

**SIMULACIÓN DE UN MODELO TÉCNICO-ECONÓMICO PARA OPTIMIZAR EL
USO DE LOS RECURSOS DE UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN LECHERO
UBICADO EN EL MUNICIPIO DE SAPUYES COLOMBIA**

**BRAULIO CORTES ROLDAN
FRANKLIN ANDRÉS VALENCIA**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
PROGRAMA DE ZOOTECNIA
PASTO, COLOMBIA
2003**

**SIMULACIÓN DE UN MODELO TÉCNICO-ECONÓMICO PARA OPTIMIZAR EL
USO DE LOS RECURSOS DE UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN LECHERO
UBICADO EN EL MUNICIPIO DE SAPUYEZ COLOMBIA**

**BRAULIO CORTES ROLDAN
FRANKLIN ANDRÉS VALENCIA**

**Tesis de Grado presentada como requisito parcial para optar al título de
Zootecnistas**

Presidente

**MARCO ANTONIO IMUEZ FIGUEROA
Zootecnista**

Copresidente

**FAUSTO CAMILO MORENO
Zootecnista M.Sc.**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
PROGRAMA DE ZOOTECNIA
PASTO, COLOMBIA
2003**

“Las ideas y conclusiones aportadas en la Tesis de grado,
son de responsabilidad de los autores”.

Artículo 1ro. del Acuerdo No. 324 de Octubre 11 de 1996,
Emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad
de Nariño.

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

San Juan de Pasto, 4 de Diciembre de 2002

DEDICATORIA

Solo quiero agradecer a Dios, quien me dio todo lo bueno que me rodea. Principalmente a mis padres, quienes con su sacrificio y amor han hecho posibles cada uno de los triunfos de mi vida.

BRAULIO CORTÉS ROLDAN

Hoy, al haber cumplido este sueño, dedico este trabajo a Dios por estar presente en todos los proyectos de mi vida, a mis padres por su dedicación y paciencia y a mi novia por estar presente en el momento preciso.

FRANKLIN ANDRES VALENCIA

AGRADECIMIENTOS

UNIVERSIDAD DE NARIÑO. Facultad de Ciencias Pecuarias. San Juan de Pasto.

MARCO ANTONIO IMUEZ Zootecnista, Universidad de Nariño. San Juan de Pasto.

FAUSTO CAMILO MORENO Zootecnista M. Sc., Universidad Nacional de Colombia. Santa Fé de Bogotá.

JULIO CÉSAR RIVERA BARRERO Zootecnista M. Sc., Universidad de Nariño. San Juan de Pasto.

OSCAR FERNANDO BENAVIDES Zootecnista Sc., Universidad de Nariño. San Juan de Pasto.

Dr. CARLOS SOLARTE Zootecnista Ph.D. Genética, Universidad de Nariño. San Juan de Pasto.

CORPOICA Tibaitatá. Santa Fé de Bogotá.

URSULA ANDREA KOCH Ingeniera Industrial, Universidad del Valle. Santiago de Cali.

A todas aquellas personas y entidades que de alguna u otra forma hicieron posible este trabajo

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	20
1. DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	22
2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	24
3. OBJETIVOS	25
3.1 OBJETIVO GENERAL	25
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	25
4. MARCO TEÓRICO	26
4.1 GENERALIDADES DEL ENTORNO LECHERO	26

4.1.1	Producción Mundial de Leche	26
4.1.2	Situación del subsector lechero en Colombia	28
4.1.3	Producción regional de leche	31
4.1.4	Estacionalidad de la producción	33
4.1.5	Destino de la producción de leche (1999)	35
4.1.6	El consumo	36
4.1.7	Comercio Exterior	37
4.1.8	Precios	38
4.1.9	Competitividad de la cadena láctea Colombiana	41
4.1.10	Estrategias competitivas de la cadena láctea	42
4.2	CARACTERIZACIÓN DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN	43
4.3	PARÁMETROS PRODUCTIVOS	44
4.3.1	Leche por hectárea por año	44
4.3.2	Producción de leche ajustada	45
4.3.3	Capacidad de carga	46
4.3.4	Estructura del hato	46
4.4	PARÁMETROS REPRODUCTIVOS	47

4.4.1	Días Abiertos	47
4.4.2	Intervalo entre partos	48
4.5	PARÁMETROS ECONÓMICOS	49
		49
4.5.1	Costos o egresos en la empresa agropecuaria	
4.5.1.1	Costos Fijos	49
4.5.1.2	Costos Variables	49
4.5.2	Participación porcentual de los costos variables	50
4.5.3	Participación porcentual de los costos fijos	50
4.6	PARÁMETROS PARA LA MODELACIÓN Y SIMULACIÓN	51
4.6.1	Modelo Material	51
4.6.2	Modelación Matemática	52
5.	DISEÑO METODOLÓGICO	54
5.1	LOCALIZACIÓN	54
5.2	METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE SISTEMAS	55

5.2.1	Paso 1. Estudio y evaluación del entorno regional	56
5.2.2	Paso 2. Medición del sistema de producción	56
5.2.3	Paso 3. Análisis de datos	60
5.2.4	Paso 4. Modelado del sistema	60
5.2.5	Paso 5. Generación de alternativas o síntesis	60
6.	PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	62
6.1	ESTUDIO Y EVALUACIÓN DEL ENTORNO REGIONAL	62
6.1.1	Zona Agroecológica	62
6.1.2	Geología	62
6.1.3	Suelos	64
6.1.4	Clima	64
6.2	MEDICIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN	66
6.2.1	Componente Biofísico	66
6.2.2	Componente Técnico	68
6.2.3	Componente económico	72

6.3 MODELACIÓN DEL SISTEMA: MODELO TÉCNICO - ECONÓMICO PARA PRODUCCIÓN DE LECHE POR DÍA	75
6.3.1 Componente Alimentación	75
6.3.2 Componente Animal	77
6.3.3 Componente Manejo	78
6.3.4 Componente Biofísico	78
6.3.5 Componente Económico	78
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	92
7.1 CONCLUSIONES	92
7.2 RECOMENDACIONES	94
8. BIBLIOGRAFÍA	96
ANEXO	100

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Producción mundial de leche	27
Tabla 2. Uso actual y potencial de las tierras	30
Tabla 3. Producción mensual de leche en Colombia (1991 - 1999)	34
Tabla 4. Destino de la leche en Colombia (1996)	36
Tabla 5. Caracterización de los sistemas de producción lecheros	43
Tabla 6. Clasificación de los costos fijos y variables en ganadería de leche	59
Tabla 7. Estructura del hato en porcentajes	68
Tabla 8. Valor porcentual de los costos de producción del año 2001	73
Tabla 9. Modelo material t-e del hato Chimangual simulando un incremento a 1.810 kg en el contenido de materia seca en el forraje	80
Tabla 10. Requerimientos nutricionales	84
Tabla 11. Matriz de aportes nutricionales y su costo por kg.	85
Tabla 12. Resumen de la solución óptima para la ración Chimangual (QS V. 3.0)	87

Tabla 13. Modelo material T-E del hato Chimangual simulando los resultados del modelo de programación lineal	88
Tabla 14. Modelo material T-E del hato Chimangual simulando los componentes técnico y económico simultáneamente	89

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Producción nacional de leche 1978-2000	29
Figura 2. Participación regional en la producción de leche	32
Figura 3. Consumo per capita de lácteos en Colombia (1978 - 1999)	37
Figura 4. Zona Agroecológica del Municipio de Sapuyes	63
Figura 5. Mapa topográfico de la finca Chimangual	67
Figura 6. Modelo material T-E del ható Chimangual	76
Figura 7. Modelo material T-E probado del ható Chimangual	80
Figura 8. Modelo material T-E del ható Chimangual simulando un incremento de 514 kg en la MS del forraje para un total de MS de 1810,3 kg/día	82
Figura 9. Modelo material T-E del ható Chimangual simulando los resultados del modelo de programación lineal	89
Figura 10. Modelo material T-E del ható Chimangual simulando los componentes técnico y económico simultáneamente	91

GLOSARIO

CARACTERIZACIÓN: se define como el conocimiento integral de las circunstancias naturales, físicas, económicas, técnicas, socioculturales y ambientales de un sistema de producción.

EX_ANTE: proceso por el cual se analizan diferentes escenarios antes de tomar una decisión.

MODELACIÓN: es la representación en forma esquemática de un sistema real conformado por componentes, límites y procesos establecidos.

SISTEMA: se entiende como la integración e interrelación de componentes físicos con una función y un objetivo específico.

RESUMEN

El presente trabajo fue realizado en la granja “Chimangual”, ubicada en el municipio de Sapuyez, departamento de Nariño, a 80 kilómetros al sur oeste de la ciudad de San Juan de Pasto, situada a una altitud de 3.150 msnm, con una temperatura promedio de 10⁰C y una precipitación promedio anual de 920 mm.

La metodología se desarrolló en cinco pasos, manejando la información requerida en dos escalas; una escala regional de referencia y una escala predial de análisis. El primer paso permitió ubicar el predio en un contexto biofísico, en segundo lugar se caracterizó el sistema, posteriormente se analizó y estableció los indicadores técnicos y económicos a ser evaluados, por último se construyó un modelo base con el fin de generar simulaciones que permitieron analizar el comportamiento *ex_ante* del sistema productivo con los cambios técnicos sugeridos en este estudio.

Las variables que se utilizaron para la construcción del modelo fueron: capacidad de carga (2,0 UGG/Ha), producción de materia seca (2.207,2 kg/Ha/corte), producción de leche/promedio/vaca/año (14,77 litros), porcentaje de vacas en ordeño (58%), costos fijos (26,6%), costos variables (73%) área de la finca dedicada a ganadería (35 Ha), los requerimientos nutricionales diarios para una

vaca de 600 kilogramos de peso vivo y los aportes de la ración diaria que consume una vaca en producción en cuanto a materia seca, proteína y energía.

Al realizar la simulación incrementando el total de materia seca a 1.810,3 kilogramos/ día, la capacidad de carga también se incrementó hasta 2,87 U.G.G., las vacas en ordeño se aumentaron hasta 59,2%, la producción de leche subió a 873,1 lt/hato/día y el costo de producción disminuyó a \$361,66/lt.

Por otra parte, cuando se simuló los componentes técnico y económico en forma simultánea, el costo por litro de leche bajó a \$307,29, reduciendo el valor en \$197/lt.

De acuerdo con lo anterior, se recomendó eliminar el suministro de papa, incrementar la producción de forraje verde de manera que se puedan suministrar 67 kilogramos por vaca/día y suplementar con 2,55 kg de concentrado. Aplicar la modelación y simulación en la producción de forraje, con el fin de optimizar la producción de este recurso y realizar trabajos utilizando las técnicas de modelación y simulación tendientes a optimizar la suplementación de concentrado teniendo en cuenta la producción de leche.

SUMMARY

The present work was made in the "Chimangual" farm, located in municipality of Sapuyes, department of Nariño, to 80 kilometres to the south west of the city of San Juan of Pasto, located to an altitude of 3.150 msnm, with a temperature average of 100C and a rainfall annual average of 920 mm.

The methodology developed in five steps, handling the information required in two scales; a regional scale of reference and a predial scale of analysis. The first step allowed to locate the land in a biophysics context, secondly characterized the system, later the technical and economic indicators analyzed and established to being evaluated, finally the built a model bases in order to generate simulations that allowed to analyze the behavior *ex_ante* of the productive system with the technical changes suggested in this study.

The variables that were in use for the construction of the model were: capacity of load (2,0 UGG/Ha), production of dry matter (2.207,2 kg/Ha/corte), production of leche/promedio/vaca/año (14,77 liters), percentage of cows in milking (58 %), fixed costs (26,6 %), changeable costs (73 %) area of the estate dedicated to cattle ranch (35 It(He,She) Has), the nutritional daily requirements for a Cow of 600

kilograms of alive weight and the contributions of the daily ration that consumes a cow in production as far dry matter, protein and energy.

When making the simulation increasing the whole of dry matter to 1.810,3 kilogramos/day, the capacity of load also was increased up to 2,87 U.G.G., the cows in milking increased up to 59,2 %, the production of milk raised 873,1 lt/hato/día and the cost of production diminished to \$361,66/lt.

On the other hand, when the components were simulated technically and economically in simultaneous form, the cost for liter of milk lowered to 307,29 \$, reducing the value in \$197/lt.

In agreement with the previous thing, dad's supply was recommended to eliminate, to increase the production of green forage so that 67 kilograms can be provided for vaca/día and suplementar with 2,55 kg of concentrate. To apply the modeling and simulation in the production of forage, in order to optimize the production of this resource and to realize works using the technologies(skills) of modeling and simulation tending to optimize the suplementación of concentrate having in one counts(tells) the production of milk.

INTRODUCCIÓN

El proceso y análisis de un sistema de producción animal es complejo, ya que involucra múltiples variables relacionadas con los componentes que lo constituyen, tales como la alimentación, la genética, la sanidad, la reproducción y los aspectos económicos. Estas variables están interrelacionadas e interactúan entre sí, por lo cual es necesario considerarlas en conjunto y no aisladas o separadas unas de otras, puesto que de otra manera se obtendrían resultados que ignoren estas relaciones.

Al respecto, en el país, algunas entidades como el centro internacional de agricultura tropical (CIAT) y el centro internacional de desarrollo pecuario (CICADEP), han venido trabajando en la incorporación y adecuación de metodologías que permitan, bajo un contexto global o sistémico, el desarrollo de métodos de modelación que ayude a entender, describir y cuantificar los efectos biológicos, económicos y sociales, de las tecnologías que se están aplicando en los diferentes sistemas de producción animal.

Estas metodologías presentan algunas restricciones y dificultades a nivel de finca, en donde requieren ser ajustadas y aplicadas, obteniendo una herramienta que permita a los profesionales de campo evaluar y analizar la información generada en los sistemas de producción, con resultados que se acerquen más a la realidad.

De esta manera, al realizar el análisis de un sistema de producción animal como tal, implica abandonar el enfoque reduccionista, para pasar a uno totalizante o sistémico, donde se tienen en cuenta los diferentes factores que intervienen en el proceso de producción, de forma que sea posible explicar ciertas situaciones que, de otra manera, no tendrían una razón lógica.

Por lo anterior, el presente trabajo pretende realizar el análisis de un sistema comercial de producción de leche, ubicado en la zona lechera del municipio de Sapuyes, realizando la caracterización de los parámetros técnicos y económicos más relevantes, los cuales permitirán formular los modelos que describan la interrelación entre ellos.

1. DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

Uno de los sistemas de producción animal, de gran importancia económica en el país, es el que se dedica a la producción lechera, en el que existe un avance significativo técnico y científico, logrado a través del estudio reduccionista de los factores que lo conforman, buscando establecer criterios de rentabilidad y eficiencia.

Sin embargo, el concepto de "sistema" no ha sido aplicado a cabalidad, alejándose del desempeño real en cuanto a la interrelación de todas sus variables, impidiendo la explicación de los fenómenos que suceden en él y la optimización de los procesos productivos, desde puntos de vista técnicos y económicos, ya que las evaluaciones, análisis y toma de decisiones no se realizan bajo este criterio.

Por consiguiente el profesional pecuario realiza evaluaciones o diagnósticos de una explotación lechera, utilizando unos cuantos parámetros que tomados en forma aislada, no explican el comportamiento general del sistema, efectuando de esta forma un análisis parcial, que conduce a ignorar la interacción e interrelación de los diversos componentes que lo integran, en una situación real.

Por lo anterior, el presente trabajo pretende probar las metodologías de modelación aplicadas y ajustadas a nivel de finca, que describan la estructura lógica dentro y entre los componentes del sistema de producción de leche, mediante la caracterización de los parámetros básicos, permitiendo obtener una respuesta que se acerque a la realidad, con claros beneficios para el productor.

De esta manera se mostrará el potencial y la utilidad que poseen dichos métodos, a nivel de finca, que se vienen aplicando en el país a nivel experimental y en transferencia de tecnología.

2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

En la zona lechera del municipio de Sapuyes, Colombia, no se han realizado evaluaciones de los sistemas de producción lechera, teniendo en cuenta los parámetros técnicos y económicos que intervienen en sus procesos productivos, de manera que se estudien sus interacciones e interrelaciones, aplicando la metodología del enfoque de sistemas.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Analizar, bajo un modelo simulado, los principales componentes técnicos y económicos que constituyen un sistema de producción lechero específico ubicado en el municipio de Sapuyes, Colombia.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

3.2.1 Caracterizar los componentes más relevantes del sistema de producción lechero a estudiar y cuantificar sus variables.

3.2.2 Establecer los modelos materiales y formales que se utilizarán en la representación del sistema.

3.2.3 Probar los modelos propuestos, que representan en forma integral, el sistema de producción lechero.

4. MARCO TEÓRICO

4.1 GENERALIDADES DEL ENTORNO ECONÓMICO LECHERO

El entorno económico, tiene una marcada influencia sobre la actividad productiva, por lo cual es importante conocerlo y comprender hasta qué punto la empresa se puede beneficiar o perjudicar. Lo anterior reviste gran importancia cuando se trata de buscar la mayor rentabilidad posible para la empresa ganadera, dentro del modelo de desarrollo adoptado actualmente por el país, como es el de libre mercado¹.

4.1.1 Producción mundial de leche. El sector lechero en Colombia se enfrenta a un mercado con fuertes alteraciones en su estructura, consecuencia de la apertura comercial, que no sólo permite el ingreso de nuevos bienes y servicios al país, sino que cambió los patrones de consumo, orientándolos hacia productos con un mayor valor agregado, pero de carácter natural y con altas especificaciones de tipo ambiental.

¹ UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. Capacitación en gestión para empresarios ganaderos: Módulo 2. Federación Nacional de Ganaderos. Bogotá: 2002. p. 43.

Es así como en el mundo actual, la evidencia de las crisis ambientales globales y locales ha llevado a la incorporación de principios de sostenibilidad en las políticas de desarrollo económico y social de los Estados².

Para la producción de leche, la FAO³ estima que para el año 2000 se presentó una variación del 1% en la producción mundial, con un incremento similar en la mayoría de los países (Tabla 1). La producción de algunos países desarrollados (Canadá, Japón y Suiza) está sujeta a políticas restrictivas y por consiguiente, cambia poco de un año para otro. En los países en desarrollo se estima que la producción lechera continuará creciendo en Asia y América Latina⁴.

Tabla 1. Producción mundial de leche (millones de toneladas)

Producción	Año			
	1990	1998	1999	2000
Total mundial	542,3	562,3	568,3	574,0
Leche de vaca	478,9	483,2	486,3	490,7
Leche otras especies	63,4	79,1	82,0	83,3
Países desarrollados	382,7	341,7	342,0	344,5
Leche de vaca	377,4	336,4	336,7	339,1
Leche otras especies	5,3	5,3	5,3	5,4
Países en desarrollo	159,6	220,6	226,3	229,5
Leche de vaca	101,5	146,8	149,6	151,6
Leche otras especies	58,1	73,8	76,7	77,9

FEDERACIÓN NACIONAL DE GANADEROS (FEDEGAN). La ganadería bovina en Colombia. FEDEGAN. Bogotá: 2001-2002. p. 42.

² FEDERACIÓN NACIONAL DE GANADEROS (FEDEGAN). La ganadería bovina en Colombia. FEDEGAN. Bogotá: 2001-2002. p. 81.

³ FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION. La producción Mundial de Leche. 2001. <<http://www.fao.org.co>>

⁴ Ibid., p. 92.

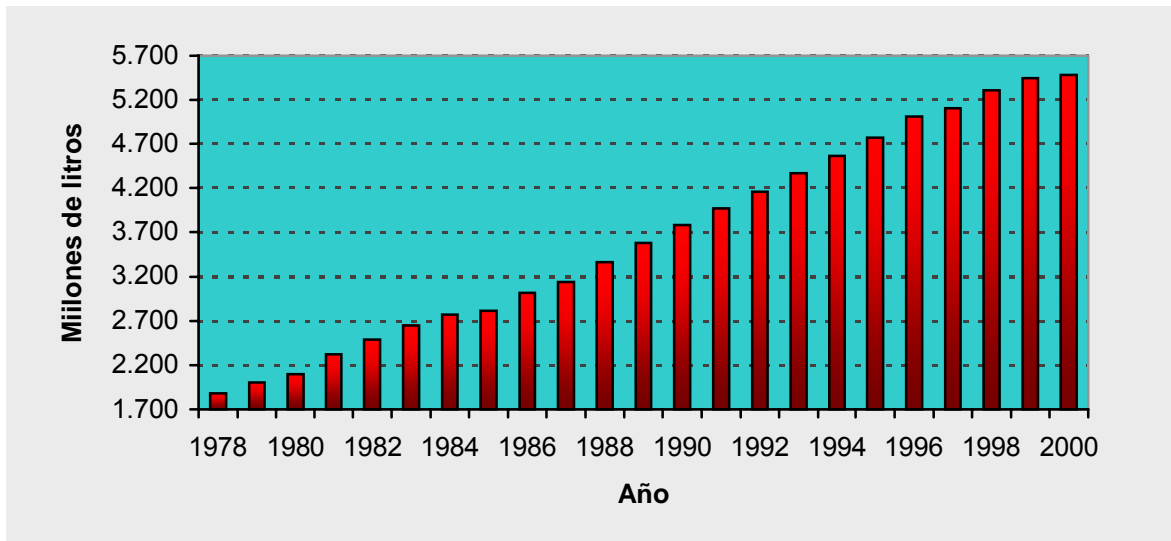
Esta misma entidad⁵ manifiesta que, contrario a lo que se podría pensar, los precios no han disminuido como resultado de la creciente producción lechera de los últimos años, lo cual refleja un aprovechamiento de nuevos nichos de mercado, particularmente los abiertos a la luz de la globalización económica. De ahí que la mayor expansión se esté dando en los países en vía de desarrollo, en donde la creciente urbanización, acompañada por la introducción de grandes cadenas de comidas rápidas y los cambios culturales en los patrones de consumo, lentamente empiezan a modificar la demanda por productos con mayor valor agregado.

4.1.2 Situación del subsector lechero en Colombia. Como se observa en la Figura 1, la producción nacional de leche fresca presentó un aumento sostenido en la última mitad del siglo veinte, especialmente a partir del año 1.978. Estos niveles de producción de leche, pasaron de 728 millones de litros en 1.950 a 1.879 millones en 1.978 y se estima que en el año 2.000 alcanzaron los 5.486 millones de litros, según cálculos hechos por FEDEGAN⁶.

⁵ Ibid., p. 93.

⁶ Ibid., p. 83.

Figura 1. Producción nacional de leche 1.978-2.000



MINISTERIO DE AGRICULTURA, FEDEGAN, 2000.

Esta entidad detalla la tasa promedio de crecimiento anual para el periodo de 1990 – 2000, la cual fue del 3,8%, siendo este valor de 0,75% en 2000.

De igual manera, el crecimiento en la producción de leche observado en el Figura 1, no se debe a transformaciones significativas en el paquete tecnológico utilizado en los sistemas de producción lechero, si no que por lo contrario, se basó primordialmente en la expansión en el número de productores⁷.

⁷ Ibid., p. 85.

Lo anterior se explica por un incremento indiscriminado del uso del suelo; en el país ocurre un desfase entre el uso potencial y actual del suelo y se desaprovechan valiosos recursos edáficos que requiere el país para su desarrollo, tal como se referencia en el la Tabla 2.

Tabla 2. Uso potencial y actual de las tierras en Colombia

Tipo de tierra (Miles de Has)	A Aptitud	%	1987			1999		
			B Uso	A-B	B/A %	C Uso	A-C	C/A %
1. Cultivos	14.363	12,6	5.318	9.045	37,0	4.445	9.918	30,9
2. Pastos	19.251	16,9	40.083	-20.832	208,2	41.223	-21.972	214,1
Frontera Agropecuaria 1+2	33.614	29,4	45.401	-11.787	135,1	45.668	-12.054	135,9
3. Bosques	78.301	68,6	58.854	19.447	75,2	63.052	15.249	80,5
4. Sin uso			8.490			2.298		
5. Aguas urbanas	2.259	2,0	1.430			3.156	-897	139,7
Total	114.175	100	114.175			114.175		

MINISTERIO DE AGRICULTURA. Política Nacional Agropecuaria. 2002.
<<http://www.minagricultura.gov.co>>

Como se observa, en la Tabla 2, la superficie de Colombia es de 114,2 millones de hectáreas que se distribuyen en 14,4 millones de hectáreas (12,6% del total) de tierras aptas para la actividad agrícola intensiva en cultivos transitorios y perennes, sin limitaciones o con limitaciones que pueden ser corregidas mediante adecuaciones de bajo costo; 19,3 millones de hectáreas (16,9% del total) son utilizables en ganadería intensiva o silvicultura; 78,3 millones de hectáreas (68,6%

del total) de aptitud predominantemente forestal; el resto 2,3 millones de hectáreas (2,0% del total) están ocupadas por aguas o zonas urbanas.

De estas cifras se deduce que 33,6 millones de hectáreas, 29,4% de la superficie del país tiene aptitud potencial para la actividad agropecuaria, lo que en otros términos se puede entender como la frontera agropecuaria.

No obstante, para el año 1987 el área utilizada para agricultura fue del 37% de su potencial, mientras que en el año 1999 fue apenas del 30,9%. Para el mismo año, en el caso de la ganadería, la situación es totalmente diferente y preocupante; de un potencial de 19,2 millones de Has aptas para el desarrollo de la ganadería, dicha cifra se había incrementado en un 208,2 % y para el año 1999 representaba el 214,1 %, duplicando en su uso la cantidad de área de su vocación potencial total en detrimento de las tierras con aptitud agrícola y forestal⁸.

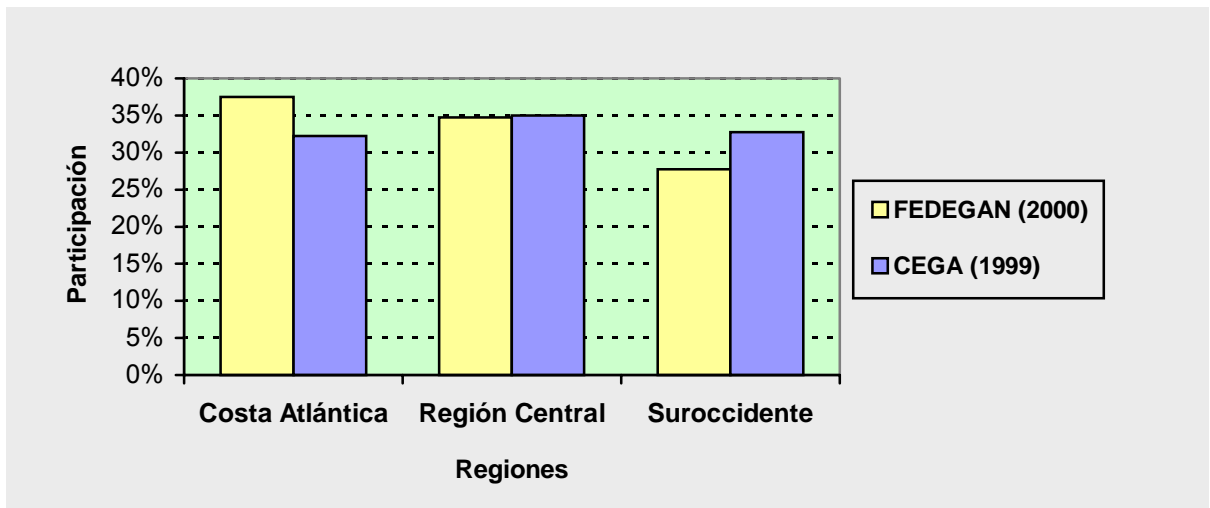
4.1.3 Producción regional de leche. En la geografía lechera nacional se han determinado tres grandes regiones productoras: Atlántica, Central y Suroccidental, con predominio de importantes cuencas lecheras como el norte de Antioquia, el cordón Ubaté - Chiquinquirá, la Sabana de Bogotá y el Departamento de Nariño⁹.

⁸ MINISTERIO DE AGRICULTURA. Política Nacional Agropecuaria. 2002. <<http://www.minagricultura.gov.co>>

⁹ UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. Op. cit. p. 49.

La participación relativa de cada región dentro del total de la producción nacional, según datos de FEDEGAN y CEGA¹⁰ se observan en Figura 2.

Figura 2. Participación regional en la producción regional de leche



MINISTERIO DE AGRICULTURA, FEDEGAN, 2000.

Como se observa en el gráfico anterior, la región denominada Costa Atlántica se produce aproximadamente el 38% de la producción nacional. Le sigue en orden de importancia la región Central con el 35%, la Occidental con el 18% y la Pacífica con el 9%.

En los últimos años, la zona lechera con mayor dinamismo es la Occidental, que para el año de 1999 registró un crecimiento en su producción de 4,8%, al pasar de 964 millones de litros en 1998 a 1.010 millones de litros en 1999¹¹.

¹⁰ FEDERACIÓN NACIONAL DE GANADEROS. Op. cit. p. 56.

¹¹ Ibid., p. 86.

En la región Atlántica, por su parte, se detecta una pérdida de dinamismo, particularmente para el año 1999 cuando registro un descenso de 0,5%, pues mientras en 1998 la producción alcanzó 2.058 millones de litros, en 1999 llego a 2.046 millones de litros.

Entre tanto la región Central refleja una dinámica estable y ligeramente positiva durante los últimos años, pues de 1.807 millones de litros producidos en 1998 se pasó a 1.887 millones en 1999, para un crecimiento de 4,4%, con un ritmo que apunta a recuperar la posición de ser la principal región productora del país¹².

4.1.2 Estacionalidad de la producción. La producción de leche fresca presenta variabilidad en los volúmenes productivos a lo largo del año, como consecuencia de la estacionalidad climática (periodo de lluvias y de sequía), que afecta la disponibilidad de pastos y finalmente, la cantidad de leche producida¹³.

La Tabla 3 presenta la concentración estacional de la producción, la mayor oferta a escala nacional se encuentra en los meses de mayo y julio, con un rango de producción que va desde 453,3 millones de litros a 496,2 millones, para moderarse a partir del mes de agosto, hasta situarse en los meses de noviembre y diciembre en volúmenes de producción similares a los alcanzados en los meses de enero y febrero.

¹²Ibid., p. 87.

¹³UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. Op. cit. p. 50.

Tabla 3. Producción mensual de leche en Colombia (millones de litros), entre 1991 y 1999

Meses	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Enero	293,0	292,1	336,0	329,0	355,1	388,5	416,0	410,3	420,2
Febrero	297,1	275,5	318,5	316,3	341,2	373,2	395,8	385,2	435,5
Marzo	296,5	306,7	325,6	342,3	343,0	384,8	406,2	392,9	432,8
Abril	299,6	290,4	327,2	339,5	356,7	377,7	390,9	404,4	430,1
Mayo	343,6	363,7	389,4	401,5	402,5	458,1	453,2	464,3	453,3
Junio	369,8	381,3	404,0	427,7	447,7	478,7	474,6	499,1	493,3
Julio	360,6	399,5	398,2	430,9	470,8	465,0	461,9	494,9	496,2
Agosto	346,0	382,2	382,8	403,2	448,2	421,0	421,1	460,1	490,7
Septiembre	341,6	390,8	377,2	407,1	412,8	431,2	415,8	456,0	473,0
Octubre	340,8	373,1	369,6	391,5	401,9	412,2	412,7	459,5	447,1
Noviembre	329,2	341,7	361,6	381,6	386,2	399,6	426,7	440,8	437,3
Diciembre	348,2	359,0	377,5	391,2	404,0	418,0	433,1	444,6	435,4
Promedio	330,5	346,3	364,0	380,2	397,5	417,3	425,7	442,7	453,8
Total	3.966,0	4.156,0	4.368,0	4.562,0	4.770,0	5.008,0	5.108,0	5.312,0	5.445,0

FEDERACIÓN NACIONAL DE GANADEROS (FEDEGAN). La ganadería bovina en Colombia. FEDEGAN. Bogotá, 2001-2002. p. 42.

En las zonas de mayor producción lechera del país, los períodos de alta producción corresponden a los meses de junio y julio, en tanto que los menores volúmenes se presentan en los primeros meses del año, lo cual explica la ciclicidad de la producción nacional, caracterizada por una escasez relativa a principio de año y una generación de excedentes en el segundo semestre¹⁴.

La anterior situación de estacionalidad varia para distintas regiones, siendo baja en las áreas ubicadas en el trópico alto, que cuentan con explotaciones mas tecnificadas, y mayor en la Costa Atlántica, donde se presentan grandes oscilaciones siguiendo el patrón descrito en él, párrafo anterior, el cual es contrario al que se presenta en el departamento de Caquetá, departamento en

¹⁴ Ibid., p. 50.

que las menores producciones se obtienen durante el segundo semestre del año¹⁵.

4.1.5 Destino de la producción de leche (1999). En la década de los noventa se vivió reactivación del desarrollo tecnológico de la industria lechera en Colombia, impulsada por la necesidad de producir mayor valor agregado en los derivados lácteos¹⁶.

Como consecuencia de ello, la participación de la leche pasteurizada en el total de la producción de lácteos ha ido disminuyendo, pasando de 60,3% en 1975, a 50% en 1994 y 40% en 1996. La participación del kumis y el yogur en el total de la producción, paso de 0,8% en 1975 a 5,1% en 1994 y a 7,0% en 1996 .

El producto que ha presentado una mayor dinámica durante los últimos años es la leche ultrapasteurizada (UHT o larga vida), por adecuarse mejor a las necesidades actuales del consumidor: facilidad de manejo y almacenamiento, durabilidad en el envase cerrado y menor frecuencia en las compras Tabla 4.

¹⁵ Ibid., p. 51.

¹⁶ Ibid.

4.1.6 El consumo. La demanda tanto de leche como de carne esta determinada principalmente por los niveles de ingreso y los hábitos de consumo de la población; por lo tanto, depende estrechamente de variables como el crecimiento poblacional y sobre todo de la capacidad adquisitiva de la población¹⁷.

Tabla 4. Destino de la leche en Colombia (1996)

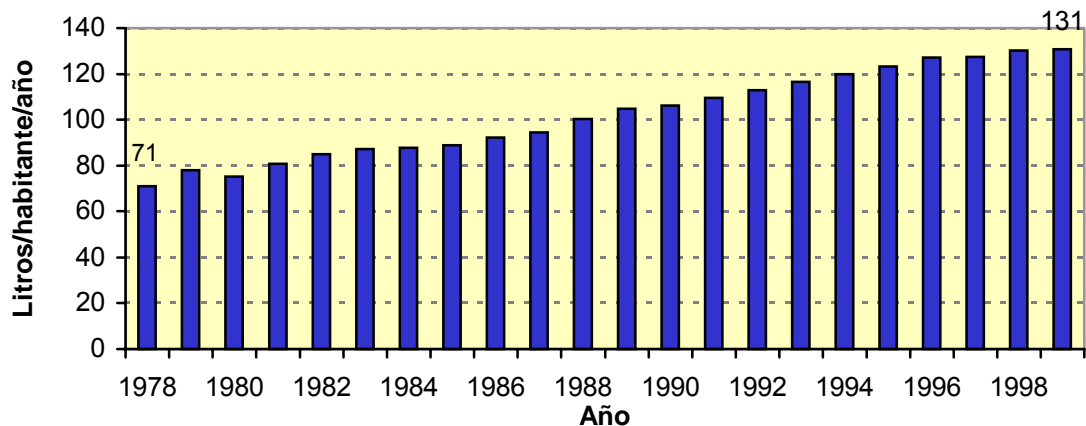
Destino	Cantidad (millones de litros)	Participación %
Leche pasteurizada	1987,6	40,0
Quesos	1142,9	23,0
Leche cruda	993,8	20,0
Leche en polvo	447,2	9,0
Leche ultra pasteurizada (UTH)	49,5	1,0
Yogur, kumis, helados, bebidas...	379,0	7,0
Total	5000,0	100,0

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. Capacitación en gestión para empresarios ganaderos: Módulo 2. FEDEGAN. Bogotá: Enero de 2002. p. 51.

El consumo per cápita aparente de la leche en Colombia ha venido aumentado en las últimas décadas, lo que ha permitido altos índices de crecimiento de la producción. Este valor se ubico en 130,9 litros para 1999 (Figura 3), estando por debajo de las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud, que establece 170 litros. A pesar de ser uno de los países con mayor consumo per cápita en Latinoamérica, su nivel esta todavía muy por debajo del consumo de los países desarrollados, que supera los 200 litros/año. Todo lo anterior permite inferir el potencial de crecimiento que tiene el consumo de productos lácteos en el país.

¹⁷ Ibid.

Figura 3. Consumo per cápita de leche en Colombia (1978-1999)



MINISTERIO DE AGRICULTURA, FEDEGAN, 2000.

4.1.7 Comercio Exterior. Las importaciones de leche y productos lácteos que venían creciendo aceleradamente hasta ubicarse en 28.998 toneladas en 1997 y 31.411 toneladas en 1998, quebraron su curva ascendente durante el año 1999, al situarse en 17.747 toneladas, de acuerdo con cifras de FEDEGAN¹⁸.

Lo anterior se presentó gracias a varios factores, entre los cuales se destaca la mayor devaluación que generó un deterioro (en dólares) de los precios al productor encareció el producto importado, lo cual unido a la restricción de importaciones mediante la aplicación del mecanismo de Licencia Previa durante algunos meses de los años 1998 y 1999, otorgó una mayor competitividad nacional¹⁹.

¹⁸ Ibid., p. 52.

¹⁹ Ibid.

En contra de lo que se podría pensar, en materia de exportaciones Colombia ha empezado a desarrollar su capacidad, aunque de forma aun muy tímida; de hecho en 1999, el país llegó a un récord de exportaciones de leche, con ventas superiores a los 13 millones de dólares, cifra muy superior a la registrada en 1998 (US\$ 6 millones); estas salidas estuvieron representadas por 5.000 toneladas de leche en polvo, 1.300 de derivados de lácteos y 1.700 de leche líquida²⁰.

Es claro que el volumen de las exportaciones es aun de carácter marginal, pero presenta una tendencia importante que seguramente se consolidara, jalonada por el apoyo que se esta dando en las empresas exportadoras a través del Fondo de Estabilización manejado por FEDEGAN, y por las buenas proyecciones de mercado que se abrirán por el hecho de contar con la certificación internacional de zona de libre de aftosa con vacunación para el área norte de Colombia²¹.

4.1.8 Precios. Los precios de la leche al consumidor en el país están desde hace años en libertad vigilada. Los pagados al productor se rigieron por lo estipulado

²⁰ Ibid., p. 54.

²¹ FEDERACIÓN NACIONAL DE GANADEROS. Op. cit. p. 94.

en la resolución 427 de 1989, mediante lo cual se establecía que debían equivaler al 70% del precio al consumidor de una bolsa de leche pasteurizada de 1.000cc; esto hasta el mes de octubre de 1999, cuando entro en vigencia el nuevo sistema de precios en el marco del Acuerdo de Competitividad de la Cadena Láctea²².

El nuevo sistema se basa en la definición de un volumen cuota y un volumen excedente para cada productor, tomado como referencia la producción en cada uno de los meses del año inmediatamente anterior.

La razón de establecer el volumen excedente es que su precio sea menor, con el fin de estabilizar más sus niveles de producción y además de dar la posibilidad de aumentar el consumo nacional mediante campañas especiales o destinar estos excedentes a la exportación, aun en coyunturas de bajos precios²³.

Otro aspecto fundamental que contempla el sistema de precios establecido en el Acuerdo, es de bonificaciones obligatorias por calidad (higiénica, composicional y sanitaria), mediante las cuales se estimula a los productores que entregan la mejor leche²⁴.

²² UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. Op. cit. p. 53.

²³ Ibid.

²⁴ Ibid.

En general el nuevo sistema de precios determina las siguientes definiciones, según los lineamientos establecidos por el Consejo Nacional Lácteo para el año 2001²⁵:

- ❖ Cantidad cuota de producción: Promedio diario de leche (litros) producida y entregada, por un ganadero, durante los seis meses de menor producción del año anterior.
- ❖ Cantidad excedente de producción: Litros de leche producidos y entregados por un ganadero, que superen la cantidad cuota de producción.
- ❖ Precio mínimo de referencia para la cuota (PMC): Es el precio mínimo para la leche de producción cuota, en el plan de procesamiento.
- ❖ Precio mínimo de referencia para el excedente (PME): corresponde al precio mínimo, en finca, por la cantidad excedente.
- ❖ Precio base del Mercado (PBM): Es establecido de manera autónoma por cada industria para las cantidades cuota y excedente, no siendo inferior al precio mínimo de referencia.
- ❖ Bonificación obligatoria por calidad higiénica: La calidad higiénica de la leche se mide a través de la prueba de reductora (tiempo de reducción en azul de metileno TRAM), que determina el grado de concentración de bacterias en leches que tengan entre tres y cuatro horas o más de reductosa, correspondiendo a un máximo de 7% del PBM.

²⁵ Ibid., p. 54.

- ❖ Bonificación obligatoria por calidad composicional: Esta bonificación es máximo del 4% del PBM y el parámetro para medirla es el de sólidos totales (proteína, grasa, lactosa, y otros). La bonificación y el descuento, serán proporcionales a las décimas por encima o por debajo del promedio del grupo de ganaderos de determinada región.
- ❖ Bonificación obligada por calidad sanitaria: Se reconocerá una bonificación del 1% del PBM a aquellos ganaderos que demuestren que la totalidad de su ganado esta vacunado contra fiebre aftosa y que el predio cumple con las disposiciones establecidas por el ICA respecto a la brucelosis.
- ❖ Bonificaciones voluntarias: Cada empresa podrá entregar bonificaciones voluntarias, de acuerdo con sus necesidades de productos y mercados.
- ❖ Descuento por transporte: Los valores a ser descontados en el pago al ganadero por el transporte de la leche a la planta, varían según la distancia y el tipo de vehículo.

4.1.9 Competitividad de la Cadena Láctea Colombiana. La cadena de lácteos ha registrado avances importantes en su posición competitiva, mediante el desarrollo de nuevos productos con diversidad de marcas y formas de presentación, en un mercado predominantemente nacional. Para lograrlo, las industrias han invertido en infraestructura, con la perspectiva de especializarse en ciertos productos y mercados. El eslabón de la producción primaria ha innovado en los sistemas de alimentación del ganado, se han mejorado los hatos desde el punto de vista genético y de manejo²⁶.

Estos avances de la producción nacional de leche han permitido el crecimiento del consumo de leche fluida, siendo relativamente alto al compararlo con los países con grado similar de desarrollo, es bajo sí se compara con países europeos y algunos latinoamericanos; en derivados lácteos (como quesos y fragmentados) el consumo bajo, existiendo un gran potencial de crecimiento²⁷.

4.1.10 Estrategias Competitivas de la Cadena Láctea. Como estrategias competitivas del acuerdo se destacan las siguientes²⁸:

- ❖ Desarrollo del mercado interno
- ❖ Penetración de mercados externos
- ❖ Nuevo sistema de precios, calidad y funcionamiento de mercados.

²⁶ Ibid., p. 64.

²⁷ Ibid., p. 64 y 65.

- ❖ Localización regional del desarrollo lechero (cuencas lecheras).
- ❖ Modernización productiva de la cadena láctea
- ❖ Desarrollo social en zonas productoras
- ❖ Desarrollo sostenible en cadena láctea.

4.2 CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN

La Tabla 5, presenta la caracterización de los sistemas de producción lecheros, que actualmente están siendo aplicados y adoptados en Colombia²⁹.

Tabla 5. Caracterización de los sistemas de producción lechera en Colombia.

Sistema	Crianza terneras	No. de ordeños	Leche vaca/día (L)	Razas o cruces	Costos de prod.
Lechería especializada	Artificial	2	15-35	Holstein, Pardo Suizo, Jersey, Ayrshire.	Altos
Lechería campesina	Artificial o con la vaca	1-2	5-15	Normando, cruces razas europeas lecheras.	Medios
Lechería tropical	Con la vaca o artificial	2	8-12	3/4, 7/8, 5/8 de genes lecheros.	Medios a altos
Doble propósito	Con la vaca	1	3-10	1/2 sangre cebú x razas lecheras.	Bajos
Ordeño ganado de carne	Con la vaca	1	2-3	Cebú mestizo.	Bajos

FEDERACIÓN NACIONAL DE GANADEROS. Administración y Gestión de Empresas Ganaderas. Santa Fé de Bogotá: Grafijarr, 1998.

²⁸ Ibid., p. 68.

El sistema de producción de lechería especializada aporta el 52% de la producción nacional y el doble propósito el 48% restante³⁰.

4.3 PARÁMETROS PRODUCTIVOS

4.3.1 Leche por hectárea año. Este indicador establece una relación entre el volumen total de leche producido y el área de la finca y a través de él se puede analizar si esta última está bien utilizada, desde el punto de vista productivo³¹.

En estudios realizados a nivel de Sabana de Bogotá³², encontró que explotaciones con valores de 15.000 a 20.000 litros/hectárea/año se clasifican como excelente, de 10.000 a 15.000 buena, de 5.000 a 10.000 de regular y menor de 5.000 se cataloga este valor como malo. Por otra parte, Pereira y Rosero³³ encontraron, para la finca Chimangual, una producción de leche por hectárea año de 4559.01.

²⁹ Ibid., p. 21.

³⁰ Ibid., p. 22.

³¹ TECNO AGROPECUARIO MAGANGUÉ. Capacitación en gestión para empresarios ganaderos: Módulo 1. Bogotá: FEDEGAN, 2002. p. 56.

³² SEMINARIO CON ENFOQUE INTEGRAL PARA ASISTENTES TÉCNICOS. (2 : 2002 : Pasto). Memorias del primer seminario con enfoque integral para asistentes técnicos. Pasto: FEDEGÁN, 2002. p. 15.

4.3.2 Producción de leche ajustada. Imués y Rosero³⁴, con una muestra de ocho hatos del municipio de Pasto, calcularon un valor promedio para producción ajustada de 3918,08 kg.

En el análisis de la finca la Providencia del municipio de Carlosama, Benavides³⁵ reportan 5131,99 kg de producción ajustada.

A si mismo Azula³⁶, reporta un valor de 7.000 litros de leche para hatos excelentes, 5.840 para los buenos, 4.672 en los regulares y de 3.504 litros en los denominados como malos.

La Asociación Holstein³⁷ reporta como promedio nacional para primera, segunda y más de tres lactancias 6.011 kg, 6.518 kg y 6.617 kg respectivamente y un promedio de 6.651 kg. En Nariño se reportan un promedio de 6417 kg.

Para el hato Chimangual, se reporto una producción de leche ajustada de 5.339,63 litros según Pereira y Rosero³⁸.

³³ PEREIRA, Rosa Lila y ROSERO, E. Evaluación productiva, reproductiva y económica del hato Chimangual propiedad de la Universidad de Nariño durante el año 1998. San Juan de Pasto: Universidad de Nariño, Vicerrectoría de investigaciones, 1998. p. 41.

³⁴ IMUEZ, Marco Antonio y ROSERO, Eduardo. Estudio de algunos parámetros de producción lechera en el municipio de Pasto. Tesis Zoot. Pasto, Colombia: Universidad de Nariño, Facultad de Zootecnia, 1984. p. 35.

³⁵ BENAVIDES, Oscar et al., Evaluación reproductiva del hato la Providencia. Pasto, Colombia: Universidad de Nariño, Vice-rectoría de investigaciones, Postgrados y Relaciones Internacionales, 1988. p. 27.

³⁶ SEMINARIO CON ENFOQUE INTEGRAL PARA ASISTENTES TÉCNICOS. Op. cit. p. 16.

³⁷ ASOCIACIÓN HOLSTEIN. Promedios Nacionales de Hatos. Santa Fé de Bogotá, 1999. p. 1.

³⁸ PEREIRA y ROSERO. Op. cit. p. 39.

4.3.3 Capacidad de carga. Este indicador presenta la relación entre el número de unidades animales que forman el hato por el número de hectáreas en pastos existentes en la finca³⁹.

La finca Chimangual en el año 1998 presento una capacidad de carga de 2,29 UGG por hectárea⁴⁰. A si mismo Imués y Rosero⁴¹ reportan un valor de 2,94 para hatos en el municipio de Pasto.

4.4.4 Estructura del hato. Según Pereira y Rosero⁴², el buen manejo de las categorías del inventario de la explotación y los correctos planes de alimentación a todos los animales en cada una de las categorías, permitirá que la armonía de crecimiento y los niveles de producción y de reproducción lleguen al máximo de eficiencia.

De acuerdo con Fepale, citado por Rivera⁴³ recomienda la siguiente composición y medidas de eficiencia para el hato lechero:

Vacas en ordeño	50%
Vacas secas	10%

³⁹ DE LOS RIOS, Oscar y BENAVIDES, Miguel. Costos de la producción de leche en el municipio de Pasto y sabanas del municipio de Túquerres e Ipiales. Tesis Zoot. Pasto, Colombia: Universidad de Nariño, Facultad de Zootecnia, 1986. p. 48.

⁴⁰ PEREIRA y ROSERO. Op. cit. p.40.

⁴¹ IMUEZ y ROSERO. Op. cit. p. 27.

⁴² PEREIRA y ROSERO. Op. cit. p.19.

Novillas + 2 años	14%
Novillas de 6 meses a 2 años	15%
Terneros de 0 a 6 meses	9%
Toros	3%

De igual forma, Azula⁴⁴ afirma que el porcentaje de animales productivos se encuentra en el 55% para hatos excelentes, 50% buenos, del 45% regular y de malo el 40%; a si mismo reporta los siguientes rangos para UGG productivas 2,7 excelente, 2,0 bueno, 1,0 regular y de 0,5 para hatos denominados malos.

4.4 PARÁMETROS REPRODUCTIVOS

4.4.1 Días abiertos. Los días abiertos corresponden al número de días que duran las vacas en condición vacía⁴⁵.

Benavides et al⁴⁶, expresan un promedio de días abiertos para el hato la Providencia (Nariño) de 51,34 días. La Asociación Holstein⁴⁷ reporta para Colombia un valor promedio de 171 días, tomando como ideal 119 días, Para Nariño reporta un promedio de 214 días tomando como ideal 120 días.

⁴³ RIVERA BARRERO, Julio César. Producción Bovina para leche. Pasto Colombia: Universidad de Nariño, 1997. p. 110.

⁴⁴ SEMINARIO CON ENFOQUE INTEGRAL PARA ASISTENTES TÉCNICOS. Op. cit. p. 18.

⁴⁵ TECNO AGROPECUARIA MAGANGUE. Op. cit. p. 42.

⁴⁶ BENAVIDES et al. Op. cit. p. 46.

Pereira y Rosero⁴⁸ manifiestan que el período abierto en el municipio de Pasto fue de 138,01. De igual manera estos autores encontraron un valor de 158 días para la finca Chimangual.

4.4.2 Intervalo entre partos. Como su nombre lo indica, es el número de días que transcurre entre el parto y el día en que la vaca queda preñada (se toma como el día en que la sirvieron exitosamente).

Tomando como base el ideal de tener una cría cada año (365 días), presentando un periodo de lactancia de 10 meses, un periodo de descanso de dos meses y un parto por año⁴⁹, el intervalo parto-concepción no debería exceder los 90 días.

La Asociación Holstein⁵⁰ reporta un promedio de 15 meses para hatos nacionales y para Nariño presenta un promedio de 15,5 meses.

Pereira y Rosero⁵¹ encontraron, en 1998, un valor para el hato Chimangual de 15,13 meses en esta variable.

4.5 PARÁMETROS ECONÓMICOS.

⁴⁷ ASOCIACIÓN HOLSTEIN. Op. cit. p. 2.

⁴⁸ PEREIRA y ROSERO. Op. cit. p. 12.

⁴⁹ IMUEZ y ROSERO. Op. cit. p. 41.

⁵⁰ ASOCIACIÓN HOLSTEIN. Op. cit. p. 2.

⁵¹ PEREIRA y ROSERO. Op. cit. p. 47.

Los principales parámetros económicos, considerados en una empresa lechera, se explican a continuación.

4.5.1 Costos o egresos en la empresa agropecuaria. López, Medina y Vela⁵² para administrar correctamente una empresa se debe tener parámetros que sirvan de comparación y saber con que eficiencia se opera. Estos parámetros deben valorar uniformemente los rendimientos de cada elemento, por esto el calculo de costos por insumo es de gran valor practico en la administración, por ello es de gran importancia distinguir entre costos fijos y costos variables como se presentan a continuación.

4.5.1.1 Costos fijos. Los costos fijos son aquellos en los que se incurre independientemente del volumen de la leche producida, es decir, su monto permanece constante a lo largo del período económico objeto del análisis, cualquiera sea la cantidad del producto obtenido.

4.5.1.2 Costos variables. Estos se encuentran relacionados directamente con el volumen de leche a producir. Toda aplicación de un recurso económico lleva aparejado un costo por el mismo, de modo que si se quiere producir mayor cantidad de leche al año los costos variables aumentarán también porque se requerirá de mayor aplicación de recursos variables. Ejemplo de costos variables

son las compras de alimentos concentrados, medicamentos, pago de servicios veterinarios, contratación de mano de obra temporal, etc.

4.5.2 Participación porcentual de los costos variables. Pereira y Rosero⁵³ encontraron un valor porcentual promedio de 81,69% para la finca Chimangual. A la vez Ortega⁵⁴, afirma que el total de los costos variables para Colombia llega al 75,6% y Benavides y Ojeda⁵⁵ reportan un valor del 72,56% para el departamento de Nariño.

4.5.3 Participación porcentual de los costos fijos. Pbest Asesores⁵⁶ reporta para el departamento de Nariño un valor del 17%, López, Medina y Vela⁵⁷ encontraron una participación porcentual de los costos fijos para ganaderías de alta tecnología del 24%, por su parte Pereira y Rosero⁵⁸ encontraron un porcentaje del 18,31% para la finca Chimangual.

⁵² LOPEZ, Albeiro, MEDINA, Homero y VELA, Gustavo. Identificación de los principales indicadores económicos de tres hatos lecheros con diferentes sistemas productivos en la cuenca del Río Bobo Municipio de Pasto, Colombia. Pasto, Colombia: Universidad de Nariño. VIPRI. 1999. Pág. 15

⁵³ PEREIRA y ROSERO. Op. cit. p. 53.

⁵⁴ ORTEGA, Antonio. Producción de leche en condiciones tropicales. Bogotá: Colombia, Universidad Santo Tomás. Centro de enseñanza desescolarizada, USTA, 1994. p. 273.

⁵⁵ BENAVIDES, Oscar y OJEDA, Hernán. Valoración productiva de un hato lechero holstein. Pasto, Colombia: Universidad de Nariño. VIPRI. 1988. p. 94.

⁵⁶ PBEST ASESORES y de CASTELLS, J.M. Estudio sobre la competitividad y la productividad de la cadena de lácteos en Colombia. Santa Fé de Bogotá, Colombia: 1997. p. 56.

⁵⁷ LOPEZ, MEDINA Y VELA. Op. cit. p. 69.

⁵⁸ PEREIRA Y ROSERO. Op. cit. p. 59.

4.6 PARÁMETROS PARA LA MODELACIÓN Y SIMULACIÓN

4.6.1 Modelo Material. Según la FAO⁵⁹, el uso de modelos, a veces llamado "modelación", es un instrumento muy común en el estudio de sistemas de toda índole. Dentro de las consideraciones de este trabajo sobre los sistemas de producción de leche los modelos son especialmente importantes porque ellos ayudan a comprender el funcionamiento de los sistemas. El empleo de modelos facilita el estudio de los sistemas, aún cuando éstos puedan contener muchos componentes y mostrar numerosas interacciones como puede ocurrir si se trata de conjuntos bastante complejos y de gran tamaño. El trabajo de modelación constituye una actividad técnica como cualquier otra, y dicha labor puede ser sencilla o compleja según el tipo de problema específico que deba analizarse.

Un modelo es un bosquejo que representa un conjunto real con cierto grado de precisión y en la forma más completa posible, pero sin pretender aportar una réplica de lo que existe en la realidad. Los modelos son muy útiles para describir, explicar o comprender mejor la realidad, cuando es imposible trabajar directamente en la realidad en sí.

Tomando en cuenta los conceptos anteriores, se llevo a cabo la realización de un modelo cuantitativo estático denominado modelo técnico económico para

⁵⁹ URDANETA, Fátima. La programación lineal en la selección de alternativas de alimentación animal. FAO 1995. <<http://www.fao.org>>

producción de leche día con su respectivo diagrama de forrester, en los cuales se plantea las relaciones e interrelaciones entre los parámetros técnicos y económicos que representan el sistema de producción.

El modelo material, es un diagrama de flujos en el cual se representa las interacciones entre las variables seleccionadas. A menudo es conveniente partir de un modelo sencillo y evolucionar hacia modelos más complejos.

4.6.2 Modelación Matemática. 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, y en todos los casos se trata de representar en un sistema de ecuaciones las restricciones de los recursos disponibles para cada actividad a ser evaluada⁶⁰.

En producción animal se usa como técnica para minimizar los costos y balancear raciones, logrando así la mejor combinación de ingredientes. Se pretende en este estudio realizar un análisis de la ración que se está utilizando en la finca Chimangual con el objetivo de minimizar los costos de alimentación de las vacas en producción. Esta selección de alternativas a través de la programación lineal además de satisfacer los requerimientos de los animales permite obtener la ración más económica.

⁶⁰ Ibid.

5. DISEÑO METODOLÓGICO

5.1 LOCALIZACIÓN

El presente trabajo se realizó en la granja “Chimangual”, ubicada en el municipio de Sapuyez, departamento de Nariño, a 80 kilómetros al sur oeste de la ciudad de San Juan de Pasto, sobre la vía que comunica con la costa Pacífica en la ciudad de Tumaco. Situada a una altitud de 3.150 msnm, con una temperatura promedio de 10⁰C y una precipitación promedio anual de 920 mm⁶¹.

La finca esta dedicada hacia la producción de leche con ganado especializado de la raza Holstein, posee una extensión de 40 hectáreas, de las cuales 35 están dedicadas a la ganadería de leche y las cinco restantes están representadas por vías, instalaciones y rastrojos.

Su topografía es 90% plana, el porcentaje restante presenta ligeras pendientes. Esta dividida en 34 potreros con áreas que varían entre 0.4 y 3.2 ha.

⁶¹ INSTITUTO DE HIDROLOGÍA Y METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES (IDEAM). Comunicación personal. Pasto, Colombia 2002.

5.2 METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE SISTEMAS

Para la aplicación de la metodología propuesta de enfoque de sistemas se debe cumplir con tres características o requisitos, propuestos por el marco para la evaluación de sistemas de manejo incorporando indicadores de sustentabilidad (MESMIS)⁶² los cuales se resumen de la siguiente manera:

- a) Aplicado a un sistema de producción específico: En este caso es un sistema de producción lechero especializado.
- b) Definir un lugar determinado: La finca en estudio descrita anteriormente.
- c) Escala temporal: Se determinó trabajar con los datos existentes correspondientes al año 2001

La metodología se desarrolló en cinco pasos, manejando la información requerida en dos escalas; una escala regional de referencia y una escala predial de análisis. El levantamiento, análisis, evaluación e interiorización de la información obtenida mediante este proceso promueve la reconversión del sistema de producción en estudio.

5.2.1 Paso 1. Estudio y evaluación del entorno regional. Esta etapa se orienta

hacia el conocimiento del ecosistema y agro ecosistema, permitiendo ubicar el predio en un contexto biofísico⁶³.

Para lo anterior se analizo información secundaria tomada del Plan de Ordenamiento Territorial de Sapuyes (POT. 2001) del cual se determino geología, suelos y clima.

Para el modelamiento espacial del contexto biofísico, se utilizó información cartográfica de escala 1:500.000 sobre zonificación agro ecológica realizado mediante Sistemas de Información Georeferenciado perteneciente a CORPOICA de Tibaitata. Lo anterior permitió definir la zona agro ecológica en la cual esta ubicada la finca Chimangual.

5.2.2 Paso 2. Medición del sistema de producción. Para el desarrollo de este paso se realizo la caracterización del sistema de producción en estudio, lo anterior nos permite determinar la estructura, función y limites del sistema. El inventario se realizo a nivel Biofísico, económico y tecnológico⁶⁴.

⁶² FEDERACIÓN NACIONAL DE GANADEROS. Op. cit. p. 23.

⁶³ Ibid,, p. 5.

⁶⁴ Ibid,, p. 110.

a) Componente biofísico: Para el modelamiento espacial del contexto biofísico, se utilizó información cartográfica de escala 1:40 actualizando la cartografía básica permitiendo conocer los límites y estructura de la finca en relación con la infraestructura vial, la distribución de los potreros y ubicación de la casa y el establo.

b) Componente Técnico: Con base en la información existente en los registros productivos y reproductivos se procedió a determinar los indicadores zootécnicos, los cuales permitieron evaluar el sistema en estudio.

Las variables analizadas para la finca Chimangual fueron:

- Leche hectárea año
- Producción leche ajustada
- Capacidad de carga
- Estructura del hato
- Días abiertos
- Intervalo entre partos
- Materia seca disponible en la finca

c) Componente económico: Para el estudio de este componente, se tomaron los gastos ocasionados por el sistema durante el año 2001, con el fin de calcular porcentualmente los costos de producción.

- Costos de producción: Los valores obtenidos de los registros económicos, fueron clasificados en costos variables y costos fijos, cada grupo se subdividió en subgrupos de acuerdo a la Tabla 6, se cuantificaron y se les asignó un valor porcentual a la participación de estos sobre el valor total de los costos calculados.
- Costo de producción por unidad (litro de leche). Una vez establecidos los costos variables y fijos que se presentaron durante el año en estudio, se prosiguió a totalizarlos, se calculó el total de los litros producidos tanto los que fueron vendidos como los que se consumieron en la finca, y se procedió a dividir la sumatoria de costos variables y costos fijos, entre el número de litros producidos. Este costo según FEDEGAN⁶⁵, se lo determino, mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Valor del litro} = \frac{\text{Costos variables} + \text{Costos fijos}}{\text{No. de litros año}}$$

Tabla 6. Clasificación de costos variables y fijos en ganadería de leche

⁶⁵ FEDEGAN - CICADEP. Administración y Gestión de Empresas Ganaderas. Bogotá: Grafijarr, 1998. . p. 51.

Costos en explotaciones ganaderas

Costos variables

Alimentación

Sal
Concentrado
Melaza
Salvado
Silos
Heno
Bloques multinutricionales

Forrajes

Semillas
Fertilizantes
Alquiler de maquinaria
Jornales
Herbicidas
Pesticidas
Cercas
Otros

Sanidad

Vacunas
Drogas
Vermífugos
Servicio veterinario

Reproducción

Inseminación artificial
Pajillas
Nitrógeno
transplante de embriones

Otros

Consumo familiar de leche

Costos fijos

Personal

Mayordomo
Vaquero
Seguro social
Cesantías
Aportes
Mano de obra familiar
Asistencia técnica

Servicios

Arriendos
Agua
Luz
Radioteléfono

Mantenimiento

Arreglos generales
Repuestos
Reparaciones locativas
Otros

Otros

Impuestos
Intereses financieros
Depreciación
Seguros
Combustibles

5.2.3 Paso 3. Análisis de datos. Los parámetros determinados en el paso anterior fueron analizados y comparados con indicadores técnicos, permitiendo conocer y determinar los desfases que presenta la finca en estudio.

5.2.4 Paso 4. Modelado del sistema. Para generar un modelo técnico económico, se utilizaron dos clases de modelos: uno material mediante diagramas de flujo, que representa todo el sistema y permite simular el componente técnico, y en segundo lugar se planteó un modelo de programación lineal constituido por el componente económico y el componente alimentación, teniendo como función objetivo minimizar los costos en la ración que se utiliza para las vacas en producción.

5.2.5 Paso 5. Generación de alternativas o síntesis. Una vez definido el modelo que explica el funcionamiento del sistema se procedió a simular posibles soluciones que nos permita optimizar el componente técnico en el sistema de producción en estudio. La simulación se realizó mediante un software denominado POWERSIM DEMO. Por otra parte, para optimizar el componente económico, se utilizó la programación lineal, donde el procedimiento que se realizó para el planteamiento del modelo se describe a continuación⁶⁶:

⁶⁶ VIDAL H. Carlos J. Introducción a la modelación matemática y optimización (Notas de Clase). Cali: Universidad del Valle, Facultad de Ingeniería 1999.

a) Determinación de variables de decisión: Se establecen las variables que serán optimizadas por el software QS V. 3.0.:

- Cantidad de forraje a consumir por vaca en un día
- Cantidad de concentrado a consumir por vaca en un día
- Cantidad de papa a consumir por vaca en un día

b) Determinación de la función objetivo: Permite determinar el mínimo costo y la máxima utilidad utilizando las variables de decisión.

c) Restricciones: Determinar cuales son las restricciones que se generan por la utilización de algún insumo o por las restricciones que impone el objeto a ser aplicado. Generalmente en problemas de alimentación suelen referirse a los requerimientos nutricionales del animal.

Para generar la solución del modelo propuesto se utilizo el software: QS Quantitative Systems Versión 3.0 para solución de problemas de Programación Lineal. Este programa computacional genera la solución del modelo con un método matricial llamado SIMPLEX, el cual por medio de iteraciones resuelve problemas lineales expresados en forma estándar. El proceso de solución se basa en una solución básica factible, a partir de ella, el método localiza sucesivamente otras soluciones factibles básicas que tienen mejores valores del objetivo, hasta obtener la solución óptima⁶⁷.

⁶⁷ BRONSON, Richard. Investigación de Operaciones. México: McGrawHill, 1994. p. 32.

6. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1 ESTUDIO Y EVALUACIÓN DEL ENTORNO REGIONAL

6.1.1 Zona Agroecológica. El municipio de Sapuyez presenta cinco zonas agroecológicas definidas por el Sistema de Información Georeferenciado con las siguientes siglas: Pc, Pa, Fb, N y Fg. La finca Chimangual, se encuentra ubicada en una zona Fg, la cual presenta suelos Udands y Tropepts, formados a partir de cenizas volcánicas, tienen baja evolución, son superficiales a moderadamente profundos, generalmente bien drenados y de fertilidad baja. Son áreas aptas para cultivos transitorios y para ganadería intensiva⁶⁸. Esta unidad ocupa 39.420 hectáreas equivalentes al 0.03% de la superficie total del país (Figura 4).

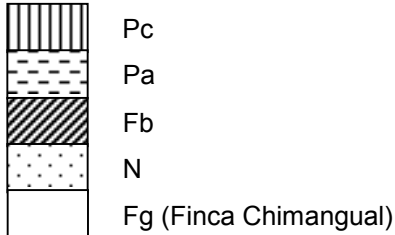
6.1.2 Geología. En el municipio de Sapuyes, los procesos geológicos son el producto de actividades tectónicas concrecionales que dieron origen al levantamiento andino y a la actividad volcánica del terciario y cuaternario (Volcanes Chiles, Cumbal y Azufral).

⁶⁸ CORPOICA. Sistema de Información Georeferenciado Comunicación Personal. Pasto, Colombia 2002.

La zona de Chimangual tiene su origen en sedimentos consolidados, semiconsolidados y flujos púmicos de bombas y cenizas⁶⁹.

Figura 4. Zona Agroecológica del municipio de Sapuyes - Nariño

Zonas Agroecológicas del Municipio de Sapuyes de acuerdo al origen del suelo
CORPOICA. Sistema de Información Georeferenciado, Pasto 2002.



⁶⁹ Ibid.

6.1.3 Suelos. De acuerdo al Plan de Ordenamiento Territorial (P.O.T) de Sapuyes, en cuanto a los suelos, para la zona en estudio se encuentra la asociación TQ (Tuquerres-Ospina), compuestos por cenizas volcánicas, superficiales y de baja fertilidad, son susceptibles a procesos erosivos, su potencialidad está en los bosques que poseen una gran variabilidad de flora y fauna para su conservación. Su potencial se expresa como zona productora y de regulación hídrica.

6.1.4 Clima. Según el P.O.T. del municipio de Sapuyes, el clima de la zona en la cual se localiza la finca en estudio, se clasifica como andino húmedo, el cual esta comprendido entre los 2800 y 3500 msnm, en esta zona se adelanta la ganadería como principal actividad⁷⁰.

La precipitación de la zona en estudio, presenta dos picos durante el año: 1421 mm en abril y 1542 mm en noviembre. Además cabe resaltar que el régimen de lluvias es de tipo bimodal, con dos periodos de lluvias (octubre, noviembre y diciembre y marzo y mayo) y dos de verano (enero, febrero y junio a septiembre) al año⁷¹.

⁷⁰ ALCALDÍA DE SAPUYES. Plan de Ordenamiento Territorial P.O.T. Sapuyes: Sin Editar 2002. p. 19.

⁷¹ Ibid.

El balance hídrico, según la estación de Villa Rosa y El Paraíso⁷², no presenta problemas de abastecimiento hídrico debido a las altas precipitaciones registradas en la zona. Además la finca se encuentra ubicada en la zona de vida bosque muy húmedo montano. (Bmh-m) que corresponde a la zona de vida más extensa, con un área de 10.127,6 hectáreas, se encuentra en una faja altimétrica entre los 3.000 y 3.880 msnm. Su temperatura oscila entre 7,4 °C y 11,2 °C y una precipitación de 910 a 1202 mm. Su importancia radica en que el ciclo hidrológico utiliza solo parte de las lluvias, debido a que las bajas temperaturas disminuyen la evaporación, quedando agua libre para escurrimiento o infiltración, enriqueciendo quebradas y riachuelos de importancia, como abastecimiento de acueductos veredales y municipales⁷³.

A si mismo, la velocidad de viento en la zona según la estación El Paraíso a 3.220 msnm el recorrido del viento fluctúa entre 1.762 km en el mes de abril y 8.418 km en agosto, coincidiendo con las épocas de invierno y verano respectivamente; la velocidad promedio es de 4.649 km por mes, los cuales se los cataloga como vientos moderados⁷⁴. De igual forma, la nubosidad según los informes de la estación de Villa Rosa fluctúa ente 5 y 7 octas, lo que indica que valores bajos se presentan en los meses de verano y valores altos en los meses de invierno; la constante nubosidad determina las heladas características de este sector.

⁷² IDEAM. Op. cit.

⁷³ CORPOICA, Op. cit.

En cuanto a la humedad relativa, ésta varía entre 74 y 85 % con promedios de 80% valor que, depende de la temperatura y las precipitación que se presente. En las zonas de páramo, la niebla actúa como aislante de los rayos solares y la humedad se precipita como lluvias. La evaporación, según la información de la estación El Paraíso, los periodos de mayor evaporación corresponden a los meses de agosto, diciembre, enero y febrero; esto varía entre 64,8 y 94,8 mm/mes, con un promedio de 78,8 mm/mes⁷⁵.

Con relación al brillo solar, los meses de mayor duración corresponden a enero, febrero, julio, agosto y diciembre; marzo, abril, octubre y noviembre tienen una menor duración coincidiendo, con los meses de menor precipitación. El promedio mensual es de 118,6 horas, con oscilaciones entre 70,9 y 148,1 horas.



6.2 MEDICIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN

6.2.1 Componente biofísico. Para el modelamiento espacial del contexto biofísico, se utilizó información cartográfica de escala 1:40 plasmada en el mapa de la Figura 5, de la finca Chimangual, permitiendo conocer la información espacial de la infraestructura vial y distribución interna de la finca.

⁷⁴ Ibid., p. 21.

⁷⁵ Ibid. Pág. 23

Figura 5. Mapa topográfico de la finca Chimangual

	Carretera
	Caminos
1	Casa
2	Establo

CORPOICA. Sistema de Información Georeferenciado, Pasto 2002.

6.2.2 Componente técnico. Las variables que fueron caracterizadas y analizadas presentan los siguientes resultados:

a) Estructura del hato. Los valores de la Tabla 7, son presentados en porcentaje y representan la estructura del hato.

Tabla 7. Estructura del hato Chimangual en porcentaje

Clasificación	Año 1998*		2001**	
	UGG	%	UGG	%
Vacas en Producción	47.1	56.6	42	58.2
Vacas Secas	8.46	10.16	5	6.9
Novillas 2-3 años	5.15	6.2	8	11.08
Novillas 1-2 años	12.21	14.7	9.6	13.3
Terneras 0-1 año	17.9	21.5	6.3	8.7
Toros	1.7	2.04	1.3	1.8
Bueyes	1.93	2.32	0	0
Animales Productivos	55.4	66.6	47	65.1
Total de UGG	83.23	100	72.2	100

*PEREIRA, Rosa Lila y ROSERO E. Evaluación productiva, reproductiva y económica del hato Chimangual propiedad de la Universidad de Nariño durante el año 1998. Universidad de Nariño, Vicerrectoría de investigaciones. San Juan de Pasto, 1998. Pág. 38.

**Datos de los autores

Como se observa en la Tabla 7, el porcentaje de animales productivos es del 65.1%, siendo inferior a lo encontrado por Pereira y Rosero⁷⁶, quienes reportan el 66.6%.

⁷⁶ PEREIRA y ROSERO. Op. cit. p. 38.

Teniendo en cuenta los indicadores reportados por Azula⁷⁷, quien menciona un valor del 55% para fincas denominadas excelentes, la finca Chimangual con un valor del 65,1% supera esta clasificación.

Lo anterior debido posiblemente a una distribución adecuada de partos durante todo el año, como también por un adecuado número de descartes de vacas, entre otros.

b) Intervalo entre partos. El hato en estudio presenta un valor promedio de 473 días entre partos. El valor registrado para el año 1998 fue de 463 días encontrado por Pereira y Rosero⁷⁸.

La asociación Holstein⁷⁹ reporta como promedio para Nariño un valor de 462 días. Rivera y Benavides⁸⁰, en la zona sur de Nariño reportan 16,53 meses, equivalentes a 495,9 días.

Este indicador se ve afectado por un prolongado periodo de días abiertos, calores no detectados, problemas patológicos en el sistema reproductivo entre otros, sin embargo la Finca Chimangual se mantiene dentro de los rangos departamentales.

⁷⁷ SEMINARIO CON ENFOQUE INTEGRAL PARA ASISTENTES TÉCNICOS. Op. cit. p. 18

⁷⁸ PEREIRA y ROSERO. Op. cit. p. 47.

⁷⁹ ASOCIACIÓN HOLSTEIN. Op. cit. p. 2.

⁸⁰ RIVERA, Julio César y BENAVIDES, Oscar. Determinación del nivel tecnológico del ganado Holstein en la zona sur de Nariño. San Juan de Pasto: Universidad de Nariño, Vicerrectoría de investigaciones 1993. p. 72.

c) Días abiertos. Para este indicador el valor encontrado en la finca Chimangual fue de 193 días. Pereira y Rosero⁸¹ afirman que esta finca presentaba un promedio de 158 días en 1998. La Asociación Holstein⁸² registra para Nariño un valor de 214 días y para hatos nacionales un promedio de 119 días.

Lo anterior se debe probablemente a desordenes reproductivos dados por la ausencia de calores y detección de celos.

d) Producción por hectárea/año. La producción de leche durante el año 2001 fue de 6342,8 litros por hectárea, siendo superior a lo reportado por Pereira y Rosero⁸³ para la misma finca en estudio en 1998 con un valor de 4559,0 litros. Para Azula⁸⁴ el valor encontrado se clasifica como regular, lo que se encuentra en un rango de 5000 a 10.000 litros por hectárea año.

El incremento reportado anteriormente, se puede explicar por un manejo adecuado del inventario ganadero, una alimentación que permite aprovechar la genética que presentan los animales en la actualidad.

e) Producción de leche ajustada. La producción de leche promedio por lactancia ajustada a 305 días para el hato Chimangual fue de 4974,9 litros. El valor

⁸¹ PEREIRA y ROSERO. Op. cit. p. 45.

⁸² ASOCIACIÓN HOLSTEIN. Op. cit. p. 2.

⁸³ PEREIRA y ROSERO. Op. cit. p. 41.

⁸⁴ SEMINARIO CON ENFOQUE INTEGRAL PARA ASISTENTES TÉCNICOS. Op. cit. p. 18.

encontrado en 1998 en esta finca fue de 5339,63 litros promedio encontrado por Pereira y Rosero⁸⁵, de igual manera Azula⁸⁶, afirma que valores cercanos a los 4672 litros se ubican en ganaderías de regular producción para este indicador.

f) Capacidad de carga. La capacidad de carga calculada para el año 2001 fue de 2,0 U.G.G por hectárea. De acuerdo a lo encontrado por Pereira y Rosero⁸⁷, la capacidad de carga para el hato en estudio fue de 2.29 U.G.G en 1998 presentándose una disminución para este indicador.

Benavides y Ojeda⁸⁸ calcularon una capacidad de carga de 1,54 U.G.G por hectárea en un hato lechero Holstein en en el municipio de Carlosama

Este indicador se ve afectado por factores climáticos, humanos, de manejo y medioambientales que sumados generan una fuerte presión sobre este indicador.

g) Materia seca. La producción de materia seca neta promedio anual fue de 2207,2 kilogramos hectárea corte. Para Azula⁸⁹ la producción de materia seca por pastoreo en fincas denominadas buenas debe estar al rededor 3230 kilogramos.

⁸⁵ PEREIRA y ROSERO. Op. cit. p. 39.

⁸⁶ FEDEGAN. Memorias. Op. cit. p. 19.

⁸⁷ PEREIRA y ROSERO. Op. cit. p. 38.

⁸⁸ BENAVIDES y OJEDA. Op. cit. p. 48.

⁸⁹ FEDEGAN. Memorias. Op. cit. p. 20.

6.2.3 Componente económico. Las variables de tipo económico analizadas en el presente estudio, se describen a continuación:

a) Participación porcentual de los costos variables. En la Tabla 8 se expresan los costos variables y fijos con su correspondiente valor porcentual para el año 2001.

Como se observa en la tabla anteriormente citada, el total de los costos variables representa el 73%, valor que se encuentra por debajo de lo reportado por Pereira y Rosero⁹⁰, quienes encontraron un valor de 81,69% en el año 1998. Ortega⁹¹ afirma que el total de los costos variables para Colombia llegan al 75.6%; por su parte Benavides y Ojeda⁹², expresan un valor de 72,56 % para el departamento de Nariño.

Al analizar los costos variables el rubro que mayor incidencia tiene dentro de los costos es la alimentación, con un equivalente del 64,4%, porcentaje que se encuentra por encima de lo reportado por Pereira y Rosero⁹³, quienes encontraron un valor promedio de 59,12%.

Pbest Asesores⁹⁴, reporta para Nariño, un porcentaje de participación del 50% en los costos de alimentación en las explotaciones lecheras.

⁹⁰ PEREIRA y ROSERO. Op. cit. p. 53.

⁹¹ ORTEGA, Antonio. Op. cit. p. 273.

⁹² BENAVIDES y OJEDA. Op. cit. p. 94.

⁹³ PEREIRA y ROSERO. Op. cit. p. 55.

⁹⁴ Pbest. Op. Cit. Pág. 55

Tabla 8. Valor porcentual de los costos de producción del año 2001

	Valor	Porcentaje
COSTOS VARIABLES		
Alim. Diferente a forraje	59.951.639	52
Forrajes	14.289.482	12,3
Total alimentación	74.241.121,2	64,4
Sanidad	6.407.319,8	5,5
Reproducción	3.658.399,2	3,1
Total C. variables	84.306.840	73
COSTOS FIJOS		
Personal	9.219.384	7,9
Mantenimiento	12.758.589	11
Servicios	3.879.051	3,3
Otros	5.093.528	4,4
Total costos fijos	30.950.552	26,6
TOTAL	115.257.392	99,6

Los Autores

Dentro del rubro de alimentación el costo que mayor incidencia tiene es la suplementación con balanceados, valor que representa el 52% para el año 2001. López, Medina y Vela⁹⁵, consigna un valor de 29,8% para ganaderías altamente tecnificadas en Nariño. Benavides y Ojeda⁹⁶ reportan un valor de 22,8% para este costo en Nariño.

⁹⁵ LÓPEZ, MEDINA y VELA. Op. Cit. Pág. 64

⁹⁶ BENAVIDES y OJEDA. Op. Cit. Pág. 94

b) Participación porcentual de los costos fijos. En la Tabla 8, se presenta los costos fijos durante el año 2001. La participación porcentual de los costos fijos en la Finca Chimangual es del 26,6% por encima de lo encontrado por Pereira y Rosero⁹⁷ en 1998, con un valor del 18,31% para la misma finca en estudio.

El rubro que repercutió en el incremento del costo fijo fue el de mantenimiento de instalaciones y vivienda, encontrando que representa el 41,2% para el año en estudio, debido a la construcción de la sala de ordeño y adecuaciones en la casa principal.

La participación porcentual de los costos del personal para el periodo en estudio es de 7,9%, encontrando un valor similar a lo reportado por Pereira y Rosero⁹⁸, con 7,7% los anteriores valores se encuentran por debajo de lo reportado por Benavides y Ojeda⁹⁹, quienes afirman que esta participación es del 17,52%.

c) Costo de producción de un litro de leche. El costo de producción de un litro de leche en la finca Chimangual es de \$504,01 valor que se encuentra por encima de lo reportado por Pereira y Rosero¹⁰⁰, quienes calcularon este costo en \$438,62 por litro para el año 1998.

⁹⁷ PEREIRA. Op. cit. p. 59.

⁹⁸ Ibid.

⁹⁹ BENAVIDES y OJEDA. Op. cit. p. 95.

¹⁰⁰ PEREIRA y ROSERO. Op. cit. p. 63.

6.3 MODELACIÓN DEL SISTEMA: MODELO TÉCNICO - ECONÓMICO PARA PRODUCCIÓN DE LECHE POR DÍA

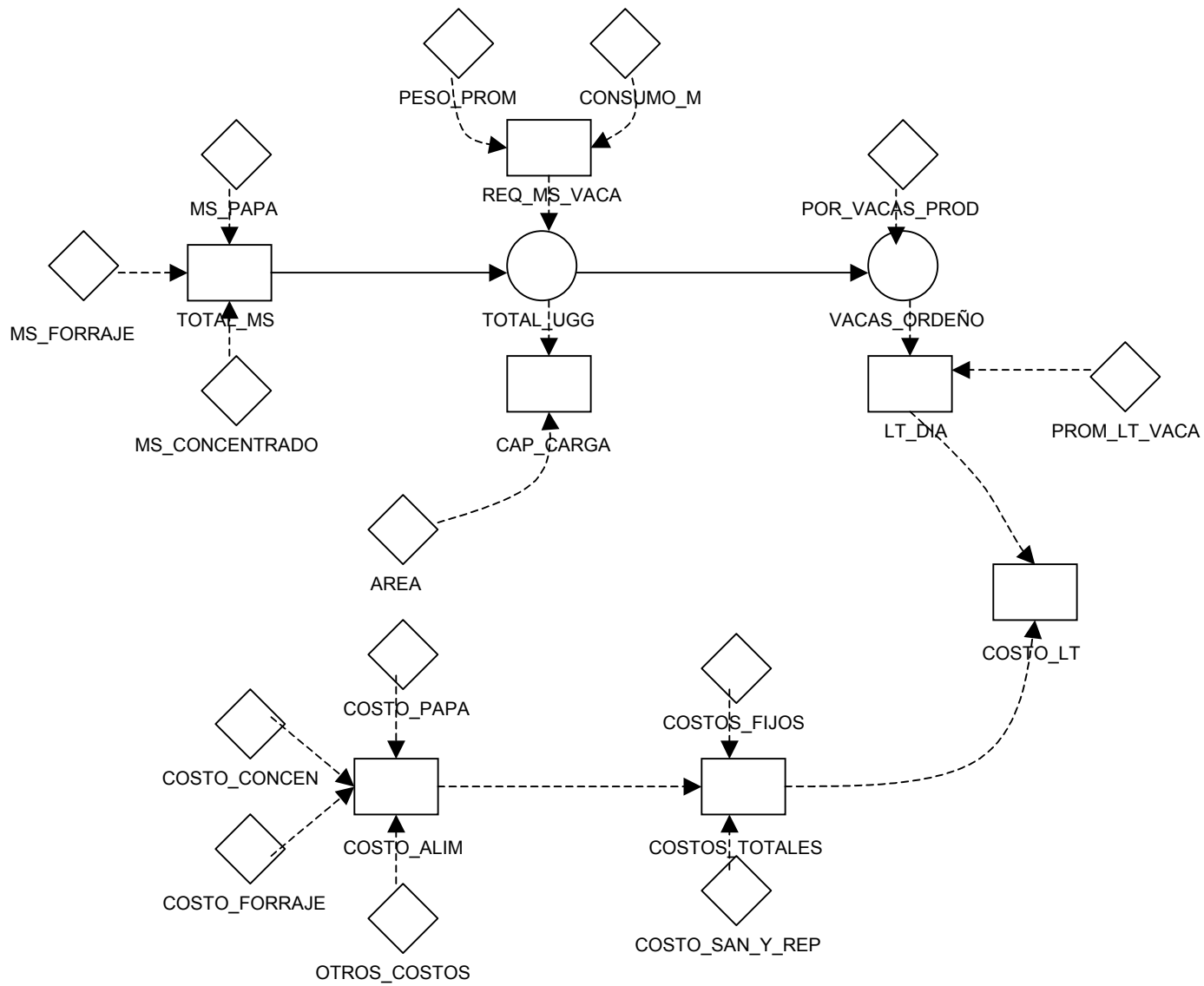
El sistema de producción de leche estudiado involucra diferentes procesos e interacciones, las cuales se han representado inicialmente en un modelo material, el cual determina las relaciones entre diferentes componentes del sistema. Este modelo, plasmado en un diagrama de flujo, no pretende cuantificar dichas relaciones sino facilitar la comprensión de su funcionamiento (Figura 6). Para la construcción del modelo material se utilizaron cinco componentes con sus respectivas variables y valores las cuales se describen en los siguientes apartes:

6.3.1 Componente Alimentación. Está constituido por las siguientes variables dadas en materia seca disponible por día.

a) Forraje = 1,103.6 kgMS/vaca/día

La cantidad de forraje se obtuvo por medio del aforo de praderas, descontando el 30% de desperdicio (valor obtenido a partir de la literatura) y dividiéndolo entre dos días de pastoreo promedio. Los valores de materia seca, energía y proteína fueron promediados, de los análisis bromatológicos realizados a las praderas de la finca en estudio (Anexo A), cuyas ponderaciones fueron de 23,5%, 17,48% y de 422,5 de energía (kcal/100g) respectivamente.

Figura 6. Modelo material Técnico – Económico del hato Chimangual



b) Concentrado = 124,2 kgMS/vaca/día

Esta cantidad se calculó con base en 25 bultos de concentrado comercial utilizados por semana, alimento que tiene una humedad del 13%, con una proteína del 16%, 2,5% de grasa, fibra del 12%, ceniza del 10% y un estrato libre de nitrógeno del 46,5%. La cantidad suministrada por vaca es de dos kilogramos diarios.

c) Papa = 68,5 kgMS/vaca/día

La papa utilizada para suplementar la ración diaria de las vacas en producción, es de 40 bultos, producto que contiene el 23,99 % de materia seca. Se suministra picada en cantidad de un kilogramo por vaca, en cada ordeño.

6.3.2 Componente Animal. Se determinó el peso promedio de las vacas en producción, con el fin de calcular el consumo de materia seca por día.

a) Peso vaca promedio = 600 kg

b) Consumo de materia seca = 3% del peso vivo según tablas NRC

c) Producción promedio leche día = 14,77 litros

Los 14,77 litros promedio día fueron calculados con base en la producción total del año 2001, que corresponde a 226.424 litros.

6.3.3 Componente Manejo. Esta constituido por el inventario ganadero, del cual se seleccionó la siguiente variable.

➤ Porcentaje de vacas en ordeño = 58%

6.3.4 Componente Biofísico. Entendido como la superficie dedicada a la ganadería. Se utiliza para calcular las U.G.G. productivas.

➤ Hectáreas netas para ganadería = 35 Ha.

6.3.5 Componente Económico. Los valores que se presentan a continuación representan los costos diarios para el hato. Los costos de alimentación fueron calculados en base al componente alimentación explicado anteriormente teniendo en cuenta los gastos que se originan para el promedio de vacas en producción.

a) Costo de forraje en materia seca. = \$39.826 kg/día

b) Costo de concentrado en materia seca. = \$80.730 kg/día

c) Costo de papa en materia seca. = \$64.244 kg/día

d) Costos Sanidad y reproducción = \$28.250 kg/día

e) Otros costos = \$17.927 kg/día

f) Costo fijo = \$84.796 kg/día

Una vez realizado el modelo material o diagrama de Forrester, se procedió a incorporar valores numéricos que representan la situación actual del sistema de producción lechero y con la ayuda de la herramienta de Software POWERSIM DEMO, se corre el modelo, presentando los mismos valores encontrados en el análisis del sistema, de esta manera se probó que el modelo se ajusta en su planteamiento a lo reportado en el presente estudio de la Finca Chimangual para las diferentes variables (Figura 7).

En cuanto al modelo técnico - económico, para producción de leche día, los parámetros que fueron modificados de acuerdo a los criterios, experiencia y conocimiento de los autores, se agruparon en dos componentes: el técnico y el económico, los cuales están constituidos por las siguientes variables:

a) Primer parámetro modificado para la simulación: Componente Técnico. Los cambios realizados en este parámetro fueron aplicados a la producción de forraje y se basaron en los datos obtenidos en el análisis y discusión de los indicadores en estudio, realizados en el paso anterior, pasando de 2.207,2 kilogramos de materia seca de forraje disponible hectárea corte a 3.230 kg de materia seca denominado como bueno según Azula¹⁰¹. Los datos generados en la simulación se presentan en la Tabla 9 a partir de la Figura 8.

¹⁰¹ SEMINARIO CON ENFOQUE INTEGRAL PARA ASISTENTES TÉCNICOS. Op. cit. p. 3.

Figura 7. Modelo material Técnico – Económico probado del hato Chimangual

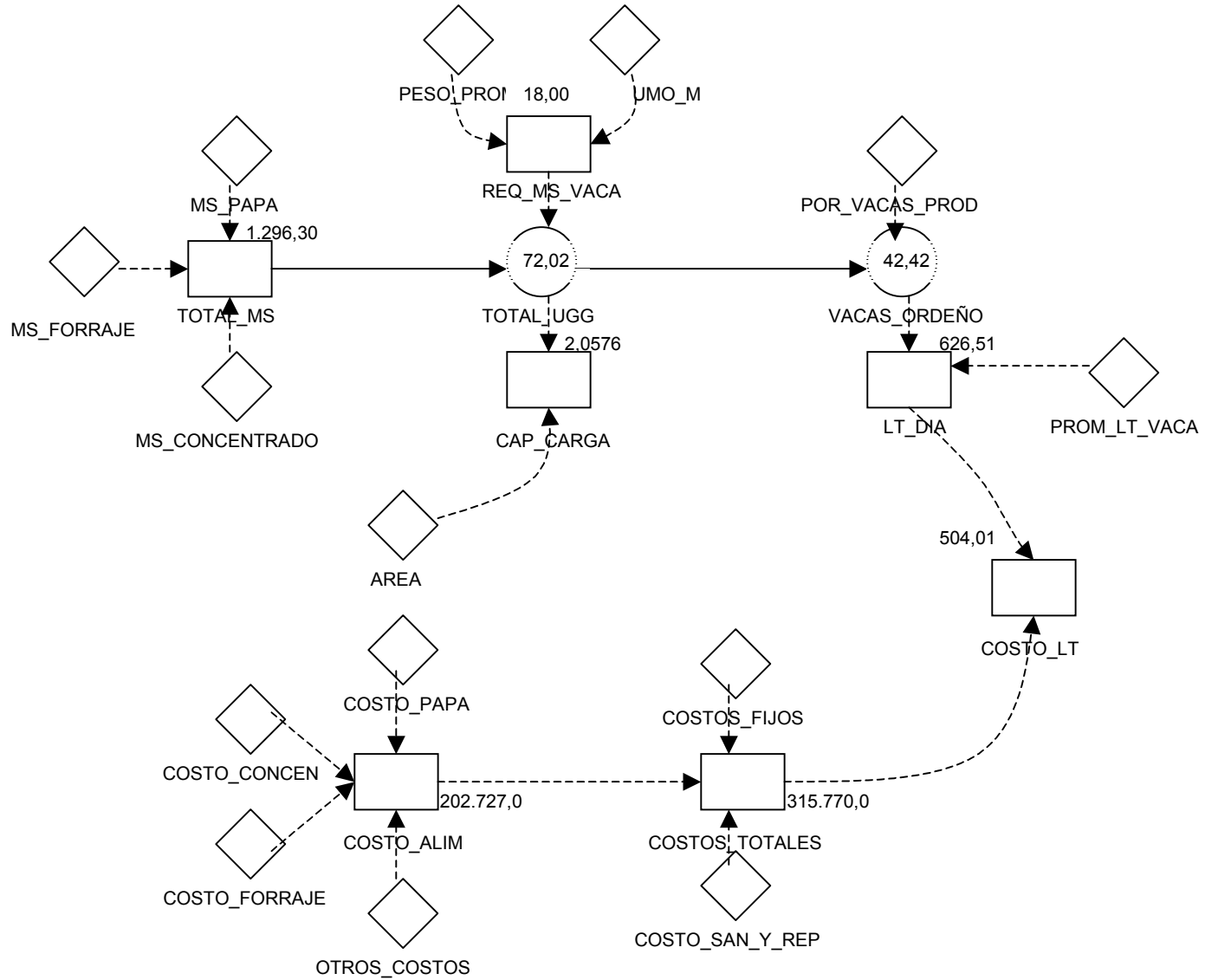


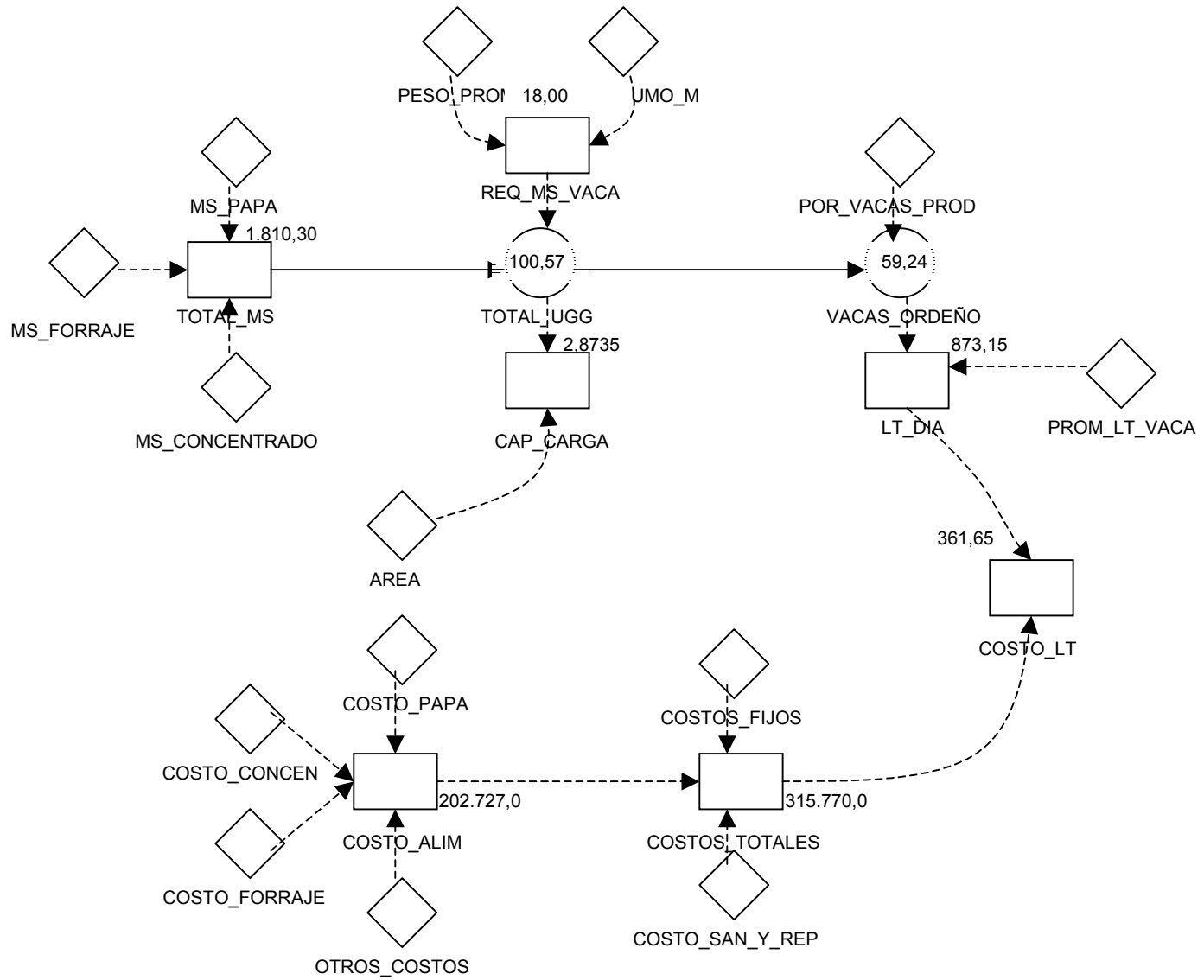
Tabla 9. Modelo material T-E hato Chimangual simulando un incremento de 514 kg en la MS del forraje para un total de MS de 1.810 kg/día

	Total MS [kg]	Total UGG	Capacidad de Carga	Vacas en ordeño	Litros/día	Costo [\$/lt]
Modelo Base	1296.3	72.02	2.06	42.4	625.24	504.01
M. Simulado	1810.3	100.5	2.87	59.2	873.10	361.65

Como se puede apreciar en la Tabla 9, al incrementar la producción de materia seca hasta 1.810,3 kg, automáticamente se obtiene un incremento en la capacidad de carga, pasando de 2,06 a 2,87 U.G.G/Ha. De igual manera, el total de unidades gran ganado, que repercute en el número de vacas en ordeño, se incrementó en 16,2 vacas en ordeño, y la producción de leche hato día paso de 625,24 a 873,1 litros. Este aumento de leche hace que el costo por litro presente una reducción siendo significativa, ya que el sistema productivo se ahorraría \$142,36 por litro-día.

El bajo rendimiento de la producción de forraje en la finca en estudio se debe posiblemente a una elevada presión de pastoreo, ocasionado por un número alto de animales y un manejo inadecuado de la cerca eléctrica, Actividades que van en detrimento de la estructura del suelo y un mayor estrés fisiológico para el pasto.

Figura 8. Modelo material Técnico – Económico del hato Chimangual simulando un incremento de 514 kg en la MS del forraje para un total de MS de 1810,3 kg/día



En este sentido, se plantea la necesidad de revisar las condiciones de pastoreo, mediante aforos permanentes, planes de fertilización constantes y un manejo físico del suelo, buscando descompactar las praderas. También mirar la posibilidad de implementar la utilización de técnicas de conservación de pasto.

b) Segundo parámetro modificado para simulación: Componente Económico. Teniendo en cuenta que los mayores costos de producción están dados por la alimentación, se procedió a optimizar la ración, teniendo como objetivo la reducción de costos, sin afectar los aportes que actualmente requieren las vacas en producción.

Por lo anterior se planteó un Modelo de Programación Lineal, cuyos resultados se utilizaron para generar una simulación y poder analizar la respuesta al ejecutar este cambio.

El modelo de programación lineal propuesto, se construyó de acuerdo a los siguientes parámetros:

a) Construcción del modelo.

Para elaborar el modelo de programación lineal, inicialmente se determinó que para un bovino con un peso promedio de 600 kg, una producción promedio de 14,77 litros por día y un consumo de materia seca de 18 kg por día, como mínimo debe disponer de los siguientes requerimientos presentados en la Tabla 10.

Tabla 10. Requerimientos nutricionales de una vaca en producción

	Energía Digestible	Proteína Cruda
	Mcal.ED/día	Gr/Kg
Mantenimiento	18,75	406,00
Producción	19,57	1236,48
Requerimientos Totales	44,10	1888,85

NCR (1.988)

Para obtener el total de requerimientos se sumaron los valores de Energía y Proteína para mantenimiento y producción, adicionándole el 15% con el fin de corregir el efecto trópico.

Seguidamente se estructuró una matriz de datos con la oferta nutricional de cada alternativa de alimentación y su costo (Tabla 11), expresada en términos de proteína cruda (PC), Mega calorías de energía digestible y materia seca (MS).

Tabla 11. Matriz de aportes nutricionales y su costo por kilo

Alimento	Materia Seca Gr/kg	Energía McalED/kg	Proteína Gr/kg	Costo \$/kg
Forraje	235,0	4,225	174,8	36,1
Concentrado	870,0	2,413	160,0	651
Papa	239.9	4,170	114,3	939

b) Modelo Matemático.

Según lo establecido por Vidal¹⁰², la estructura del modelo de programación lineal se desarrolló determinando los siguientes planteamientos:

➤ Variables de Decisión. Sean:

X_1 = Kilogramos de Forraje a suministrar diariamente

X_2 = Kilogramos de Concentrado a suministrar diariamente

X_3 = Kilogramos de Residuos de Papa a suministrar diariamente

➤ Función Objetivo. Minimizar costos diarios:

Minimizar $C = 36,1X_1 + 651X_2 + 939X_3$ [\$/día]

➤ Restricciones:

Por Materia Seca

$$235X_1 + 870X_2 + 239,9X_3 \geq 18.000 \quad [\text{gramos}]$$

Por Energía Digestible

$$4,225X_1 + 2,413X_2 + 4,17X_3 \geq 44,1 \quad [\text{Mcal.ED}]$$

Por Proteína Cruda

$$174,8X_1 + 160X_2 + 114.3X_3 \geq 1888.852 \quad [\text{gramos}]$$

Por uso obligatorio de papa y concentrado

$$870X_2 + 239,9X_3 \geq 2219 \quad [\text{gramos}]$$

Obvias:

$$(X_1, X_2, X_3) \geq 0$$

c) Resultados.

Para la obtención del resultado óptimo para el balance de la ración, se hizo uso de otra herramienta de software: QS Quantitative Systems Versión 3.0 para la solución de problemas de Programación Lineal, el cual, por medio de procedimientos matemáticos e iteraciones (Método Simplex) presenta la mejor combinación al menor costo. La solución resumida presentada por el programa se puede apreciar en la Tabla 12. La solución completa se presenta en el Anexo B.

Tabla 12. Resumen de la solución para la ración Chimangual utilizando QS v 3.0

¹⁰² VIDAL H. Carlos Julio. Op. cit., p. 24

Número de la Variable	Nombre de la Variable	Solución	Costo de Oportunidad	Mínimos coeficientes de la función objetivo	Coeficientes de la función objetivo minimizada	Máximo coeficientes de la función objetivo
X1	Forraje	67,10638	0	0	36,1	175,8448
X2	Concentrado	2,550575	0	133,6468	651	3405,294
X3	Papa	0	759,4886	179,5114	939	M
Objetivo Minimizado = 4084.654			Iteraciones = 4			

La solución presentada por el programa, propone que la ración óptima a suministrar es de 67 kg de forraje y 2,55 kg de concentrado por día para una vaca. El mínimo costo generado a partir de estos valores es de \$4.084,65/vaca/día.

Este valor se multiplico por los 365 días, resultando un costo por alimentación de \$1'490.899/año/vaca y por un promedio de 42 vacas en ordeño, el costo total por año sería de \$62'617.745.

Tomando en cuenta los valores del sistema actual en cuanto a costo de alimentación, el cual se encuentra en \$202.727/día para el total de las vacas en ordeño, se puede afirmar, utilizando el mismo procedimiento anterior, que el costo total por año es de \$73'993.165.

Comparando los anteriores resultados se puede inferir que la diferencia entre el modelo actual y el optimizado genera un ahorro en el sistema productivo de \$11'375.420 año.

Con los datos optimizados anteriormente, en relación con el esquema de alimentación, se suprimió en el modelo base la utilización de la papa (Figura 9), simulando mediante POWERSIM, para generar los resultados de la Tabla 13.

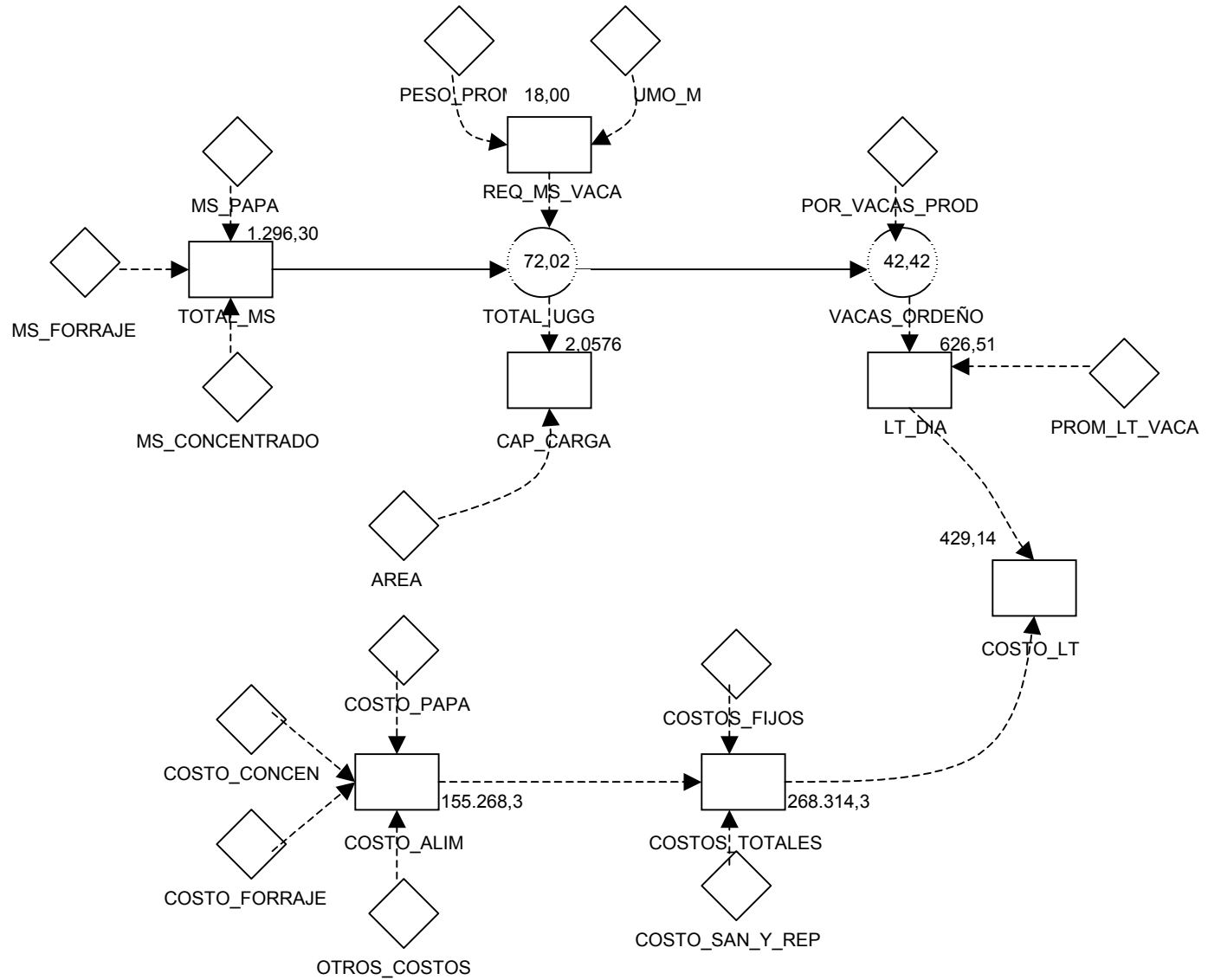
Tabla 13. Modelo material T-E hato Chimangual simulando los resultados del modelo de programación lineal.

	Costo Alimentación	Costos Totales	Costo por litro
Modelo Base	202721	315773	504.01
Modelo Simulado	155268	268314	429.14

Como se observa en la Tabla 13, reemplazando los 2 kilogramos de papa suministrados por 0,55 kilogramos adicionales de concentrado, el costo del litro de leche baja en \$74,87.

El anterior resultado, se explica por el bajo contenido de materia seca de la papa, que corresponde por kilo 239,9 gramos de materia seca por kilogramo, frente a 870 gramos por kilogramo de concentrado; de igual manera, como se observa en la Tabla 11, los contenidos de proteína y energía son superiores para este último.

Figura 9. Modelo material Técnico – Económico del hato Chimungal simulando los resultados del modelo de programación lineal



c) Simulación del componente técnico y del económico simultáneamente. Para este punto, se incluyó dentro del modelo material, los dos cambios realizados en los pasos anteriores, que se refieren a la alimentación (MS en el forraje) y a los costos de la misma (Figura 10). Se realizó la simulación y los resultados obtenidos se pueden apreciar en la Tabla 14.

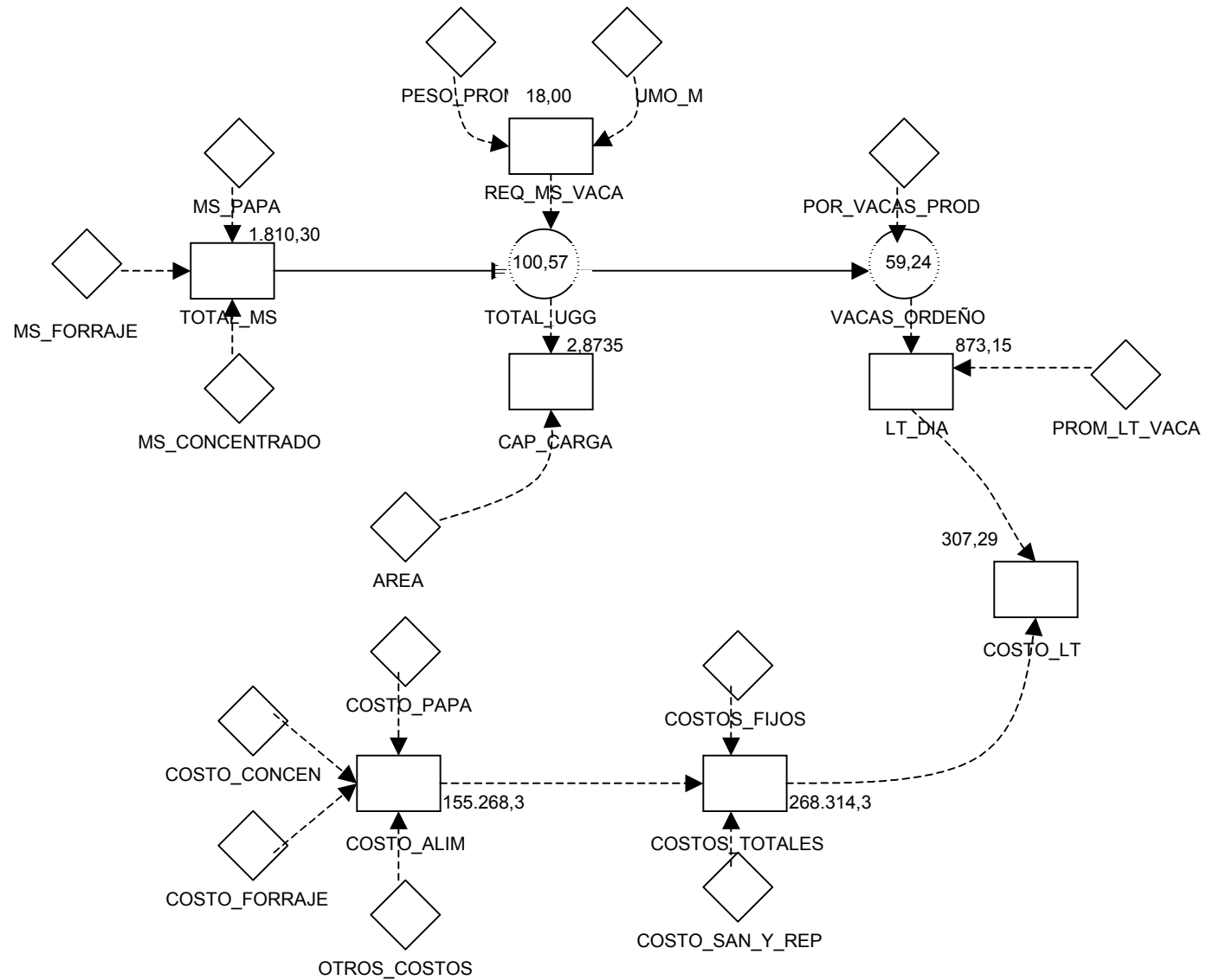
Tabla 14. Modelo material T-E hato Chimangual simulando los componentes técnicos y económicos simultáneamente.

	Total MS [kg]	Total UGG	Capacidad de Carga	Vacas en ordeño	Litros/día	Costo [\$/lt]
Modelo Base	1296,3	72,02	2,06	42,4	625,24	504,01
Modelo Simulado	1810,3	100,5	2,87	59,24	873,15	307,29

De acuerdo con la tabla anterior, se aprecia que el costo por litro se reduce en \$197, lo cual generaría mayores utilidades para el sistema productivo en cuestión.

Lo anterior se da por un mayor aprovechamiento del recurso suelo, representado por un aumento en la producción de forraje, de igual manera la optimización de la ración al eliminar el suministro de papa, genera una mayor utilidad por litro de leche producido.

Figura 10. Modelo material Técnico – Económico del hato Chimangual simulando los componentes Técnico y Económico simultáneamente



7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 CONCLUSIONES

7.1.1 La finca Chimangual se encuentra ubicada en una zona Agroecológica de suelos Udando y Tropets, con zona climática andina húmeda y zona de vida bosque muy húmedo Montano.

7.1.2 La estructura del hato en el sistema de producción estudiado presenta las siguientes características:

Vacas en Producción:	58.2%
Vacas Secas:	6.9%
Novillas 2-3 años:	11,08%
Novillas 1-2 años:	13,3%
Terneritas 0-1 año:	8,7%
Toros:	1,8%

7.1.3 El intervalo entre partos encontrado indicó un promedio de 473 días, 193 días abiertos, una producción de 6.342,8 lt/ha/año, producción de leche ajustada de 4.974,9 lt/vaca y una capacidad de carga de 2,0 U.G.G./ha.

7.1.4 La producción de materia seca neta en la finca Chimangual, durante el periodo de estudio fue de 2.207,2 kg/ha/pastoreo.

7.1.5 La participación de los costos variables fue del 73% y la de los costos fijos del 26,6% del total de los costos de producción.

7.1.6 En cuanto a los costos variables, el rubro que tiene mayor incidencia es la alimentación con una ponderación del 64,4%, dentro del cual, la suplementación con alimentos balanceados tiene la mayor influencia observando una equivalencia del 52%.

7.1.7 El costo de producción de un litro de leche se calculó en \$504,01.

7.1.8 Al realizar la simulación utilizando el modelo base construido a partir de las variables encontradas en el sistema productivo, se obtuvieron resultados idénticos a los calculados manualmente a partir de los registros, por lo que se consideró validado el modelo.

7.1.9 Cuando se incrementó hasta 1810,3 kg la materia seca, la capacidad de carga también se incrementó hasta 2,87 U.G.G., las vacas en ordeño se aumentaron hasta 59,2%, la producción de leche subió a 873,1 lt/hato/día y el costo de producción disminuyó a \$361,66/lt.

7.1.10 El modelo de programación lineal propone una ración óptima de 67 kg de forraje verde y 2,55 kg de concentrado por vaca/día a un costo mínimo de \$4.840,65/vaca/día.

7.1.11 Cuando se simuló los componentes técnico y económico en forma simultánea, el costo por litro de leche bajó a \$307,29, reduciendo el valor en \$197/lt.

7.1.12 La deficiencia de datos seriados de todas las variables imposibilitaron la construcción de modelos más completos que representen al sistema de manera más puntual.

7.2 RECOMENDACIONES

7.2.1 De acuerdo con los resultados de la simulación en la finca Chimangual, se recomienda eliminar el suministro de papa, incrementar la producción de forraje verde de manera que se puedan suministrar 67 kg por vaca/día y suplementar con 2,55 kg de concentrado.

7.2.2 Realizar trabajos utilizando las técnicas de modelación y simulación tendientes a optimizar la suplementación de concentrado teniendo en cuenta la producción de leche.

7.2.3 Aplicar la modelación y simulación en la producción de forraje, con el fin de optimizar la producción de este recurso.

7.2.4 Planificar la recolección de datos de manera que se pueda contar con información de todas las variables técnicas y económicas en una forma seriada incluyendo todos los componentes del sistema.

7.2.5 Elaborar trabajos similares utilizando estas metodologías para la construcción de modelos específicos en cada uno de los componentes del sistema productivo.

7.2.6 Realizar evaluaciones *ex_ante* utilizando técnicas de simulación para la validación y ejecución de los modelos.

8. BIBLIOGRAFÍA

ALCALDÍA DE SAPUYES. Plan de ordenamiento territorial. Sapuyes, 2001. 46 p.

ASOCIACIÓN HOLSTEIN. Promedios Nacionales de Hatos. Santa Fé de Bogotá, 1999. 2 p.

BENAVIDES, Oscar et al., Evaluación reproductiva del hato la Providencia. Pasto, Colombia, Universidad de Nariño, Vice-rectoría de investigaciones, Postgrados y Relaciones Internacionales, 1988. 106 p.

BENAVIDES, Oscar y OJEDA, Hernán. Valoración productiva de un hato lechero holstein. Pasto, Colombia: Universidad de Nariño. VIPRI. 1988. 110 p.

BRONSON, Richard. Investigación de Operaciones. México: McGrawHill, 1994. 319 p.

CORPOICA. Comunicación personal. Pasto, 2002.

DE LOS RIOS, Oscar y BENAVIDES, Miguel. Costos de la producción de leche en el municipio de Pasto y sabanas del municipio de Túquerres e Ipiales. Tesis Zoot. Pasto, Colombia: Universidad de Nariño, Facultad de Zootecnia, 1986. 110 p.

FEDERACIÓN NACIONAL DE GANADEROS. Administración y Gestión de Empresas Ganaderas. Santa Fé de Bogotá: Grafijarr, 1998. 134 p.

FEDERACIÓN NACIONAL DE GANADEROS. La ganadería bovina en Colombia. Bogotá: FEDEGAN , 2001-2002. 245 p.

IMUEZ, Marco Antonio y ROSERO, Eduardo. Estudio de algunos parámetros de producción lechera en el municipio de Pasto. Tesis Zoot. Pasto, Colombia: Universidad de Nariño, Facultad de Zootecnia, 1984. 85 p.

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA Y METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES (IDEAM). Comunicación personal. Pasto, 2000.

LOPEZ, Albeiro, MEDINA, Homero y VELA, Gustavo. Identificación de los principales indicadores económicos de tres hatos lecheros con diferentes sistemas productivos en la cuenca del Río Bobo Municipio de Pasto, Colombia. Pasto, Colombia: Universidad de Nariño. VIPRI. 1999. 129 p.

MINISTERIO DE AGRICULTURA. Política Nacional Agropecuaria. 2002.
<<http://www.minagricultura.gov.co>>

ORTEGA, Antonio. Producción de leche en condiciones tropicales. Bogotá, Colombia: Universidad Santo Tomás. Centro de enseñanza desescolarizada, USTA, 1994. 297 p.

PBEST ASESORES y de CASTELLS, J.M. Estudio sobre la competitividad y la productividad de la cadena de lácteos en Colombia. Santa Fé de Bogotá, Colombia, 1997. 272 p.

PEREIRA, Rosa Lila y ROSERO, E. Evaluación productiva, reproductiva y económica del hato Chimangual propiedad de la Universidad de Nariño durante el año 1998. San Juan de Pasto: Universidad de Nariño, Vicerrectoria de investigaciones, 1998. 86 p.

RIVERA BARRERO, Julio César. Producción Bovina para leche. Pasto: Universidad de Nariño, Pasto Colombia, 1997. 137 p.

RIVERA, Julio César y BENAVIDES, Oscar. Determinación del nivel tecnológico del ganado Holstein en la zona sur de Nariño. San Juan de Pasto: Universidad de Nariño, Vicerrectoria de investigaciones, 1993. 83 p.

SEMINARIO CON ENFOQUE INTEGRAL PARA ASISTENTES TÉCNICOS. (2 : 2002 : Pasto). Memorias del I Seminario con enfoque integral para asistentes técnicos. Pasto: FEDEGAN, 2002.

TECNO AGROPECUARIO MAGANGUÉ. Capacitación en gestión para empresarios ganaderos: Módulo 1. Bogotá: FEDEGAN, 2002. 80 p.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. Capacitación en Gestión para empresarios ganaderos: Módulo 2. Bogotá: FEDEGAN, 2002. 137 p.

URDANETA, Fátima. La programación lineal en la selección de alternativas de alimentación animal. 1995. <<http://www.fao.org>>. 5 p.

VIDAL H. Carlos J. Introducción a la modelación matemática y optimización (Notas de Clase). Cali: Universidad del Valle, Facultad de Ingeniería, 1999. 76 p.

ANEXO

	5 MUESTRA							
ANÁLISIS	1	2	3	4	5	6	7	PROMEDIO
MS	24,1	27,41	32,9	23,43	23,99	15,74	17,22	23,5
PROTEÍNA	24,04	11,74	14,22	21,81	11,43	17,7	15,47	17,48
ENERGÍA (Kcal/100gr)	429	427	441	422	417	405	411	422,5
AFORO DE PRADERAS (TonMS/ha/día/neto)	29,123	12,876	1,551	4,320		9,116	13,554	11,036

Muestra

- 1 Aubade + Trébol blanco + Avena forrajera
- 2 Falsa poa + Aubade
- 3 Azul orchoro + Pajilla
- 4 Chicoria + Trébol blanco + Falsa poa
- 5 Papa
- 6 Aubade
- 7 Aubade