuales y producción estimada asociados al cultivo de la yuca (*Manihot esculenta*, Krantz) de secano

Costos operativos Descripción	Unidad	Bs/unid	Cantidad	Sub total
Preparación de tierras	pase	300.00	3	900.00
Semilla	kg	2500.00	1.2	3000.00
Corte de semilla	jor	310.00	2	620.00
Siembra	jor	310.00	5	1550.00
Fertilizante (12-24-12)	kg	23.66	250	5915.00
Aplicación fertilizante	jor	310.00	4	1240.00
Control manual de malezas	jor	310.00	12	3720.00
Acarín	l	455.00	8	3640.00
Aplicación	jor	310.00	8	2480.00
Cosecha	jor	310.00	15	4650.00
Sacos de 55 kg	saco	35.00	273	9555.50
Molienda y deshidratación:				
Tractor	hr	300.00	22	6600.00
Mano de obra	jor	310.00	30	9300.00
Suministro	jor	310.00	8	2480.00
Total costos operativos	Bs/ha			55650.00
Producción (kg/ha)	NDT	PC	MS	
Raíces	3855	165	5230	
Hojas	1722	615	2460	
Total	5577	780	7690	

se calcularon las necesidades nutricionales por época de cada rebaño.

Luego de obtenidas las soluciones óptimas, se realizaron cambios en los costos de los insumos que más afectaban las alternativas seleccionadas para observar los cambios ocu-

rridos y analizar la estabilidad de la solución óptima obtenida.

Todos los presupuestos de las alternativas evaluadas y los cálculos de los requerimientos para todos los rebaños de grupos de fincas analizados se realizaron con la ayuda de los

programas Lotus 1 2 3 y Quattro, y los análisis de programación lineal

con el programa Kinetics Linear Programming System.

Resultados y discusión

1.- Minimización de costos

Los costos que ocasiona la solución óptima encontrada están expresados en relación a su participación al valor de la producción bruta estimada ya que su expresión en términos absolutos pierde vigencia rápidamente y esto impide realizar comparaciones en el tiempo. En este tipo de análisis donde los resultados son puntuales se hace necesario expresar la información en términos que permitan su utilidad posterior; así

que, en este punto interesa la estructura de costos y cómo una menor o mayor participación de estos costos con respecto al valor de la producción bruta estimada nos da una idea de la eficiencia económica relativa del sistema modelado.

Cuando se maneja 1 UA/ha la alternativa más importante es el mantenimiento del pastizal (88.24 - 93,9 ha) con una pequeña proporción de la finca con fertilización (Cuadro 3), que se incrementa levemente con

Cuadro 3. Alternativas seleccionadas para una carga de 1 UA/ha, un tamaño de finca de 100 ha y diferentes niveles productivos.

Alternativa	Unidad	Nivel productivo(kg/vaca)*		
		6	8	10
mantenimiento	ha	93.942	90.307	88.246
fertilización	ha	3.589	5.661	6.499
yuca secano e1	ha	2.469	3.534	2.952
sorgo forrajero	ha	--	0.498	1.711
yuca secano e3	ha	--	--	0.591
comprar soya e1	tm	--	--	0.478
comprar soya e4	tm	--	--	0.2
sup utilizada	ha	100	100	100
costo	Bs.	438.536	517038	557189
%VPB	%	14.47	13.42	11.92

*se refiere a la productividad diaria de los animales en ordeño expresada en kilos de leche por vaca.

el aumento en el nivel productivo. Producir entre 2.4 y 2.9 ha de yuca en régimen de secano, cosechar raíces y hojas y suministrarlo a los animales en época seca es la alternativa que aparece consistentemente para corregir las deficiencias del pastizal en E1: dic - abr. A medida que aumenta el nivel productivo aparecen otras alternativas como el cultivo de pequeñas superficies de sorgo forrajero (0.498 hasta 1.711 ha). La compra de suplemento proteico (soya) para ser suministrado en E1 sólo aparece para el nivel productivo más exigente (10 Kg/vaca) y en pequeñas cantidades (0.478 y 0.2 tm).

En el Cuadro 4 se puede apreciar la tendencia del aumento de la superficie fertilizada en sustitución

de la superficie que estaba sólo bajo mantenimiento del pastizal, ya que en este caso manejamos una carga más elevada y las necesidades de materia seca son mayores que en el caso donde se maneja 1 UA/ha. También se puede observar la selección de otras alternativas de producción en la propia finca como la producción de silo de maíz para ser suministrado en E1 y la compra del suplemento proteico se hace necesario tanto en época 1 como en época 4 (sept - nov).

Es de hacer notar que el programa en su selección matemática trata de compensar los déficit con selecciones de este tipo ya que producir 0.044 ha de maíz para ensilar o mantener bajo riego en E1 0.015 ha de pasto guinea, no es viable desde

Cuadro 4. Alternativas seleccionadas para una carga de 1.5 UA/ha, un tamaño de finca de 100 ha y diferentes niveles productivos.

Alternativa	Unidad	Nivel productivo(kg/vaca)*		
		6	8	10
Mantenimiento	ha	54.939	20.799	18.633
Fertilización	ha	31.467	73.258	73.983
Yuca secano E1	ha	6.217	5.240	3.924
Sorgo forrajero	ha	5.313	0.688	2.551
Silo maíz E2	ha	0.044	--	--
Comprar soya E1	tm	--	--	4.633
Comprar soya E4	tm	--	--	0.241
Sup utilizada	ha	100	100	100
Costo	Bs.	947323	928949	1084147
%VPB	%	20.95	16.17	15.56

*se refiere a la productividad diaria de los animales en ordeño expresada en kilos de leche por vaca.

el punto de vista práctico. Sin embargo podemos tomar decisiones para compensar, y el programa nos indica el grupo de alternativas que en conjunto se acercan al óptimo (minimización de costos).

Cuando se trata de modelar un sistema con una carga de 2 UA/ha, el conjunto de alternativas seleccionadas, muestra como la fertilización (de 82 hasta 87.9 ha) es la más importante para poder mantener las más exigentes necesidades de materia seca analizadas (Cuadro 5). La alternativa de riego en pequeñas proporciones (de 2.951 a 6.125 ha), junto con la producción de yuca de secano aparecen consistentemente para suplir las necesidades en las

épocas críticas (E1 y E3). La producción de sorgo forrajero va aumentando hasta el nivel productivo de 8 kg/vaca ya que en el nivel siguiente (10 kg/vaca) disminuye, y tanto esta alternativa como la producción de yuca de secano en E1 son sustituidos por la compra de un suplemento proteico (soya) para cubrir el déficit proteico en época 4, puesto que el déficit energético en época 1 es suplido por la alternativa de hacer silo de maíz producido en la misma finca (de 0.052 a 0.286 ha) en los sistemas de 8 y 10 kg/vaca respectivamente.

En el Cuadro siguiente se puede observar el cambio ocurrido en la selección de alternativas a medida que aumenta la carga a manejar en

Cuadro 5. Alternativas seleccionadas para una carga de 2 UA/ha, un tamaño de finca de 100 ha y diferentes niveles productivos.

Alternativa	Unidad	Nivel productivo (kg/vaca)*		
		6	8	10
Fertilización	ha	87.92	82.004	85.061
Riego e1	ha	2.951	4.003	6.125
Yuca secano E3	ha	1.925	3.587	3.897
Sorgo forrajero	ha	5.255	8.709	4.631
Yuca secano E1	ha	1.950	1.645	--
Silo maíz E1	ha		0.052	0.286
Comprar soya E4	tm	--	0.443	5.199
Sup utilizada	ha	100	100	100
Costo	Bs.	1414667	1661511	1923416
%VPB	%	23.45	21.65	20.65

*se refiere a la productividad diaria de los animales en ordeño expresada en kilos de leche por vaca.

el sistema. En el caso específico para producir 6 kg/vaca en ordeño (Cuadro 6), el cambio más importante es la sustitución de la superficie bajo sólo mantenimiento por un aumento brusco de la superficie fertilizada, hasta 87.2 ha en la carga animal de 2 UA/ha. La otra alternativa que aparece seleccionada es la producción de yuca de secano E1, aunque en pequeñas superficies: 2.46 - 6.21 y 1.95 ha para cargas 1 - 1.5 y 2 UA/ha respectivamente y yuca de secano E3: 2.02 y 1.925 para las cargas de 1.5 y 2 UA/ha. El resto de las alternativas seleccionadas tratan de compensar el déficit tanto energético como proteico de las época más crítica (E1), y sólo son seleccionadas para las cargas más altas (1.5 y 2 UA/ha).

Los mayores niveles de carga animal manifiestan una mayor participación de los costos con respecto al valor de la producción bruta de manera que es más costoso mantener los niveles de carga elevados, esta relación se manifiesta en todos los análisis de programación lineal realizados con este modelo hasta el momento (14), sin embargo esto se puede compensar con aumentos del nivel productivo. Un análisis de los resultados económicos de los sistemas modelados en términos absolutos y no relativos (%) permitiría determinar la combinación de carga y nivel productivo con mejores resultados económicos.

En todo caso las alternativas más importantes tienen las siguientes características:

Cuadro 6. Alternativas seleccionadas para un nivel productivo de 6 kg/vaca, un tamaño de finca de 100 ha y diferentes cargas animales.

Alternativa	Unidad	Carga animal (UA/ha)		
		1	1.5	2
Mantenimiento	ha	93.942	54.939	--
Fertilización	ha	3.589	31.467	87.920
Yuca secano E1	ha	2.469	6.217	1.950
Silo maíz E1	ha	--	0.044	--
Sorgo forrajero	ha	--	5.313	5.255
Yuca secano E3	ha	--	2.02	1.925
Riego E1	ha	--	--	2.951
Sup. utilizada	%	100	100	100
Costo	Bs.	438536	947323	1923416
% VPB	%	14.47	20.95	23.45

- 1.- Son producidas en la propia finca. (Utilizan toda la tierra disponible).
- 2.- Están basadas en el cultivo del pasto guinea.
- 3.- Los animales cosechan su propio alimento (pastoreo).

Si bien es cierto que se incluyeron en el análisis muchas alternativas con pasto guinea, que es la base de los sistemas de producción de la región bajo estudio, también se le dio al programa la posibilidad de seleccionar otras alternativas de compra, suministro de alimentos, otros cultivos y métodos de conservación de pastos. En este sentido la selección realizada coincide con el comportamiento de estos sistemas en relación al pastoreo del pasto guinea como principal fuente alimenticia de los rebaños ya que sigue siendo la forma más económica de alimentarlos (5,13,15).

Sin embargo, en cuanto a la selección de las alternativas para suplir los déficit de materia seca, no coincide con las alternativas reportadas (12,13,10), ya que el programa no selecciona la henificación, y traslada ese peso importante, por un lado a la fertilización como vía para elevar sustancialmente la producción de materia seca y por otro al cultivo de pequeñas parcelas de yuca, cuyas hojas con alto contenido proteico y raíces de alto contenido energético permiten subsanar el déficit cualitativo de la producción de forrajes.

Esto coincide con los resultados de análisis con modelos de progra-

mación lineal realizados a fincas venezolanas de tierras bajas y húmedas (9), indican que el manejo mejorado de pasturas (fertilización, control de malezas, etc), es una de las alternativas que permiten aumentar la ganancia bruta de las fincas de doble propósito. En este caso el déficit proteico y energético de los forrajes, fue suplido por el suministro de la mezcla melaza - urea.

Estudios realizados en pasto guinea (7), refieren la capacidad del pasto de mantener 2 UA/ha sin necesidad de suplementación, sin embargo ocurre que dentro del manejo del pasto guinea se hace necesario una fase de confinamiento de los animales a entrada de lluvias con el objeto de permitir la recuperación y acumulación de reservas del pastizal para no comprometer la persistencia del mismo. En este período, el suministro de heno forma parte importante dentro de la ración.

Delgado (2), confirma que los rendimientos obtenidos en pasto guinea (*Panicum maximum*, Jacq), para los diferentes meses del año superan las necesidades de materia seca para la carga animal de 2 UA/ha, de manera que desde este punto de vista la suplementación con heno entraría en los sistemas, más por razones de comportamiento fisiológico del pastizal en su recuperación luego de una época seca prolongada que por necesidades globales de los sistemas que manejan menos de 2 UA/ha.

2.- Análisis de sensibilidad

Las alternativas que más aparecieron seleccionadas por los pro-

gramas de minimización de costos fueron:

- 1.- Mantenimiento del pastizal
- 2.- Fertilización
- 3.- Yuca de secano E1
- 4.- Sorgo forrajero
- 5.- Compra de soya E1 y E4

El mantenimiento del pastizal es una alternativa que siempre es seleccionada, aún cuando se incrementa el costo del herbicida o el costo de funcionamiento de la maquinaria; es una de las alternativas más estables ya que al aumentar estos insumos también aumentan en las otras alternativas, y el mantenimiento del pastizal utiliza proporcionalmente menos insumos; lo que sí se incrementa es el valor de la función objetivo.

La fertilización con urea y superfosfato triple, es la actividad más importante en los sistemas que manejan altas cargas (2 UA/ha), sin embargo sigue seleccionando una gran parte de la superficie fertilizada (Cuadro 7), pero disminuye las alternativas de cultivos y selecciona un mayor nivel de compra de harin.a de soya tanto en E3 como en E4, con el consiguiente aumento del %VPB.

Un incremento del 30% en el costo de la mano de obra ocasiona la eliminación de la alternativa de cultivo de yuca para suministrarla en época seca (E1), aumentando los niveles de las alternativas que requieren mecanización como el silaje de maíz y el sorgo forrajero además sustituye la oferta proteica de las hojas de yuca por la compra del suplemento.

Cuadro 7. Cambios en la selección de alternativas por incrementos del 41% en el costo de los fertilizantes urea y superfosfato triple.

Alternativa	Unidad	Sistema 2 - 8 - 100*	
		Antes	Después
Fertilización	ha	82.004	93.662
Riego E1	ha	4.003	5.038
Yuca secano E3	ha	3.587	--
Sorgo forrajero	ha	8.709	0.768
Yuca secano	ha	1.645	--
Silo maíz E1	ha	0.052	0.532
Comprar soya E4	tm	2.884	5.023
Comprar soya E3	tm	--	3.432
% VPB	%	21.65	22.94
Costo	Bs	1661511	1760365

*Sistema vaca - maute de 2 UA/ha 8 kg/vaca y 100 ha.

to proteico (soya). Lo que encarece la ración ya que se observa un aumento brusco del %VPB (Cuadro 8).

Se puede afirmar que la producción de yuca para consumo animal resultó ser la actividad más inestable puesto que cualquier cambio en los costos de los insumos directamente relacionados con ella como la mano de obra o indirectamente como el fertilizante disminuyeron o

eliminaron por completo la selección de la misma.

Incrementos en los costos de funcionamiento de la maquinaria (Cuadro 9) ocasionan un aumento de la superficie fertilizada, en sustitución de las alternativas de cultivo como el sorgo forrajero o el ensilaje de maíz, que son las actividades que requieren un número mayor de horas máquina.

Cuadro 8. Cambios en la selección de alternativas por incrementos del 30% en el costo de la mano de obra.

Alternativa	Unidad	Sistema 1,5 - 6 - 100*	
		Antes	Después
Mantenimiento	ha	54.939	54.541
Fertilización	ha	31.467	31.226
Yuca secano E1	ha	6.217	--
Sorgo forrajero	ha	5.313	6.153
Silo maíz E2	ha	0.044	7.830
Comprar soya E1	tm	--	6.442
Comprar soya E3	tm	--	6.442
% VPB	%	20.95	25.94
Costo	Bs	947323	1173104

*Sistema vaca - maute de 1,5 ua/ha 6 kg/vaca y 100 ha.

Conclusiones

1.- Las alternativas que aparecieron consistentemente en los diferentes programas fueron:

1.1.- El mantenimiento del pastizal de guinea (*Panicum maximum*, Jacq), el cual fue más importante en los niveles de productividad de 6 kg/vaca.

1.2.- La fertilización del pastizal de guinea (*Panicum maximum*, Jacq), que aumentó con la carga hasta 85.06 ha en sistemas de 2 UA/ha y 10 kg/vaca.

1.3.- El cultivo de yuca (*Manihot esculenta*, Krantz) de secano para suministrar en época seca (E1), fue seleccionada en todos los sistemas

Cuadro 9. Cambios en la selección de alternativas por incrementos del 66% en el costo del funcionamiento de la maquinaria.

Alternativa	Unidad	Sistema 2 - 10 - 100*	
		Antes	Después
Fertilización	ha	85.061	91.998
Riego E1	ha	6.125	6.273
Yuca secano E3	ha	3.897	--
Sorgo forrajero	ha	4.631	1.729
Silo maíz E2	ha	0.286	--
Comprar soya E1	tm		0.065
Comprar soya E3	tm	--	5.385
Comprar soya E4	tm	5.199	6.958
% VPB	%	20.65	22.56
Costo	Bs	1923416	2102392

*Sistema vaca - maute de 2 UA/ha 10 kg/vaca y 100 ha.

analizados menos en el de 2 UA/ha y 10 kg/vaca.

1.4.- El cultivo del sorgo forrajero (*Sorghum bicolor*, seleccionado en todos los sistemas excepto en el de 1 UA/ha y 6 kg/vaca.

1.5.- El riego de pequeñas parcelas de pasto guinea (*Panicum maximum*, Jacq) aparecen seleccionadas estratégicamente para ser pastoreadas en la época seca más crítica (E1).

1.6.- La compra de suplemento proteico (soya) para ser suministrado en épocas 1 y 4, fueron seleccionadas para todas las cargas pero sólo

para los niveles productivos mayores a 8 Kg/vaca.

2.- Se pudo observar que el %VPB disminuye con el nivel productivo y aumenta con la carga animal.

3.- Las actividades de producción de forrajes más estables son el mantenimiento y la fertilización del pastizal de guinea (*Panicum maximum*, Jacq).

4.- La alternativa de producir yuca para consumo animal en época seca (E1) es la más inestable, ya que es altamente dependiente de los cambios en los costos de la mano de obra.

Recomendaciones

Se recomienda realizar otros análisis ajustando aún más el mode-

lo de programación lineal, tomando en cuenta lo siguiente:

1.- Las necesidades de suplementación de materia seca a inicios del período de lluvia (confinamiento).

2.- Colocar restricciones en cuanto a la selección mínima de alternativas, como la de hacer silo de maíz cultivado en la propia finca o

las alternativas de riego, para evitar selecciones pequeñas que sean poco factibles de poner en práctica.

3.- Incluir otras alternativas para subsanar el déficit proteico, como la producción en la finca de leguminosas forrajeras arbóreas.

Literatura citada

1. COPLANARH. 1975. Inventario nacional de tierras. Región Lago de Maracaibo. Atlas. MAC-CENIAP Caracas.
2. Delgado de Suárez, H. 1989. Descripción de los sistemas de producción de leche y carne en la cuenca del Lago de Maracaibo. En: Foro sobre los sistemas de producción bovina de leche y carne de la cuenca del Lago de Maracaibo. Universidad del Zulia. CORPOZULIA. Inversora El Laberinto. Julio 1989. 22 pp.
3. Ewel, J., A. Madriz y J. Tosi. 1968. Zonas de vida de Venezuela. MAC - FONAIAP. Segunda ed. Caracas. 266 pp.
4. FONAIAP 1992. Evaluación económica de sistemas mejorados de producción de leche - vaca - maute para la zona de El Laberinto Estado Zulia. Serie C No. 39. Maracay. Venezuela. 52 pp.
5. 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. 110 pp.
6. Kearl, L. 1982. Nutrient requirements of ruminants in developing countries. International feedstuffs Institute. UTAH. Agricultural experiment Station. Logan-Utah. 381 p.
7. Linares, C., M. Urdaneta, A. Casanova, M. Ventura y D. Osuna. 1992. Sistemas de producción de carne con pasto guinea (*Panicum maximum*, Jacq) interrelacionando carga animal y suplementación. Rev. Fac. Agron. (LUZ) 9:35-48.
8. MARNR. 1983. Registros de precipitación y temperatura mensual. Precipitaciones y características edafoclimáticas. Dirección de Hidrometeorología. Maracaibo. Estado Zulia.
9. Nicholson, Ch. F., D.R. Lee and R. W. Blake. 1990. A linear programming model of dual purpose cattle production in the humid lowlands of Venezuela. In Annual Meeting American Dairy Science Association. North Caroline State University. 12 pp. (mimeo).
10. 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).
11. Romero, O. 1989. Modelo teórico para fincas de doble propósito del área de El Laberinto. Universidad del Zulia. Facultad de Agronomía. División de estudios para graduados 30 pp. (mimeo).
12. Timm, D. 1972. Optimum enterprise organization for dairy farms west of lake Maracaibo. Venezuela. (Ph. D. Thesis). University of Florida. 117 pp.
13. Timm, D. H. 1973. Los sistemas más económicos en la producción de ganado en los alrededores de Maracaibo. Rev. Fac. Agron. (LUZ). 2(3):63-67.
14. Urdaneta, F., A. Casanova, M. Urdaneta y A. Del Villar. 1995. La programación lineal en la selección de alternativas de alimentación animal. Rev. Fac. Agron. (LUZ) 12(1):95-109.
15. Urdaneta, M y D. Osuna. 1989. Aspectos nutricionales de la ganadería lechera de doble propósito en la cuenta del Lago. En: Foro sobre los sistemas de producción bovina de leche y carne de la cuenca del Lago de Maracaibo. Universidad del Zulia. CORPOZULIA. Inversora El Laberinto. Julio 1989. 18 pp.