

PROGRAMA DE EDUCACIÓN PARA EL DESARROLLO Y LA CONSERVACIÓN

ESCUELA DE POSGRADO

**MODELO DE OPTIMIZACIÓN ECONÓMICA PARA EL ANÁLISIS Y LA SIMULACIÓN DE
LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE GANADO DE
DOBLE PROPÓSITO DE LA REGIÓN NORORIENTAL DE HONDURAS**

Tesis sometida a consideración de la Escuela de Posgrado, Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza como requisito para optar por el grado de:

Magister Scientiae en Socioeconomía Ambiental

Por

Enrique Ernesto Alvarado Irías

Turrialba, Costa Rica, 2005

Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma por el Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación y la Escuela de Posgrado del CATIE y aprobada por el Comité Consejero del Estudiante como requisito parcial para optar por el grado de:

MAGISTER SCIENTIAE

FIRMANTES:

Eliécer Vargas, Ph.D.
Consejero Principal

José Gobbi, Ph.D.
Miembro Comité Consejero

Guillermo Navarro, Ph.D.
Miembro Comité Consejero

Jairo Mora, Ph.D.
Miembro Comité Consejero

Juan Carlos Flores, Ph.D.
Miembro Comité Consejero

Glenn Galloway, Ph.D.
Director Programa de Educación y
Decano de la Escuela de Posgrado

Enrique Ernesto Alvarado Irías
Candidato

DEDICATORIA

Al gran arquitecto del universo, que es Dios.

A mi madre, por su amor incondicional.

A mis abuelos Cristina y Raúl, que los amaré todos los días de mi vida.

A mis hermanas, por su cariño y apoyo.

A mi futura familia, porque todo el esfuerzo de mi vida será para ella.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, porque en el diario vivir me enseñó a vencer todas las adversidades.

Al Proyecto CATIE/ Noruega, por contribuir financieramente a la obtención de mi título.

Al Dr. Eliécer Vargas, por todo el conocimiento que me brindó y enseñarme a ser un profesional de calidad.

A mi familia, por todo su sacrificio.

A Toti, por todos sus sueños, dedicación e incondicional cariño.

A Doña Gladis, Ana y Cecilia por cuidarme y apoyarme en el CATIE.

A Katherine Tehelen, por ser mi super amiga y estar siempre ahí para apoyarme.

A Mario Mejía, Alexander León y Herty Betancourt (Los Dioses), por ser mis hermanos desde CATIE y hasta siempre. Principalmente a Alex por todos sus consejos y apoyo.

A Johanna, porque forma parte de este logro, un especial agradecimiento a ti.

A todos mis amigos del CATIE.

A todos mis amigos de Honduras.

Al profesor Miguel Avedillo, porque siempre será la fuente de mi inspiración profesional.

BIOGRAFÍA

El autor nació en Tegucigalpa, Honduras el 11 de octubre de 1979. Se graduó del Programa de Agronomía de la Escuela Agrícola Panamericana “El Zamorano” en 1999, y egresó del mismo centro de estudios del Programa de Ingeniería Agronómica con orientación en Economía Agrícola en el año 2000. A partir del año 2001 trabajó como coordinador de proyectos del Comité para la Defensa y Desarrollo de la Flora y Fauna del Golfo de Fonseca (CODDEFFAGOLF) donde desempeñó su cargo hasta fines del 2003 previo a ingresar a la Maestría de Socioeconomía Ambiental del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE).

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
BIOGRAFÍA	v
ÍNDICE GENERAL	vi
RESUMEN	ix
SUMMARY	x
ÍNDICE DE CUADROS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 ANTECEDENTES	1
1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	2
1.2.1 A nivel productivo.....	2
1.2.2 A nivel Político.....	3
1.2.3 A nivel tecnológico	4
1.3 OBJETIVOS	4
1.3.1 General	4
1.3.2 Específicos.....	5
1.3.3 Hipótesis	5
2. MARCO ANALÍTICO	6
2.1 MARCO CONCEPTUAL	6
2.1.1 Costos.....	6
2.1.2 Ingresos	7
2.1.3 Beneficio o ganancia.....	8
2.1.4 Estado de resultados y balance de situación.....	8
2.1.5 Precio, demanda y elasticidad	9
2.1.5.1 Precio y Precio Sombra	9
2.1.5.2 Demanda	10
2.1.5.3 Elasticidad.....	10
2.1.6 Eficiencia.....	11
2.1.7 Optimización	13
2.1.8 Bases para la toma de decisiones en fincas agropecuarias	15
2.1.9 Programación Lineal	16
2.1.9.1 Programación lineal en la agricultura.....	17
2.1.9.2 Formulación de un problema de programación lineal	18
2.1.9.3 Supuestos de programación lineal en modelos estándar	20
2.1.9.4 Métodos de programación lineal.....	21
2.1.9.5 Análisis de sensibilidad en programación lineal.....	23
2.1.9.6 Ventajas y desventajas de la programación lineal	23
2.1.9.7 Dualidad en programación lineal.....	25
2.1.10 La simulación	29
2.1.11 El método Monte Carlo	29
2.1.12 Modelos económicos	30
2.1.13 Métodos de investigación en fincas agropecuarias	31
2.1.13.1 El estudio estadístico	32

2.1.13.2 El estudio de caso.....	32
2.1.13.2.1 La selección de casos y la manera de establecer generalizaciones	33
2.1.13.3 Relaciones entre los estudios de caso y los estudios estadísticos.....	34
2.1.14 Caracterización de fincas.....	34
2.1.15 La innovación tecnológica.....	35
2.2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	37
2.2.1 Antecedentes de la ganadería bovina en Honduras.....	37
2.2.2 División del sector lechero en Honduras.....	38
2.2.3 Estudios en las principales zonas ganaderas de Centroamérica	39
2.2.3.1 Estudios de ganadería en la región nororiental de Honduras.....	39
2.2.4 Uso de la programación lineal en problemas agropecuarios	40
2.2.4.1 Optimización y programación lineal en ganadería	42
3. MATERIALES Y MÉTODOS	44
3.1 Ubicación y descripción del área de estudio	44
3.2 Metodología.....	45
3.2.1 Selección de fincas	45
3.2.1.1 Diseño de encuesta	46
3.2.1.2 Ejecución de encuesta	47
3.2.1.3 Base de datos	47
3.2.2 Tipificación de fincas.....	47
3.2.2.1 Selección de variables	48
3.2.2.2 Análisis de conglomerados	49
3.2.2.3 Caracterización de clusters.....	49
3.2.2.4 Selección de fincas típicas.....	49
3.2.3 Recolección y sistematización de información primaria.....	49
3.2.3.1 Registros ganaderos.....	49
3.2.3.2 Entrevista semi- estructurada	50
3.2.3.3 Submuestra y cuestionario de capacidad empresarial	51
3.2.4 Procesamiento de la información.....	51
3.2.4.1 Estructura de costos	51
3.2.4.2 Indicadores económicos- financieros.....	51
3.2.4.3 Capacidad empresarial	54
3.2.4.4 Modelo de programación lineal.....	55
3.2.4.4.1 Definición de parámetros	55
3.2.4.4.2 Supuestos y consideraciones técnico- económicas del modelo	55
3.2.4.4.3 Estructura matemática del modelo.....	57
3.2.4.4.4 Escenarios para el modelo.....	60
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	61
4.1 Formación de clusters.....	61
4.2 Descripción de los clusters	62
4.2.1 Caracterización del cluster 1.....	62
4.2.2 Caracterización del cluster 2.....	64
4.2.3 Caracterización del cluster 3.....	66
4.3 Análisis económico- financiero	67
4.3.1 Estructura de costos	67
4.3.1.1 Estructura de costos para el cluster 1.....	68
4.3.1.2 Estructura de costos para el cluster 2.....	69
4.3.1.3 Estructura de costos para el cluster 3.....	71
4.3.2 Índices económicos- financieros.....	73
4.3.2.1 Margen bruto.....	73

4.3.2.2 Costo por litro de leche	76
4.4 Capacidad empresarial.....	79
4.4.1 Frontera de eficiencia.....	82
4.5 Modelo de optimización económica.....	83
4.5.1 Escenario base del cluster 1	83
4.5.2 Escenario base del cluster 2.....	86
4.5.3 Escenario base del cluster 3.....	88
4.5.4 Simulación con aspectos de mercado para el cluster 1.....	89
4.5.5 Simulación con aspectos de mercado para el cluster 2 y 3.....	91
4.5.6 Simulación con aspectos tecnológicos para los tres clusters	91
5. CONCLUSIONES	94
6. RECOMENDACIONES	96
7. BIBLIOGRAFÍA	97
8. ANEXOS	104

RESUMEN

Alvarado, E. 2005. Modelo de optimización económica para el análisis y la simulación de la innovación tecnológica en sistemas de producción de ganado de doble propósito de la región nororiental de Honduras. Tesis de Mag. Sc. CATIE, Turrialba, C.R. 161 p.

Durante la década de los setentas e inicio de los ochentas se llevo a cabo un proceso de expansión a gran escala y sin planificación sostenible de la industria ganadera en Centroamérica, lo que provocó la disminución de la productividad de los sistemas y mayor presión en el uso de los recursos naturales. Así, encontrar alternativas para mitigar los impactos económicos y ambientales negativos debido al manejo inadecuado de la actividad ganadera, debe ser una de las prioridades para organizaciones de investigación y desarrollo. Por tales razones, durante el año 2005, en el trópico húmedo de la región nororiental de Honduras, se realizó un estudio con el objetivo de diseñar una herramienta (modelo) de optimización económica que permitiera analizar la eficiencia en el manejo de recursos, la transferencia de tecnologías, la capacidad empresarial de los productores, la simulación de políticas, y el impacto de choques externos en sistemas de producción de ganado de doble propósito. Concretamente la investigación tuvo dos componentes, el primero consistió en la elaboración y análisis de la estructura de costos de las fincas más representativas de la región, mientras que el segundo fue desarrollar un modelo de optimización económica, a través de programación matemática, que analizó y simuló el impacto de tecnologías y factores externos que afectan directamente los sistemas de producción objeto de estudio. Los resultados mostraron que en la región existen tres tipos de fincas: a) Fincas de doble propósito de medianos productores con sistemas semi intensivos, pertenecientes a un mercado de leche caliente o artesanal; b) Fincas de doble propósito de grandes productores con sistemas semi intensivos, con tendencia a un mercado de leche fría o industrial; y c) Fincas de doble propósito de grandes productores con sistemas intensivos, con tendencia a un mercado de leche fría o industrial. Ahora bien, haciendo uso de indicadores económicos se pudo establecer que los productores pertenecientes al mercado de leche artesanal son menos eficientes en pagar sus costos de operación en comparación con los productores del mercado de leche industrial, pero se debe en gran parte al menor precio por litro de leche que perciben los productores artesanales, y no al manejo inadecuado y poco control de sus gastos. Por otro lado, a nivel exploratorio, se estableció que los productores artesanales mostraron una menor visión empresarial que los productores industriales, estableciéndose así que es posible realizar medidas cuantitativas de la capacidad empresarial en productores, y estimar la relación de este indicador con la producción y el nivel de ingresos. Por lo que se podría calcular, en este caso, cuanto se podría invertir en capacitación empresarial para llegar al nivel que presenta el mercado de leche industrial. Finalmente, se pudo establecer que el factor de producción más limitante para los medianos productores de la región es el capital, caso que no ocurre con los grandes productores ya que muestran mayor capacidad de inversión, datos que permiten establecer, desde el punto de vista económico, que es más factible la adopción de tecnologías en fincas grandes donde no existirán problemas por inversión inicial.

Palabras clave: Indicadores económico- financieros, capacidad empresarial, eficiencia.

SUMMARY

Alvarado, E. 2005. Economic optimization model for the analysis and simulation of technological innovation in dual-purpose livestock production systems of the north eastern region in Honduras. M.Sc. thesis. CATIE, Turrialba, C.R. 161 p.

A large scale and unplanned expansion process of the Central American livestock industry took place during the 70's and beginning of the 80's, leading to a decrease in the system productivity and increasing pressure upon the use of natural resources. Therefore, it must be a priority for research and development institutions to seek alternatives that will help mitigate the economic and environmental impacts caused by inadequate livestock practices. Because of this, a study was undertaken in 2005 in the north-eastern humid tropical area of Honduras in order to design a tool (model) of economic optimization that will help analyze resource management efficiency, technology transfer, the producer's business capacity, policy simulations, and the impact of external dual-purpose livestock systems. More precisely, the research had two components; the first consisting of the elaboration and analyses of the cost structure for the most representative farms in the region. The second consisted in developing a model of economic optimization through mathematical programming that analyzed and simulated the impact of technologies and external factors that directly affect the studied production systems. The results concluded that three types of farms are found in the area: a) Medium-sized dual-purpose farms with semi-intensive systems, who belong to a fresh milk or artisan market; b) Dual-purpose large scale farms with semi-intensive production systems with tendencies toward a processed milk or industrial market; and, c) Dual-purpose farms belonging to large-scale producers with intensive production systems, with a tendency leaning towards a processed milk or industrial market. Therefore, by using the economic indicators properly, it was established that producers who belong to the artisan milk market are by far less efficient in paying their production costs if compared to industrial market producers, which is largely due to the lower price paid for the artisan-produced milk, and not because of an incorrect or poor management of their expenses. In addition to this, at an exploratory level, it was established that artisan producers had less of a business vision than the industrial producers, establishing that it is possible to obtain quantitative measures of the business capacity in the producers, and estimating the relation between this indicator with production and income levels. Hence, it would be possible to compute, in this case, how much could be invested in business training in order to attain the industrial-level milk production market. Finally, it was established that capital is the most limiting production factor for medium-sized producers in the region, which is not the case with large-scale producers who have a higher investment capacity, data that allows to establish, from an economic perspective, that it is more feasible to adopt these technologies on large farms where no initial investment issues arise.

Key words: economic- financial indicators, business capacity, efficiency.

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Producción de leche de Honduras por regiones	38
Cuadro 2: Fincas seleccionadas para el estudio	46
Cuadro 3: Estadística descriptiva cluster 1	62
Cuadro 4: Prueba de Chi Cuadrado para las variables cualitativas cluster 1	64
Cuadro 5: Estadística descriptiva cluster 2	64
Cuadro 6: Prueba de Chi Cuadrado para las variables cualitativas cluster 1	65
Cuadro 7: Estadística descriptiva cluster 3	66
Cuadro 8: Prueba de Chi Cuadrado para las variables cualitativas cluster 3	67
Cuadro 9: Estructura de costos para la finca de leche caliente del cluster 1	68
Cuadro 10: Estructura de costos para fincas de leche caliente y fría en el cluster 2	70
Cuadro 11: Estructura de costos para fincas de leche caliente y fría en el cluster 3	72
Cuadro 12: Producción bruta, costos variables y margen bruto por cluster y tipo de finca ...	74
Cuadro 13: Estructura de costos para un litro de leche por cluster y tipo de finca	77
Cuadro 14: Costos totales e ingresos por litro de leche por cluster y tipo de finca	78
Cuadro 15: Precios y costos totales promedio por litro de leche por cluster	79
Cuadro 16: Regresión lineal entre ingresos y capacidad empresarial	80
Cuadro 17: Análisis de varianza para el tipo de mercado y la capacidad empresarial	80
Cuadro 18: Prueba de Fisher para el tipo de mercado y la capacidad empresarial	81
Cuadro 19: Análisis de varianza para los clusters y la capacidad empresarial	81
Cuadro 20: Prueba de Fisher para los clusters y la capacidad empresarial	82
Cuadro 21: Resultado de las actividades del escenario base para el cluster 1	84
Cuadro 22: Uso de recursos para el escenario base del cluster 1	85
Cuadro 23: Análisis del precio sombra de los recursos para el escenario base del cluster1	85
Cuadro 24: Resultado de las actividades del escenario base para el cluster 2	86
Cuadro 25: Uso de recursos para el escenario base del cluster 2	87
Cuadro 26: Análisis del precio sombra de los recursos para el escenario base del cluster2	87
Cuadro 27: Resultado de las actividades del escenario base para el cluster 3	88
Cuadro 28: Uso de recursos para el escenario base del cluster 3	88
Cuadro 29: Análisis del precio sombra de los recursos para el escenario base del cluster3	89
Cuadro 30: Resultado de las actividades del escenario de mercados para el cluster 1	90
Cuadro 31: Análisis del precio sombra para el escenario de mercados del cluster 1	90
Cuadro 32: Uso de recursos y ganancia del escenario de mercados para el cluster 2 y 3 ...	91
Cuadro 33: Resultado de las actividades del escenario técnico de los tres clusters	92
Cuadro 34: Uso de recursos para el escenario técnico de los tres clusters	92
Cuadro 35: Análisis del precio sombra para el escenario técnico de los tres clusters	93

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación del área de estudio.....	44
Figura 2: Relación lineal positiva entre los ingresos y la capacidad empresarial	80
Figura 3: Frontera de eficiencia para finqueros pecuarios.....	82

1. INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

Durante la década de los setentas e inicio de los ochentas una gran demanda internacional por los productos derivados del ganado incidió en el alto precio de los mismos. Esto en combinación con otros factores como: el rápido incremento de las poblaciones, políticas y esquemas inadecuados de colonización de la tierra, facilidades de crédito, subsidios para la crianza de ganado, regulaciones inapropiadas en la tenencia de la tierra y expansión de la infraestructura a nivel nacional, condujeron a una expansión rápida y a gran escala de la industria ganadera en Centroamérica (Szott *et al.*, 2000).

Como consecuencia a este acelerado crecimiento de la actividad ganadera sin planificación sostenible, se observó un proceso de declinación de la base de los recursos naturales, disminución de la productividad, incremento de la pobreza rural y mayor presión en el uso de la tierra (CATIE, Propuesta Proyecto Noruega, 2002).

Es así, que el ganado es considerado algunas veces como dañino para el medio ambiente. Los ganaderos han sido acusados de causar deforestación, desertificación y contaminación, así como de contribuir al calentamiento global mediante la producción de gases de efecto invernadero. Sin embargo, evidencias recientes sugieren que los análisis han sido simplistas y engañosos. Es importante considerar que la mayor parte de los daños ambientales causados por el ganado, se deben a la forma en que las personas manejan sus animales. Además, los daños son cuestionables bajo sistemas agrosilvopastoriles, donde la integración de animales, cultivos y árboles es considerada por muchos como un requisito esencial para el uso sostenible de la tierra (UNDP, 1997; Pezo e Ibrahim, 1999).

Por otro lado, el rol del ganado en las estrategias de vida de los pobres es importante, entendiendo los medios de vida como “las capacidades, recursos y actividades requeridas para el sustento” (Livestock in Development, 1999). El ganado forma parte de las estrategias de las familias en las zonas rurales para acumular capital y recursos, y puede ser crucial para mantener la sobrevivencia de la familia en épocas de crisis y en el cambio de estatus social de los pobres (de Haan *et al.*, 2001).

Así, encontrar alternativas para mitigar los impactos económicos y ambientales negativos debido al manejo inadecuado de la actividad ganadera, debe ser una de las principales prioridades para organizaciones de investigación y desarrollo.

Por tales razones, desde el año 2003 hasta fines del 2008, el Ministerio de Relaciones Exteriores de Noruega brinda apoyo financiero al Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) para que ejecute el proyecto: “Desarrollo participativo de alternativas de uso sostenible de la tierra en áreas con pasturas degradadas en América Central”, el cual en lo sucesivo se denominará “Proyecto CATIE/ Noruega”.

El objetivo del proyecto es desarrollar conjuntamente con productores ganaderos de la región centroamericana alternativas ecológica y económicamente viables para el desarrollo social de las comunidades ganaderas. Por lo cual, en su primera fase el proyecto seleccionó tres zonas piloto: El Peten, Guatemala; Muy Muy, Nicaragua; y Olanchito; Honduras.

1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En Honduras, el proyecto inició sus actividades analizando la percepción de los productores en cuanto a la problemática de la industria pecuaria de la región, por lo que se desarrollaron talleres con metodologías participativas que sirvieron para identificar problemas y plantear sus respectivas alternativas de solución.

Es así, que la presente investigación se originó a partir de los resultados de dichos talleres, donde se pudo identificar claramente la problemática y alternativas de solución a nivel productivo, político y tecnológico, a continuación se detallan dichos niveles:

1.2.1 A nivel productivo

Los productores ganaderos pertenecientes a la zona piloto del Proyecto CATIE/ Noruega, en Honduras, identificaron y priorizaron una serie de dificultades en cuanto a sus sistemas productivos, destacándose los “altos costos de producción”. En el proceso posterior de identificación de soluciones los productores plantearon la necesidad de implementar o mejorar los sistemas de registros de las fincas ganaderas.

Esto porque la falta de registro de costos no permite estimar las ganancias obtenidas por los productores, ni conocer los márgenes de rentabilidad de las fincas ganaderas. Asimismo, conociendo la composición de los costos es posible incidir en actividades que podrían mejorar la eficiencia productiva de la región.

Por otro lado, los productores poseen un conocimiento empírico de las actividades agropecuarias de la finca. Este conocimiento debe ser fortalecido con el manejo y determinación de estructuras de costos y el desarrollo de herramientas que faciliten la toma de decisiones a nivel de la finca. Esta situación se analizó en el marco de esta investigación, lo que permitió obtener alternativas de manejo y evaluar el impacto económico de la innovación tecnológica.

1.2.2 A nivel Político

En el pasado, las políticas nacionales destinadas a promover las actividades agropecuarias proponían el incremento de la producción a través de un aumento de área, colonizando zonas no aptas para la explotación pecuaria, y por ende motivando un sistema ganadero poco sostenible. En la actualidad este paradigma ha cambiado, ya que se tiene un nuevo enfoque de sostenibilidad que busca un equilibrio entre satisfacción de las necesidades humanas y la protección de los recursos naturales, a través de modelos de productividad y eficiencia.

A pesar de estos cambios, se sigue observando que las políticas de desarrollo no consideran los problemas regionales y/o locales, y aun se mantiene el esquema de planificación centralizado, donde las políticas son estructuradas de arriba hacia abajo, sin utilizar metodologías que permitan modelar el efecto de las políticas a nivel de finca.

Esto ocurría en la región nororiental de Honduras, a nivel de fincas pecuarias, ya que existían pocos esfuerzos para vincular el trabajo de campo basado en las necesidades de los finqueros y comunidades hacia el nivel de políticas nacionales, lo que permitiría llenar los vacíos entre los que estructuran las políticas y los que desarrollan las tecnologías.

Por lo anteriormente expuesto, esta investigación es un esfuerzo por realizar una conexión entre los entes políticos y técnicos, proponiendo un modelo de simulación que permite

prever y analizar el posible impacto de las políticas y otros factores externos (choques de mercado, tratados de libre comercio, etc.) en los sistemas de producción de ganado lechero en la región nororiental de Honduras.

1.2.3 A nivel tecnológico

A nivel general, existen diversas investigaciones e iniciativas para el desarrollo de tecnologías en sistemas pecuarios, sobre todo tecnologías que mejoran la productividad y promueven un entorno sostenible con el medio ambiente. Por otro lado, los productores experimentan con prácticas para hacer sus fincas más productivas. Por consiguiente es importante integrar estas experiencias, desarrollando mejores alternativas tecnológicas y llenando los vacíos de información existentes. Uno de estos vacíos es el aspecto de rentabilidad de las alternativas tecnológicas, el cual requiere ser solventado si se quiere fomentar la adopción tecnológica por parte del productor pecuario.

De esta forma, existen muchos esfuerzos y grandes inversiones tratando de mejorar la adopción de nuevas tecnologías, lamentablemente en muchos casos la innovación no llega al productor y las alternativas no son adoptadas. En el caso de la región nororiental de Honduras, existen proyectos dirigidos por instituciones internacionales como el CATIE y El Zamorano, que promueven métodos alternativos como la introducción de Sistemas Silvopastoriles (SSP), pero no se cuenta localmente con información adecuada sobre los costos de la tecnología y de los efectos de los SSP en la productividad y rentabilidad de las fincas. Por lo que en el desarrollo de este estudio se analizaron y compararon los impactos de éstas alternativas para el productor pecuario según finca promedio.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 General

Diseñar una herramienta (modelo) de optimización económica que permita analizar la eficiencia en el manejo de recursos, la transferencia de tecnologías, la capacidad empresarial de los productores, la simulación de políticas, y el impacto de choques externos en sistemas de producción de ganado de doble propósito en fincas del trópico húmedo de la región nororiental de Honduras.

1.3.2 Específicos

- Determinar la estructura de costos y comportamiento económico de la actividad ganadera de doble propósito de las tipologías promedio del trópico húmedo de la región nororiental de Honduras.
- Realizar un análisis exploratorio de la capacidad empresarial de las tipologías promedio del trópico húmedo de la región nororiental de Honduras.
- Desarrollar un modelo económico de programación lineal para las tipologías promedio que establezca parámetros que conlleven al análisis de la eficiencia en el uso de los recursos y la rentabilidad de las fincas.
- Simular el impacto de aspectos tecnológicos y de mercado que inciden en las variables de decisión del productor.

1.3.3 Hipótesis

- Existen diferentes tipos de sistemas productivos en la región.
- Existen diferentes visiones empresariales en el manejo de fincas de la región.
- La eficiencia de los sistemas productivos de ganado de doble propósito de la región, no depende únicamente del volumen de cada factor de producción, sino de la adecuada combinación y distribución de los mismos.
- Es posible establecer que aspectos tecnológicos y de mercado inciden en las retribuciones de los productores.

2. MARCO ANALÍTICO

2.1 MARCO CONCEPTUAL

2.1.1 Costos

Generalmente, el término costo se entiende como el desembolso de dinero que se hace en la adquisición de los insumos empleados en la producción de bienes y servicios (Guerra y Aguilar, 1995). Los costos de producción a nivel de finca ganadera son aquéllos en que se incurre para producir una mercancía derivada de las actividades pecuarias (Sabino, 1991).

Eppen y Gould (1987), distinguen tres tipos de costos: los costos fijos, los costos variables y los costos totales. Según Bannock *et al.* (1990) los costos fijos son los costos que en el corto plazo no varían con los cambios en producción. Estos costos se tienen aunque no haya producción y, en consecuencia, se denominan costos fijos (Samuelson y Nordhaus, 1996). Los costos variables representan aquellos gastos que varían con el nivel de la producción, como las materias primas necesarias para producir, los salarios, el combustible, etc. Además, los autores indican que los costos totales representan el gasto monetario total mínimo necesario para obtener cada nivel de producción y puede dividirse en costos fijos y costos variables.

En el largo plazo por definición, no hay costos fijos; es decir, todos los costos son variables y estos se definen como aquellos que varían en forma directa con la tasa de producción, por ejemplo, costos de trabajo, de materias primas, de combustible, energía eléctrica, etc.

Por otro lado, Samuelson y Nordhaus (1996) mencionan que el costo marginal de producción es el costo adicional en que se incurre al producir una unidad adicional. Guerra y Aguilar (1995) definen los costos promedios fijos como los gastos de producción que dependen de la cantidad de producto producido dividido por el número de unidades productivas. Una característica muy importante de este tipo de costo es que a medida que se produce mayor cantidad, el costo fijo promedio disminuirá. El fenómeno descrito se debe a que una cantidad fija de costos es dividida por números cada vez mayores a medida que el producto aumenta.

El costo promedio o unitario es el costo total dividido por el número de unidades producidas. Es común distinguir entre costos promedios de largo plazo y de corto plazo. En el caso de los costos promedios de largo plazo, los costos totales se calculan bajo el supuesto de que todos los insumos se ajustaron a los niveles de costo mínimo para cada nivel de producción.

Sin embargo, en el caso de los costos promedio de corto plazo, para la mayoría de los rangos de producción solo algunos de los insumos están en sus niveles más eficientes y, por lo tanto, en general, los costos promedios de corto plazo están por encima de los costos promedio de largo plazo (Bannock *et al.* 1990). En general la expresión de costo promedio es la siguiente:

$$CP(Q) \approx \frac{CT(Q)}{Q} \quad (1)$$

Donde:

CP: Costo promedio

CT: Costo total

Q: Cantidad de unidades producidas

Todas las definiciones de costos se pueden organizar en una estructura de costos que según Mendoza (2001) es la expresión numérica que enuncia, por rubros, la cantidad de dinero que se eroga para obtener un determinado producto por unidad (Para el caso: litro de leche). Esta expresión numérica, permite evaluaciones y comparaciones si se expresa en cifras relativas (porcentajes); lo cual las hace, a su vez convertibles a objetivos y metas de trabajo con programas de mejora continua.

2.1.2 Ingresos

Según Bannock *et al.* (1990) en términos generales, el ingreso es el flujo de dinero o bienes que recibe un individuo, un grupo de individuos, una empresa o la economía a través de un periodo específico. El ingreso puede ser en dinero pero también no monetario. El análisis del comportamiento de los factores de producción y las empresas se lleva a cabo bajo el supuesto de que ellos eligen entre diferentes alternativas de manera que maximizan su ingreso.

El ingreso marginal se refiere al ingreso generado por la última unidad vendida (Nicholson, 1997). El ingreso marginal para una empresa es igual al precio del producto unitario, si éste es el mismo para cualquier cantidad que se venda, es decir, si la empresa esta en competencia perfecta, entonces el valor del incremento del ingreso por la venta de una o mas unidades adicionales del producto es igual al precio (Bannock *et al.*, 1990).

El ingreso promedio es el ingreso total que se recibe de la venta de productos dividido entre ese numero de unidades vendidas. Ya que los ingresos totales se definen como el precio multiplicado por el número de unidades vendidas, los ingresos promedios y el precio necesariamente son idénticos (Bannock *et al.*, 1990).

2.1.3 Beneficio o ganancia

Aunque en un sentido general beneficio significa utilidad o provecho, en economía la palabra adquiere un sentido más preciso: ella es equivalente a la diferencia entre los ingresos y los egresos de una empresa, ya sea en una operación particular o más usualmente durante el curso de un ejercicio; en este sentido beneficio es sinónimo de ganancia (Sabino, 1991).

2.1.4 Estado de resultados y balance de situación

Según Samuelson y Nordhaus (1996) para averiguar si una empresa esta obteniendo beneficios, debemos considerar el “estado de resultados” o “cuenta de pérdidas y ganancias”. Esta nos suministra la siguiente información: 1) Cuales son los ingresos obtenidos por la empresa por las ventas realizadas, 2) Los gastos necesarios para conseguir estas ventas, 3) La renta neta que es igual al ingreso total menos el gasto total. Esta definición nos da el objetivo económico que desean maximizar las empresas.

La contabilidad de las empresas, además, incluye el “Balance de situación”, que es una descripción de la situación financiera en una determinada fecha y registra lo que vale una empresa. En un lado se encuentra “el Activo” (Propiedades o derechos valiosos que pertenecen a la empresa) y en el otro el “pasivo” (El dinero o las obligaciones que debe ésta) y el “Neto patrimonial” (El valor neto, que es igual al activo menos el pasivo). Es decir, que el activo total es igual al pasivo total más el neto patrimonial.

2.1.5 Precio, demanda y elasticidad

2.1.5.1 Precio y Precio Sombra

El precio es la cantidad de dinero dada a cambio de una mercancía o servicio. El precio es el valor de un bien expresado en términos monetarios, ya sea que éste se fije, como es usual, en unidades monetarias, o que se determine según la equivalencia con cualquier otra mercancía que desempeñe el papel de dinero en el intercambio. En el lenguaje cotidiano se utilizan a veces otras palabras para designar lo que en rigor son precios: al pago por el trabajo se lo denomina sueldo o salario; al precio del alquiler de la tierra, o de otros inmuebles se le llama renta; al pago por el uso de capital, interés, etc. (Sabino, 1991)

Según Bannock *et al.* (1990) el precio sombra es el precio que se imputa como el valor marginal verdadero o costo de oportunidad de un recurso, el cual puede diferir del precio del mercado. Por ejemplo, con frecuencia se argumentan que si cierto tipo de mano de obra que se emplea para producir un bien determinado no se pudiera encontrar en esa actividad, estaría desempleada; ósea que si la sociedad no cuenta con producciones alternativas para conservarla empleada, su costo de oportunidad es cero (ignorando el valor del tiempo libre del trabajador), por lo que se le debe imputar el precio sombra de cero. Su precio de mercado real, por otro lado, puede ser cualquier tasa salarial que la unión sindical relevante pueda asegurar para esta mano de obra, utilizando su poder de negociación. Por lo tanto, el precio del mercado excede el precio sombra.

Para tomar un ejemplo contrario, el mismo autor menciona el ejemplo de una serie de empresas que se localizan alrededor de un lago y que canalizan su corriente de desperdicios a este, usando los servicios del lago como una unidad de eliminación de basura. El lago se utiliza como un bien libre, puesto que no hay que pagar por estos servicios y, por lo tanto, el precio de mercado es cero. Sin embargo, supóngase que, para evitar el costo social, se desea restringir el grado de contaminación del agua. Habrá un precio que corresponda a un grado estipulado de contaminación, el cual, si se cargara a las empresas, la llevaría a elegir una tasa de desechos contaminantes del lago en ese grado y no más. Este precio es, entonces, el precio sombra del servicio del lago como unidad de eliminación de la basura.

Sabino (1991) menciona que el precio sombra es el precio de referencia que se establecería para cualquier bien en condiciones de competencia perfecta, incluyendo los costos sociales además de los privados. Cuando un bien o servicio no tiene un precio en el mercado también suele asignársele un precio sombra, con lo cual se pueden realizar análisis de costo-beneficio y cálculos de programación lineal. Ellos representan el costo de oportunidad de producir o consumir una mercancía, aun cuando ésta no sea intercambiada en el mercado o no tenga un precio de mercado.

El concepto de precio sombra se originó en el desarrollo de métodos de programación matemática, y su extensión a un uso más general está muy relacionado con el conocimiento de que todos los problemas de asignación de recursos son en esencia problemas de programación matemática (Bannock *et al.* 1990).

2.1.5.2 Demanda

La demanda es la cantidad de una mercancía que los consumidores desean y pueden comprar a un precio dado en un determinado momento. La demanda, como concepto económico, no se equipara simplemente con el deseo o necesidad que exista por un bien, sino que requiere además que los consumidores, o demandantes, tengan el deseo y la capacidad efectiva de pagar por dicho bien. La demanda total que existe en una economía se denomina *demanda agregada* y resulta un concepto importante en los análisis macroeconómicos (Sabino, 1991)

2.1.5.3 Elasticidad

En general, la elasticidad es una medida del grado de respuesta del cambio de una variable debido al cambio de otra. Numéricamente está dada por el cambio porcentual en una variable dependiente Y, dividido por el cambio porcentual en una variable independiente X. Es decir, la elasticidad de Y con respecto a X es:

$$E_y^x = \frac{\Delta\% Y}{\Delta\% X} \quad (2)$$

Una elasticidad unitaria (igual a 1), indica que el cambio porcentual en Y es igual al cambio porcentual en X. Si la elasticidad es mayor que 1 entonces el cambio porcentual en Y es mayor que el cambio porcentual en X, lo que indica que la relación entre las variables es elástica. Contrariamente, si la elasticidad es menor que 1, el cambio porcentual en Y es menor que el cambio porcentual en X, diciéndose que existe inelasticidad (Sepulveda, 1988).

Según Sabino (1991) la elasticidad mide el grado de respuesta de una variable a los cambios de otra. Así la *elasticidad precio de la demanda* mide las variaciones porcentuales de ésta ante un cambio en el precio de la mercancía demandada, la elasticidad de *oferta* registra los cambios de la cantidad de una mercancía que se produce ante una variación de los precios y la elasticidad *cruzada* de la demanda mide el incremento o reducción en la demanda de una mercancía cuando se produce un cambio en el precio de otra mercancía. Se habla también de elasticidad *de sustitución* para indicar los cambios relativos en la demanda de dos mercancías sustitutivas por parte de los consumidores o entre dos factores de producción.

2.1.6 Eficiencia

La eficiencia es la cualidad de la actividad empresarial, que consiste en la minimización del empleo de medios para lograr el cumplimiento de un objetivo determinado (Bannock *et al.* 1990). En economía, el concepto de eficiencia es diferente al de eficiencia técnica que se utiliza en otras ciencias: no se trata de la maximización del producto por unidad de energía o de materias primas, sino de una relación entre el valor del producto y de los recursos utilizados para producirlo. La eficiencia económica pone de relieve la relación entre el costo y el valor de lo producido. Se habla de estar en la frontera de eficiencia cuando se llega a la maximización del valor a un costo dado, siempre y cuando lo producido tenga demanda en el mercado (Sabino, 1991).

Guerra y Aguilar (1995) establece que la eficiencia económica relaciona el producto por unidad de costo de los recursos utilizados, en contraste con la eficiencia técnica que mide la producción de energía empleada. Bannock *et al.* (1990) describe la eficiencia económica como la eficiencia en el empleo y asignación de recursos. En el uso de recursos, la eficiencia económica exige que cualquier producción determinada se produzca al costo mínimo, lo cual significa que se eviten los sobrantes tanto como la ineficiencia tecnológica y

que se utilicen precios de los insumos apropiados para encontrar el proceso de producción que minimice los costos.

Según Sepulveda (1988) la eficiencia económica tiene dos aspectos:

- La eficiencia productiva: situación en la cual no es posible aumentar la cantidad producida de algún bien o servicio, a menos que disminuya la cantidad producida de algún otro, utilizando la totalidad de los recursos y la mejor tecnología disponible. En otras palabras, nuevas reasignaciones de recursos no permiten producir más de algún bien sin tener que producir menos de algún otro. La única forma de aumentar la producción de todos los bienes es mejorando la tecnología o aumentando la cantidad de recursos. Esto implica que cada uno de los productores individuales no sólo está obteniendo la máxima producción utilizando el mínimo de recursos, sino que además esa producción se logra al mínimo costo posible.
- La eficiencia de intercambio y de consumo: situación en que existe una distribución tal de los factores y de los bienes entre las personas, que si se cambia para beneficiar a una persona, necesariamente se perjudica a otra. Es decir, no hay ninguna otra redistribución de bienes y de factores entre las personas que permita mejorar el bienestar de todas ellas simultáneamente (óptimo de Pareto).

Cuando las dos condiciones anteriores se dan conjuntamente se dice que existe eficiencia económica. No obstante, la eficiencia económica no necesariamente implica la existencia de equidad social, definida sobre la base de algún criterio de bienestar social.

A nivel de fincas ganaderas, la eficiencia económica es la búsqueda del máximo potencial económico generado por la actividad pecuaria (CATIE, Proyecto GEF, 2002). Cabe mencionar, que la empresa ó finca ganadera es una unidad económica de producción que combina factores y servicios productivos (alimento para ganado, mano de obra, etc.) a fin de producir bienes (leche, carne, etc.) que destina al mercado; es por lo tanto, una unidad de control y de toma de decisiones de la producción animal (Universidad de Córdoba, 2002).

Sepulveda (1988) diferencia entre eficiencia técnica y eficiencia económica mencionando que en un sentido puramente técnico, se es eficiente cuando con una cantidad dada de

factores productivos se obtiene la cantidad máxima de producto. Por otro lado, económicamente hablando se es eficiente si una cantidad dada de producto se obtiene con el mínimo costo posible, o en otras palabras, si a un costo dado se alcanza la producción máxima.

Sadoulet y Janvry (1995) mencionan que la eficiencia de una unidad de producción es la eficacia en el uso de los recursos variables con el propósito de maximizar la ganancia, dada la mejor tecnología de producción disponible, el nivel de factores fijos z , el precio del producto p y, los precios de los factores p_x . La eficacia máxima se logra cuando la función de la producción más eficaz se usa y cuando el valor marginal de cada factor en esta función de producción es igual a su precio. Bajo el supuesto de competencia perfecta una empresa maximiza su ganancia cuando el ingreso marginal es igual al costo marginal de la producción, esto es cuando el precio es igual al costo marginal.

2.1.7 Optimización

La asignación de recursos, es la distribución de los recursos económicos existentes entre diversos usos. El problema de la asignación de recursos se plantea porque la existencia de éstos es limitada, en tanto que las necesidades y deseos humanos no lo son; de allí surge la necesidad de combinar adecuadamente los recursos disponibles de modo de maximizar la utilidad del consumidor o la ganancia del productor (Sabino, 1991).

La optimización se deriva de la palabra óptimo, que según Bannock *et al.* (1990) significa el mejor valor que puede tomar una variable con referencia a un objetivo determinado. Por ejemplo, si el objetivo de una empresa consiste en maximizar ganancias (Variable), su producción óptima o mejor es aquella con la cual las ganancias se maximizan.

El uso óptimo de los recursos de producción significa utilizar, manejar, aprovechar y extraer de los mismos la materia prima requerida en la unidad de producción o finca, para satisfacer las necesidades del productor y su familia. A la vez contribuye a satisfacer las necesidades de un conjunto de personas que no tienen dichos recursos y que deben pagar por ellos (Arias, 1994).

Según Nicholson (1997) para maximizar los beneficios económicos, la empresa debe elegir el nivel de producción en el que el ingreso marginal sea igual al costo marginal. Si una empresa decidiera elegir un nivel de producción en el que el ingreso marginal fuera superior al costo marginal, no podría maximizar los beneficios, ya que la producción de una unidad más generaría un ingreso adicional superior a lo que costaría producirla. Asimismo, si el ingreso marginal fuera menor que los costos marginales, la reducción de la producción en una unidad reduciría los costos en una cuantía mayor de lo que reduciría el ingreso, por lo que esta medida elevaría los beneficios. Suponiendo que es posible para la empresa realizar “pequeños ajustes”, el marginalismo y la maximización de los beneficios son sinónimos.

La optimización sostenible se refiere al uso eficiente y a la distribución de los recursos limitados entre varias alternativas, para alcanzar los objetivos de conservación de los recursos en el mediano y largo plazo. Los recursos de producción son limitados y escasos en las unidades de producción, aunque algunas tienen suficientes recursos de suelo en términos de área, pueden tener deficiencia del recurso humano para atenderla o del capital para movilizar recursos (Arias, 1994).

Martínez y Meléndez (1973) menciona que la producción agrícola, sea esta de carácter vegetal o animal, arrastra una alza constante en los costos de producción, de este modo, el margen de ganancia que logran los productores como diferencia entre los precios recibidos por el producto y los costos de producción se hace más reducido, tornándose en muchos casos en márgenes negativos.

Esta situación conduce a los agricultores a una lucha por obtener mejores precios por sus productos, trasladando de este modo los incrementos de los costos a los consumidores cuando se le es posible, pero en otros casos deben ellos trabajar con menores márgenes. Otra forma de ampliar las fronteras de los márgenes de ganancia es reduciendo o minimizando los costos de producción, siendo así, se presenta la disyuntiva de cómo disminuir los costos.

Fonseca (1989) establece que para la maximización de las ganancias de una actividad agrícola o pecuaria se requiere conocer dos aspectos básicos:

- El comportamiento de la producción ante distintos niveles de aplicación de los insumos (Análisis Técnico de la Producción).
- El comportamiento de las ganancias ante distintos precios de mercado para los insumos y el producto y a distintos niveles de aplicación (Análisis Económico de la Producción).

En resumen, se supone que el productor persigue maximizar los ingresos o minimizar los costos, en el logro de estos propósitos es donde la programación lineal ha probado ser una técnica matemática que ayuda a los productores y técnicos a tomar la mejor decisión al respecto (Martínez y Meléndez, 1973).

A nivel de fincas ganaderas, el óptimo económico se logra cuando existe un máximo ingreso pecuario a una máxima carga animal (CATIE, Proyecto GEF, 2002). Esto es un problema de optimización económica donde el objetivo es maximizar ganancias por medio del uso eficiente de los recursos.

2.1.8 Bases para la toma de decisiones en fincas agropecuarias

Según Terry (1984), las bases para la toma de decisiones se pueden aglomerar en dos grupos principales: no cuantitativas o no matemáticas y cuantitativas o matemáticas. En el primer grupo se incluyen: la intuición, hechos, experiencia y opiniones consideradas. El segundo grupo comprende: Investigación de operaciones, programación lineal, simulación, método Monte Carlo, “cabezas y colas” y teoría de juegos.

Los medios no cuantitativos son de uso frecuente en las empresas pequeñas y de tipo familiar, en las cuales el productor es a la vez el administrador y no hay registros muy precisos. La experiencia sobre lo sucedido en años anteriores, más el juicio del productor, unido a los valores, creencias y cultura, desempeña un papel importante en las decisiones de este tipo de empresas.

Los medios cuantitativos tienen mayor aplicabilidad en las empresas agropecuarias de tipo comercial para exportación o para el consumo interno. En su mayor parte, estas técnicas implican: definición del problema, desarrollo de hipótesis, experimentación o prueba de éstas mediante métodos matemáticos y selección de alternativas. Es necesario contar con

una serie de supuestos sobre el posible comportamiento de las variables, de ahí la importancia de definir las bien.

Dentro de los métodos cuantitativos más utilizados se encuentran la programación lineal, la simulación, y el método Monte Carlo.

2.1.9 Programación Lineal

La programación lineal es una rama de las matemáticas desarrollada para solucionar problemas complejos sobre el uso, asignación y distribución de recursos con restricciones (Hillier y Lieberman, 1986). Según Dorfman *et al.* (1968) la programación lineal es un método para calcular el mejor plan para alcanzar unos objetivos determinados en una situación en que los recursos son limitados.

La importancia del uso de programación lineal radica en que mediante ella es posible la asignación óptima de los recursos disponibles, entre las posibles actividades alternativas que se definen para alcanzar los objetivos deseados (Boppel, 1975). La programación lineal es una metodología matemática ampliamente usada en la resolución de problemas para obtener la combinación óptima de bienes a producir para obtener los máximos ingresos o lograr los más bajos costos con el uso de medios alternativos y recursos escasos (Martínez y Meléndez, 1973; Mancilla, 1979; Sabino, 1991).

Bazaraa y Jarvis (1991) expresan que la programación lineal estudia el problema de minimizar o maximizar una función lineal en la presencia de restricciones lineales del tipo de desigualdad, igualdad o ambas. Estos autores expresan como el método de programación lineal tiene mucha adaptación debido a la habilidad para modelar importantes problemas de decisión en las áreas administrativas y la capacidad para producir soluciones a un tiempo razonable.

La programación lineal considera simultáneamente todos los recursos existentes en la planificación del proceso, calcula los costos o retornos para cada plan, tomando en cuenta todos los planes de producción posibles y consistentes con los recursos disponibles y otras restricciones (Cainelli, 1966).

El mismo autor menciona que los problemas de programación lineal se refieren al eficiente uso o distribución de recursos limitados para alcanzar los objetivos deseados. Estos problemas se caracterizan por el gran número de soluciones que satisfacen las condiciones básicas de cada problema.

2.1.9.1 Programación lineal en la agricultura

De acuerdo con Yang (1960), la programación lineal es un método de planificación en donde se maximiza una función objetivo y, al mismo tiempo, se deben cumplir varias restricciones o limitaciones impuestas a las soluciones potenciales. Su uso en la planificación y en el análisis de fincas es bastante conocido. En especial, se han hecho muchos estudios sobre la minimización de costos en mezclas de alimentos para ganado, en la selección y combinación de empresas óptimas de ganado, cultivos y otras actividades de la finca. Este método de análisis requiere en esencia estimaciones de precios y rendimientos, cantidades a usar y costos de los insumos.

En la economía agrícola se ha utilizado ampliamente la programación lineal para determinar la combinación óptima de opciones del uso de recursos, maximizando ganancias para una empresa agrícola, con respecto a un conjunto de recursos fijos. Este tipo de modelos de programación lineal requiere de ciertas especificaciones, tales como: alternativas de las actividades de la finca y restricciones al uso de los recursos; debiendo encontrar un programa de actividades de la finca (conjunto de niveles de actividades) que tenga el mayor margen bruto (dado que la función objetivo es maximizar los ingresos netos), pero que no viole ninguna de las restricciones de los recursos fijos o que implique niveles de actividades negativas (Ccama, 1991).

Justesen (1965) establece que el objetivo de la técnica es elegir la producción de modo que los medios de producción se utilicen al máximo. El autor menciona que para poder plantear el problema hay que disponer de los siguientes datos:

- Cuales son los medios de producción disponibles y la cantidad de cada uno de ellos.
- Cual es el costo de cada producto a fabricar y cuales son sus especificaciones
- Cuales son los precios de los productos a fabricar.

Como se entiende, se intenta hacer un plan de producción que sin rebasar los medios de producción disponibles, redunde en beneficios máximos. Para ello se establece la función de beneficio, es decir una función de las cantidades de artículos producidos que expresan el beneficio. Se elegirán las cantidades de productos con miras a que el valor de esta función sea lo más alto posible.

2.1.9.2 Formulación de un problema de programación lineal¹

Un problema de programación lineal tiene una función objetivo a maximizar o minimizar, ecuaciones para restricción ó requerimientos que pueden ser del tipo menor e igual que, mayor e igual que, ó de igualdad, y finalmente, variables positivas ó negativas. Sin embargo, todo problema de programación lineal puede ser transformado a su forma estándar. Así, un problema estándar en programación lineal es aquel que tiene:

- Una función objetivo a maximizar
- Restricciones (requerimientos) de tipo menor e igual que
- Variables positivas

Así entonces, decimos que un modelo de programación lineal estándar es aquel que encuentra los valores de “ n ” variables, X_1, X_2, \dots, X_n (variables de decisión ó de actividades) tal que la función objetivo, Z , sea maximizada. La función objetivo es una función lineal de las “ n ” variables de decisión:

$$\max Z = c_1 X_1 + c_2 X_2 + \dots + c_n X_n \quad (3)$$

donde c_1, \dots, c_n son parámetros. Cada parámetro, c_j , mide la contribución de la correspondiente variable X_j a la función objetivo. Por ejemplo, si X_1 incrementa (decrece) por una unidad, entonces, Z incrementa (decrece) por c_1 unidades (asumiendo otras variables se mantienen en su nivel).

Los valores que las variables de decisión pueden tomar durante la maximización de la función objetivo están limitados por “ m ” restricciones:

¹ Apartado basado en las notas de clase de Vargas, 2004; y en apuntes de Hazell y Norton, 1986.

$$\begin{aligned}
a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + \dots + a_{1n}X_n &\leq b_1 \\
a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + \dots + a_{2n}X_n &\leq b_2 \quad (4) \\
\dots & \\
a_{m1}X_1 + a_{m2}X_2 + \dots + a_{mn}X_n &\leq b_m
\end{aligned}$$

Donde de nuevo, b_1, b_2, \dots, b_m son constantes, las cuales por lo general reflejan la cantidad disponible de recursos. Por ejemplo, b_1 podría ser el área de tierra que un productor puede usar, b_2 la cantidad de dinero disponible para gastar (invertir), y así otros recursos. En estos casos, cada a_{ij} es una constante que mide cuanto del recurso i es usado por unidad de actividad j . Así por ejemplo, manteniendo la interpretación de b_2 dada, y asumiendo que X_1 es el número de hectáreas plantadas en un año dado, entonces, a_{21} es el costo de plantar una hectárea.

En forma general, interpretamos que el producto es la cantidad de recurso usado cuando la actividad j está al nivel X_j . Sumando todo recursos entonces tenemos una expresión para la cantidad total del recurso que se utiliza, esta es:

$$R_i = a_{i1}X_1 + a_{i2}X_2 + \dots + a_{in}X_n \quad (5)$$

En programación lineal R_i es llamada una actividad de fila (ó simplemente recurso). Finalmente, debemos indicar también que las actividades no pueden tener valor negativo esto se indica con las siguientes restricciones en la formulación clásica:

$$X_1, X_2, \dots, X_n \geq 0 \quad (6)$$

El modelo matemático de programación lineal estándar es, entonces:

$$\begin{aligned}
\text{Maximizar } Z(x_1, x_2, \dots, x_n) &= c_1 \cdot x_1 + c_2 \cdot x_2 + \dots + c_n \cdot x_n \\
\text{Sujeto a :} & \\
a_{11} \cdot x_1 + a_{12} \cdot x_2 + \dots + a_{1n} \cdot x_n &\leq b_1 \\
a_{21} \cdot x_1 + a_{22} \cdot x_2 + \dots + a_{2n} \cdot x_n &\leq b_2 \\
\text{M} \quad \text{M} \quad \text{M} & \\
a_{m1} \cdot x_1 + a_{m2} \cdot x_2 + \dots + a_{mn} \cdot x_n &\leq b_m \\
x_1, x_2, \dots, x_n &\geq 0
\end{aligned} \quad (7)$$

Donde:

- “Z” es la función objetivo a optimizar (maximizar ó minimizar),
- “X” se refiere a nivel de la actividad,
- “c” el nivel de cambio en el valor de la función objetivo ante el cambio de una unidad de la actividad “X”,
- “a” son los coeficientes insumo-producto, los cuales indican la cantidad de recurso “j” que se necesita para la actividad “j”,
- “b” son la cantidad inicial del recurso disponible ó representan otras restricciones en la distribución de actividades.

2.1.9.3 Supuestos de programación lineal en modelos estándar²

- **Proporcionalidad:** En programación lineal se asume que cada actividad contribuye proporcionalmente a la función objetivos. Es decir, si X aumenta entonces proporcionalmente la función objetivo, Z, aumenta. Sin embargo, esa contribución se mantiene la misma sin importar el nivel de la actividad X.

El mismo principio se aplica a los requerimientos técnicos (insumo-producto) que se tiene para cada actividad. Es decir, si la actividad se usa más, entonces el requerimiento de insumos aumenta proporcionalmente, no importa el nivel de la actividad (escala). Técnicamente, este supuesto está muy relacionado con el hecho de tratarse de una técnica lineal.

Proporcionalidad también nos recuerda que el nivel la actividad debe ser siempre positivo ó igual a cero. Es decir, las “X” solo pueden tener valores de 0 (cuando no se realizan) ó valores positivos (cuando se desarrollan). No puede haber algo así como una hectárea de algodón negativa.

- **La función objetivo es una suma de actividades:** Esto nos indica que las actividades son independientes y aditivas. Para entender mejor esto, veamos el caso de un productor el cual puede desarrollar en su finca varias actividades (arroz, piña, café, etc.) lo que este supuesto dice es que la producción total de la finca es la suma de la contribución de cada actividad. Así, el tener arroz no afecta la productividad del café.

² Apartado basado en las notas de clase de Vargas, 2004; y en apuntes de Hazell y Norton, 1986.

Dicho de otra forma la contribución de cada actividad no se ve afectada por la existencia o no de otra actividad.

- **Divisibilidad:** Los recursos pueden ser divisibles y están disponibles en cantidades fijas. Esto quiere decir que los insumos de producción pueden usarse en proporciones variadas. Particularmente, la programación lineal requiere que tanto el nivel de actividades como la cantidad de los recursos sea continuo y puedan tomar cualquier valor. Así, se elimina la posibilidad de actividades discretas o binomiales (Esto son actividades como las que requieren un Si ó un No).
- **Parámetros Determinados:** Los parámetros del modelo son fijos. Es decir, los coeficientes input-output, las contribuciones marginales de las actividades, y las cantidades disponibles, no cambian durante el proceso de optimización. Sin embargo, uno debe reconocer que en el mejor de los casos, y de abundancia de la información, la construcción de los modelos de programación lineal solo pueden obtener estimados de los parámetros, es decir aproximaciones al valor real de la constante. Es por ello que se recomienda no solo correr el modelo una vez, sino el cambiar los parámetros y así analizar que tan robusto es el modelo.

2.1.9.4 Métodos de programación lineal

Stansbury (1968) menciona que existen tres métodos de programación lineal. El método más elemental es el gráfico. Con este método es relativamente fácil representar gráficamente los problemas que son solucionables, así como comprender las matemáticas implicadas en el. Los otros dos métodos básicos, el simplex y el de transporte, permiten manejar problemas más complejos. Sin embargo la complejidad de estos métodos es también mayor.

Dos supuestos básicos, el de "linealidad" y el de "certeza" son las bases fundamentales de todos los tipos de programación lineal. Además el método de transporte supone "homogeneidad".

Según Sabino (1991) para obtener una solución sencilla a los problemas planteados se debe usar el algoritmo simplex. Martínez y Meléndez (1973) indican que tres condiciones

deben reunirse para que la aplicación del método sea efectivo, los cuales son definir el objetivo, que existan medios alternativos, y que hallan recursos limitados o restricciones:

- **Función Objetivo:** El objetivo debe ser claramente definido y debe responder a los propósitos que persigue el productor, bien sea maximizar sus ingresos o minimizar los costos de producción. Debe ser expresado en forma matemática bajo una función lineal donde participen por ejemplo, en un problema de minimización de costos, los precios por unidad de insumos como constantes y las unidades de insumos como elementos variables.
- **Medios alternativos:** Los problemas económicos a nivel de unidad de producción (finca, parcela, granja, etc.) surgen cuando disponiendo de recursos escasos (bien sea capital, maquinaria, mano de obra, superficie agrícola, etc.) existe la posibilidad real de lograr objetivos como minimizar costos con la utilización de diferentes fuentes de materias primas, la explotación de diferentes líneas de producción y/o alternativamente aplicando procesos distintos.

La existencia de medios y/o procesos alternativos no es suficiente para formular un modelo de programación lineal, ya fue mencionado que se trata de un método matemático, por lo que exige para su formulación que se conozcan o determine un conjunto de información de esos medios o procesos.

- **Las restricciones:** La cantidad mínima o máxima en que los componentes anteriores son fijados constituyen las restricciones al problema. Sin embargo, hay otros tipos de restricciones que hay que considerar, así podemos mencionar capacidad de procesamientos, disponibilidad de capital, facilidades de almacenamiento, etc.

Según Arias (1994) este método de análisis además de maximizar beneficios y minimizar costos, considera simultáneamente todos los recursos en la planificación del proceso, calcula los costos o retornos para cada plan y tiene en cuenta todos los planes posibles consistentes con los recursos y las restricciones. La ventaja de esta técnica es que ofrece una única y óptima solución.

2.1.9.5 Análisis de sensibilidad en programación lineal

Según Anderson *et al.* (1993) el objetivo del análisis de sensibilidad es determinar la influencia de ciertos valores en la solución óptima, que nos permite la interpretación razonable de los resultados obtenidos. En muchos casos la información lograda por la aplicación del análisis de sensibilidad puede ser más importante y más informativa que el simple resultado obtenido en la solución óptima.

El análisis sobreviene del resultado de los cambios en:

- Los coeficientes en la función objetivo.
- Los términos independientes en las restricciones.

2.1.9.6 Ventajas y desventajas de la programación lineal

La programación lineal presenta sus ventajas y desventajas. Aunque la difusión del uso de las computadoras y el desarrollo de programas para resolver este tipo de problemas ha facilitado su utilización, lo cierto es que en nuestro medio su empleo generalizado se ve limitado por la poca disponibilidad de datos relativos a coeficientes técnicos.

No obstante, entre las ventajas que posee se pueden mencionar su rapidez y exactitud, así como la posibilidad de efectuar análisis de sensibilidad y parametrización, que permiten obtener soluciones alternativas como resultado de variaciones en los precios y la disponibilidad de insumos y productos (Guerra, 1998a)

Igualmente, la programación lineal, a pesar de ser parte de los modelos estáticos y no aleatorios, permite una cierta flexibilidad en la exploración de cambios de los niveles de las variables y en el resultado del valor de la función objetivo. (Mancilla, 1979)

Por otro lado, hay economistas que critican cualquier método de análisis que introduce restricciones como los de la programación lineal; otros piensan que el trabajo de campo, la evidencia experimental y el planteamiento cuidadoso del problema son los puntos clave para cualquier método de análisis de la empresa agropecuaria; algunos tienen escrúpulos sobre los supuestos lineales; otros consideran que las relaciones lineales se aproximan

bastante a la mayoría de aquellas relaciones encontradas en las fincas y que lo importante es definir de manera apropiada los segmentos lineales (Guerra, 1998b)

Laureana (1978) menciona que la programación lineal presenta una serie de limitaciones para la resolución de procesos de optimización. La utilización de la programación lineal puede fracasar por múltiples circunstancias o situaciones. La primera puede ser la no rentabilidad de su utilización, otra la posibilidad o dificultad en la creación del modelo matemático que sea reflejo aproximado de la realidad. Estas limitaciones no son intrínsecas a la técnica de optimización, como tampoco son las que son impuestas por las dimensiones de la matriz que recoge el modelo. Para la creación del modelo se deben analizar las principales limitaciones de la programación lineal y que de no estudiarse cuidadosamente, harían fracasar o peligrar la creación del modelo sostenible de optimización restringida.

Además, esta técnica se aparta del problema total, ya sea en su aspecto administrativo o en cualquier otro de la empresa, debido a que los mercados, los precios de los productos, y los insumos y productos mismos son tratados como verdades subjetivas en la mente de quienes hacen el análisis. Se construye una matriz en la cual, dado algún valor, éste se maximiza o algún costo se minimiza. Esa abstracción es algo que debe reconocerse cuando se emplea este método de análisis. Sin embargo, también debe reconocerse que en todo tipo de análisis debe hacerse alguna abstracción.

Mancilla (1979) menciona que entre las limitaciones del método figura, en primer término, los supuestos de linealidad y aditividad entre las variables, tanto en la función objetivo como en las restricciones. Estos supuestos no siempre se cumplen en el terreno biológico en el que las respuestas suelen ser de tipo curvilíneo.

También se critica la limitación de definir una sola función objetivo, normalmente expresada en unidades monetarias, para romper esta restricción se han ideado modelos de programación lineal con objetivos múltiples que han mostrado su versatilidad en problemas de ecología y manejos de recursos naturales.

Laureana (1978) establece que los problemas de la programación lineal están en términos de:

- ¿En que medida se adapta la programación lineal al problema?
- ¿Qué validez puede asignarse a los resultados obtenidos, en una economía con condiciones fluctuantes?
- ¿Hasta que punto es adecuada la implantación de técnicas cuantitativas en el problema considerado?

Una vez creado un modelo del problema con suficiente aproximación a la realidad, una de las dificultades de la programación lineal consiste en las exigencias a que esta supeditado dicho modelo, que se pueden resumir en ciertos requisitos. Entre estos requisitos esta la linealidad de las condiciones y de la función objetivo, ya que de lo contrario la técnica a aplicar seria la programación convexa no lineal. Otro requisito son los productos y factores divisibles que deben ser continuos. Por ultimo es necesario un número finito de procesos. Cuando de ha creado un modelo con aproximación suficiente a la realidad y este a la vez cumple con los requisitos anteriormente expuestos, es necesario preguntarse lo siguiente:

- ¿Serían aplicables los resultados económicos obtenidos en la solución del problema?

Para contestar lo anterior es necesario recordar que la programación lineal plantea soluciones sobre condiciones estáticas. Se supone, que los datos (coeficientes de la función objetivo y las restricciones) no varían mientras dure el período (un mes o un año) determinado. Por lo tanto, si se modifican las bases sobre las que se ha planteado el estudio, los resultados de la programación lineal pierden por principio, toda su significación económica. Desde el punto de vista matemático, estas alteraciones no ofrecen mayores dificultades, ya que si el problema no se puede resolver se modifican los datos precisos en el modelo y se resuelve de nuevo dicho problema.

2.1.9.7 Dualidad en programación lineal³

El problema de maximización de la producción (Producción máxima) con un costo total dado y el problema de la minimización del costo (Costo mínimo) con la producción total dada son dos lados de la misma moneda (Maddala y millar, 1991). Este es el caso del dual en la programación lineal

³ Este apartado de dualidad se basa en su mayoría en las explicaciones de Dorfman *et al*, 1968

Dorfman *et al* (1968) menciona que en el desarrollo de la programación lineal se encontraron algunos problemas duales antes de que su utilidad fuese apreciada. Para entender este concepto se planteará el siguiente caso:

Un problema de programación lineal típico puede expresarse en la siguiente forma; Se desea hallar los n números X_1, X_2, \dots, X_n tales que la expresión:

$$Z = c_1X_1 + c_2X_2 + \dots + c_nX_n \quad (8)$$

Sea máxima, donde c_1, c_2, \dots, c_n son constantes dadas, sujetas a las restricciones de que ningún X ha de ser negativo y de que todas las X han de satisfacer las m desigualdades:

$$\begin{aligned} a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + \dots + a_{1n}X_n &\leq b_1 \\ a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + \dots + a_{2n}X_n &\leq b_2 \\ \dots\dots\dots & \\ a_{m1}X_1 + a_{m2}X_2 + \dots + a_{mn}X_n &\leq b_m \end{aligned} \quad (9)$$

Ahora se construirá un problema diferente ordenando de otra forma los datos del problema que se acaba de enunciar. Las condiciones (9) consisten en m desigualdades. En primer lugar, se introducirá una variable que corresponda con cada una de las desigualdades, éstas se llamarán U_1, U_2, \dots, U_m . Luego se forma la suma de los productos cruzados de estas nuevas variables con las constantes del segundo miembro de las desigualdades, es decir:

$$Z' = b_1U_1 + b_2U_2 + \dots + b_nU_n \quad (10)$$

Después se forma una desigualdad haciendo que las U se correspondan con las variables X del problema primitivo, empleando para este fin los coeficientes de las X en el mismo problema. Por ejemplo, empleando los coeficientes de X_1 en el problema primitivo obtenemos la desigualdad:

$$a_{11}U_1 + a_{21}U_2 + \dots + a_{m1}U_m \geq c_1 \quad (11)$$

Obsérvese que se invirtió el signo de la desigualdad. Después se tomaron los coeficientes de X_2 en el problema primitivo y se efectuó la multiplicación cruzada con las U para obtener

la segunda restricción dual. Continuando de esta forma se obtiene el sistema completo de desigualdades duales:

$$\begin{aligned}
 a_{11}U_1 + a_{21}U_2 + \dots + a_{m1}U_m &\geq c_1 \\
 a_{12}U_1 + a_{22}U_2 + \dots + a_{m2}U_m &\geq c_2 \\
 \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots & \\
 a_{1n}U_1 + a_{2n}U_2 + \dots + a_{mn}U_m &\geq c_n
 \end{aligned}
 \tag{12}$$

Se considera entonces el problema de hallar un conjunto de valores no negativos U_1, U_2, \dots, U_m que haga la expresión (10) lo más pequeña posible y que satisfaga las desigualdades (11). Este es otro problema de programación lineal llamado el dual del problema planteado con las X .

De esta forma, la relación entre un problema y su dual puede resumirse a continuación:

- El dual tiene una variable para cada restricción en el problema primitivo.
- El dual tiene tantas restricciones como variables hay en el problema primitivo.
- El dual de un problema de maximización es un problema de minimización y viceversa.
- Los coeficientes de la función objetivo del problema primitivo aparecen como los términos constantes de las restricciones del dual, y los términos constantes de las restricciones del problema primitivo son los coeficientes de la función objetivo del dual.
- Los coeficientes de una variable cualquiera en las restricciones primitivas se transforman en los coeficientes de una restricción en el dual. Dicho de otra forma, cada columna de coeficientes de las restricciones del problema primitiva se transforma en una fila de coeficientes en el dual.
- El sentido de las desigualdades del dual es el inverso del de las desigualdades del problema primitivo, excepto que las desigualdades que restringen las variables a que sean no negativas tienen el mismo sentido en uno que en otro.

Lo expuesto anteriormente no es más que una manipulación formal un tanto intrínseca. Las propiedades que en realidad le dan importancia al dualismo son:

- El valor máximo de la función objetivo de un problema de maximización es igual al valor mínimo de la función objetivo de su dual. Análogamente, el mínimo de la función objetivo de un problema de minimización es igual al máximo de la función objetivo de su dual.
- Cuando se ha resuelto algún problema de programación lineal, algunas de sus variables serán positivas y otras nulas. El problema dual tiene una restricción correspondiente a cada una de las variables del problema primitivo. Si una variable es positiva en la solución del problema directo, entonces la restricción correspondiente será satisfecha con igualdad exacta en la solución del dual. Si una variable toma el valor en la solución del problema directo, entonces la restricción correspondiente de la solución del dual vendrá satisfecha corrientemente con una desigualdad.

Análogamente, el problema dual tiene una variable para cada restricción del problema original. Si una restricción cualquiera se satisface mediante una desigualdad en la solución del problema directo, la variable correspondiente en la solución del dual será igual a cero. Y si una restricción se satisface con igualdad exacta en la solución del problema original, la variable dual correspondiente tendrá, por lo general, un valor positivo en la solución dual.

Estas son las reglas cruciales que nos dicen cuáles de las variables duales han de ser resueltas y cuáles de las restricciones tendrán signos igual y se podrán utilizar, por tanto, en un proceso de eliminación. En virtud de estas reglas, una vez que un problema de programación lineal ha sido resuelto, su dual se reduce a un sencillo sistema de ecuaciones lineales.

- El dual del problema dual es el mismo problema original. Esto puede comprobarse construyendo el dual del problema expresado en las ecuaciones (10) y (11).

Bannock *et al.* (1990) establece que de manera específica en problemas de programación matemática, por ejemplo de programación lineal, una solución, en caso de que existiera, se asociaría a un conjunto de las denominadas “variables duales”, las cuales con frecuencia se conocen como precios sombra. Por ejemplo, supóngase que el problema consiste en elegir niveles de producción de tres bienes de tal forma que se maximice la ganancia total, de acuerdo con la ganancia por unidad de cada tipo de bien. Cada bien requiere de montos

precisos de tiempo de trabajo, tiempo de maquinas y materias prima por unidad producida. Hay montos totales fijos de tiempo de trabajo y maquinas disponibles, por lo que no es posible producir combinaciones de bienes con requerimientos totales que excedan esos montos.

Por medio de métodos de programación matemática se pueden encontrar los tres niveles de producción (expuestos en el párrafo anterior) que rinden al menos el mismo monto de ganancias que pudieran reportar cualquier otro nivel que se pueda producir. La solución también produce valores monetarios, uno para el tiempo de trabajo y uno para el tiempo de maquinas, los cuales miden las ganancias totales que resultan si la cantidad fija de los recursos correspondientes se incrementaran en forma muy ligera, estos valores monetarios son los precios sombra de los recursos, y desempeñan un papel importante en planeación. Por ejemplo, si es posible rentar tiempo de maquina adicional a un precio por debajo de su precio sombra, entonces la empresa aumenta sus ganancias.

2.1.10 La simulación

La idea de la simulación es hacer un funcionamiento de prueba del problema y llevar a cabo todo el proceso para observar el efecto de las variables sobre el resultado final. Se establece un modelo basado en los datos empíricos y se pone a prueba en contacto con la realidad.

El modelo en la simulación es una representación cuantitativa de las características de la conducta, de las interacciones y de los intangibles; es uno de los atributos no lógicos de la entidad que se estudia. Además, en la simulación es posible seguir la pista de la forma en que las actividades, así como las relaciones y las variables, cambian a partir del modelo, esto es, según tengan lugar las actividades (Terry, 1984)

2.1.11 El método Monte Carlo

Esta técnica es una forma de simulación que incluye también factores de probabilidad. La simulación está guiada por el muestreo al azar, para tomar en cuenta la probabilidad de que el evento suceda. Esta técnica es predictiva; predice lo que probablemente ocurrirá en eventos reales, sin analizar eventos comparables reales.

El modelo de programación por la técnica Monte Carlo es de relativamente reciente introducción en el análisis de empresas agropecuarias en América Latina. El método es una rama matemática experimental vinculada con la experimentación con números aleatorios. Los modelos basados en la técnica de Monte Carlo resultan de gran utilidad cuando una ecuación formulada en un contexto no probabilístico tiene una solución vinculada con el valor esperado de una variable aleatoria originada por un juego probabilístico.

Según Ferreira y Estrade (1980), el método Monte Carlo puede ser descrito a grandes rasgos como un procedimiento de presupuestos múltiples que determina, por un lado, la combinación de actividades y los niveles de cada actividad, y por otro una rutina que acumula y sortea.

2.1.12 Modelos económicos

Nicholson (1997) menciona que el modelo de una empresa que trata de maximizar los beneficios es claramente una simplificación de la realidad. Un modelo sencillo supone que una empresa posee suficiente información sobre sus costos y sobre la clase de mercado en la que vende para poder averiguar cuáles son realmente las decisiones que maximizan sus beneficios. En la realidad, no se dispone fácilmente de esta información, pero este defecto no es un problema serio.

Generalmente, todos los modelos económicos contienen tres elementos comunes: A) El supuesto *ceteris paribus* (Todo lo demás se mantiene constante); B) El supuesto de que los agentes que toman decisiones económicas tratan de optimizar algo; y C) Una meticulosa distinción entre las cuestiones “positivas” y “normativas”.

Ccama (1991) establece que los modelos de simulación son conocidos también como análisis de sistemas, y tratan de predecir simulando la ocurrencia de eventos y procedimientos en una escala de tiempo real. Pueden ser sencillos al simular un solo factor o tan complejos como un sistema de producción con inclusión de factores económicos.

Para la operación de los modelos se requiere de un grupo de datos relativamente pequeño pero bien balanceado, que incluye, generalmente, elementos de clima, suelo, cultivo y manejo agronómico, forestal o pecuario. Este conjunto de datos recibe el nombre de grupo mínimo de datos. El principal problema en la aplicación de estos modelos de simulación, es la necesidad de una base regional o nacional, en donde se tenga información sobre un grupo mínimo de datos para operar con modelos en diversas localidades o regiones.

El modelo de programación lineal de la producción tiene otras aplicaciones además de la más obvia de método práctico de calcular soluciones a los problemas prácticos de maximización. Se puede usar también como un instrumento teórico, como una forma conveniente de idealizar el aspecto de la producción y el de maximización de beneficios de un modelo que se propone encontrar una respuesta a cuestiones económicas abstractas (Dorfman *et al*, 1968).

2.1.13 Métodos de investigación en fincas agropecuarias⁴

El objetivo principal de las investigaciones en administración de empresas agropecuarias es obtener información sobre la forma en que los agricultores hacen uso de sus recursos (tierra, mano de obra y capital) y analizarla para extraer conclusiones sobre los problemas técnicos, sociales, administrativos o económicos que afectan la marcha de la empresa.

Hay muchas técnicas específicas para obtener o analizar datos que pueden usarse en conexión con los métodos estadísticos o con los estudios de caso. La esencia del estudio de caso es el interés por lograr la comprensión de las características y modo de comportarse de un solo caso real, sea éste una finca, una persona, una familia, una corporación o una comunidad. En un estudio puramente estadístico, el caso individual pierde su identidad y sólo sirve para ayudar a describir las características seleccionadas de una población o universo. Un observador de los fenómenos naturales debe siempre escoger entre estos dos sistemas, o hallar la manera de combinarlos.

⁴ Este apartado de investigación en fincas agropecuarias se basa en las explicaciones de Guerra, 1998

2.1.13.1 El estudio estadístico

Fisher ha descrito la estadística como el estudio de poblaciones o grupos de individuos, más que los individuos mismos. En un estudio estadístico típico, el interés podría enfocarse, por ejemplo, sobre la descripción del tamaño de la finca conformada o de las relaciones entre el tamaño y el ingreso de la finca.

Las investigaciones estadísticas comúnmente están diseñadas para probar una o más hipótesis o aplicar algún principio. En el caso del estudio sobre tamaño e ingreso, por ejemplo, el investigador podría probar la hipótesis de que a mayor tamaño (volumen de negocio) habrá mayores ingresos.

Un estudio estadístico implica un alto grado de selectividad en la recolección de datos. Solamente se miden una o unas pocas características escogidas o se examinan una o más relaciones específicas entre algunas variables seleccionadas. Eso contrasta con el procedimiento del estudio de caso, donde cualesquiera de los aspectos y características del caso seleccionado, o todos ellos, podrían ser objeto de un examen coordinado.

2.1.13.2 El estudio de caso

El estudio de caso ha ocupado dos niveles diferentes en la metodología de la administración de empresas agropecuarias: el de estudios exploratorios de naturaleza descriptiva, y el de los análisis presupuestales que fueron aceptados por los economistas como un medio para la ejecución de sus estudios sobre decisiones administrativas.

Recientemente se han aplicado técnicas de programación matemática en varios casos, aunque los resultados no pueden describirse como verdaderos estudios de caso, ya que son más hipotéticos que reales. Lo mismo podría decirse de muchas de las aplicaciones de los presupuestos comparativos que se han hecho por varios años en el Departamento de Agricultura de Estados Unidos y en otros lugares.

2.1.13.2.1 La selección de casos y la manera de establecer generalizaciones

Muchos de los investigadores de casos se muestran ansiosos por desarrollar generalizaciones útiles a partir de sus estudios, y han tratado de seleccionar sus casos con ese objetivo. Una fórmula común ha sido dividir un universo dado en células compuestas de unidades más no menos homogéneas, y después escoger un caso para representar cada célula. Es de esperar que los casos “representativos” proporcionarán las bases para desarrollar generalizaciones acerca de sus células respectivas y acerca del universo en estudio.

Algunas veces los casos se seleccionan al azar, de cada una de las células importantes; en otras ocasiones se hace una selección orientada. En varios análisis de presupuestos o de programación lineal se han preparado casos sintéticos que correspondan con las medias aritméticas de sus respectivas células, en lo que se refiere a aquellas variables consideradas de una importancia estratégica.

La idea de estratificar un universo en estudio y escoger un caso representativo de cada célula requiere un conocimiento previo de las variables que son de suficiente importancia para ser utilizadas como bases de la estratificación. El proceso de estratificación, por sí mismo, difícilmente puede ser significativo, a menos que se haga de acuerdo con variables que tengan una gran relación con el tema de estudio.

Se ha afirmado que la mayor utilidad del estudio de casos está en identificar las variables más significativas y las hipótesis que deben desarrollarse. En esas condiciones, no se tiene base suficiente para afirmar que se pueden seleccionar unos pocos casos que sean representativos de situaciones distintas del universo en estudio.

Esto no quiere decir que los casos deben escogerse sin tener en cuenta si son representativos o no de las variables que se consideren más importantes; solamente sugiere la posibilidad de que el estudio de casos puede arrojar nueva luz sobre cuales variables son realmente las más importantes. Un caso “representativo” puede serlo muy poco aunque haya sido escogido sobre la base de los promedios de grupo por muchas características. Este resultado es posible porque el investigador puede encontrar otras variables que sean de mayor importancia, o porque aun las empresas muy poco alejadas

del “promedio” pueden no tener las mismas posibilidades de cambios que una empresa realmente “promedio”.

Cuando se han analizado varios casos escogidos al azar de cada grupo o célula, se puede tener buen indicio sobre si un caso es representativo o no. Si las conclusiones son similares para tres o cuatro casos, es posible esperar que un número mayor, dentro del mismo grupo, muestre las mismas características o se comporte en la misma forma. Por otra parte, cuando tres o cuatro casos dentro de la misma célula o grupo muestran características o comportamientos significativamente diferentes, puede ser un indicio de que el grupo es menos homogéneo de lo que se supuso cuando se diseñó el procedimiento de muestreo.

2.1.13.3 Relaciones entre los estudios de caso y los estudios estadísticos

Los solucionadores de problemas descubren con frecuencia que los estudios de casos pueden desempeñar un papel de especial importancia en el proceso de identificación de variables y en el desarrollo de hipótesis plausibles. En este aspecto, son comparables a los estudios estadísticos, que proveen medios para probar hipótesis en términos de evidencia histórica. Tanto los estudios de casos como los estudios estadísticos pueden ser valiosos en la búsqueda de solución de problemas; sin embargo, los primeros tienen objetivos diferentes y trabajan con datos reales sobre unidades extraídas de universos dados.

2.1.14 Caracterización de fincas

Debe conceptualizarse a una finca como una unidad de producción, donde se realizan diferentes actividades agropecuarias. La actividad económica más importante, determina la tipificación de la finca en agrícola, ganadera, forestal, etc. Este criterio no debe excluir la consideración o el análisis de las actividades secundarias, ya que puede ocurrir que modificaciones de los subsistemas secundarios, produzcan un mayor impacto a nivel de finca (Moreno, 1981). Dufumier (1990) establece que mediante la caracterización de las fincas se logra describir las unidades productivas, por medio de la captación de información básica en un momento dado, mediante entrevistas o encuestas.

Escobar (1984) menciona que es necesario tener claro el objetivo de la caracterización, para que mediante la información captada en el diagnóstico a través de entrevistas o

encuestas, se puedan aplicar los procedimientos estadísticos adecuados para realizar la caracterización. Las técnicas que son comúnmente usadas en la caracterización de fincas son los análisis multivariados.

Entre las técnicas multivariadas se encuentra la técnica de componentes principales y el análisis de conglomerados (Cluster análisis) que permite identificar grupos de fincas similares con base en algunos atributos específicos, con una alta homogeneidad interna y una marcada heterogeneidad entre grupos. (Pearson, 1901; Hotelling, 1933; citado por Hair *et al*, 1987).

2.1.15 La innovación tecnológica

Según Sepulveda (1988) la innovación es la aplicación de nuevas técnicas o procesos productivos o introducción de nuevos productos en el mercado. Las innovaciones exitosas abren la posibilidad de producir los mismos bienes utilizando menos recursos o producir bienes nuevos o de mejor calidad, constituyendo un elemento importante para el crecimiento económico. Se distingue entre la concepción de un nuevo producto o técnica de producción (invención) y la aplicación de ella a un uso concreto. Estrictamente la innovación corresponde a esta última etapa.

Stobbs (1976) establece que si se pretende una actividad ganadera acorde con los recursos y limitaciones del trópico húmedo, deben utilizarse estrategias congruentes, orientando las técnicas hacia la consecución de una eficiencia biológica y económica. Maddala y Millar (1991) menciona que el cambio tecnológico consiste en descubrir mejores métodos para producir productos antiguos, introducir mejores técnicas de marketing, organización y administración y desarrollar nuevos productos. Desde un punto de vista puramente de negocios todas las formas de cambio tecnológico le permiten al productor obtener más producción con los mismos insumos de antes, y de esta forma reducir costos. Sin embargo, a los economistas les gusta clasificar el cambio tecnológico en tres categorías: A) Ahorro de trabajo, B) Ahorro de capital y C) Neutral. El cambio tecnológico se puede representar como un desplazamiento en la función de producción y por lo tanto de las isocuantas de la producción.

Generalmente, el cambio tecnológico da como resultado un desplazamiento descendente en las funciones del costo. Con el cambio tecnológico neutral tanto los costos de trabajo como los costos de capital descienden. Con el cambio tecnológico de ahorro de trabajo los costos de trabajo descienden, pero los costos del capital pueden disminuir, permanecer igual, o incluso ascender. Con el cambio tecnológico de ahorro de capital, los costos de capital descienden aunque los costos del trabajo pueden descender, permanecer igual o incluso ascender.

Se debe tener cuidado para distinguir entre cambio tecnológico y cambio en técnica. Cuando cambian los precios del factor, el productor cambia la relación capital- trabajo (a menos que la producción se lleve a cabo bajo proporciones fijas), este es un cambio de técnica. Por lo general un cambio tecnológico va acompañado de un cambio en técnica.

2.2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.2.1 Antecedentes de la ganadería bovina en Honduras

Este subsector es de gran importancia para la generación de empleos y divisas para el país. Según el cálculo realizado en el Análisis de la competitividad de la cadena Agroindustrial de la leche y los productos lácteos en Honduras (2002), este subsector emplea un 35% de la Población Económicamente Activa (PEA) de la rama de agricultura y 13% de la PEA nacional. Para el año 2003, un 24.3% del PIB Nacional fue aportado por la rama agrícola y dentro del PIB agrícola la ganadería contribuyó con un 17%.

En cuanto a la ganadería de leche se ha observado un crecimiento promedio de alrededor del 5% en los últimos 6 años teniendo un promedio 3.6 litros/vaca/día, a excepción del año 2003 donde se muestra un pequeño descenso (3.4 litros/vaca/día). El promedio de producción de leche en Honduras sigue siendo mayor al promedio centroamericano (3.13 litros/vacas/día y latinoamericano 3.27 litros/vaca/día. (INFOAGRO, 2005)

Se calcula que en el país existen aproximadamente 55,000 fincas que producen leche, lo que es un alto valor cuando se compara con países lecheros de clima templado como Nueva Zelanda que cuenta con 12,000 fincas, Australia con 8,500, Argentina con 24,000 y Uruguay con 7,000. Además, la producción de leche, en Honduras, para el año 2000 se estimó en 585.5 millones de litros, con una tasa de crecimiento promedio anual de 5.7% en la década de los noventa (Galeto, 1996).

En el país existe un marcado efecto de la estacionalidad sobre la producción de leche. La producción es mayor en la época de lluvias (61.8%), lo cual se explica por la mayor disponibilidad de pastos y un gran número de vacas en ordeño. En invierno se ordeñan 24% más de vacas que en verano (Jara Almonte, 1999). La leche producida en Honduras tiene 4 destinos principales: 20% para el autoconsumo, 23% para la venta directa, 21% para el sector industrial y 36% para queseras artesanales (Galeto, 1996).

El consumo *per cápita* fue de 105 litros/ año para el año 2000 equivalentes a 600 millones de litros de leche fluida. Tomando como base ese consumo, la población actual y la producción de leche, se deduce que la demanda nacional es cubierta solamente en un 83%.

De las exportaciones no se tienen fuentes confiables ya que hay mucho mercado de contrabando (90% de la exportación no está registrada), más que todo en forma de quesos (Pomareda, 2001).

2.2.2 División del sector lechero en Honduras

En Honduras la producción de leche se puede dividir sobre la base de criterios geográficos en cinco regiones: Región Nororiental, Noroccidental, Central, Oriental y Sur (Jara Almonte, 1999).

La región nororiental comprende los departamentos de Atlántida, Yoro y Colón; y aunque sólo comprende el 14% de las explotaciones ganaderas, produce el 46% de la leche total del país (Cuadro 1), además de proveer alrededor del 70% de la leche procesada por LACTHOSA y el 100% de la procesada por LEYDE, que son las principales plantas procesadoras de leche a nivel industrial en Honduras.

La región central cuenta con el 21% de las explotaciones del país, pero solamente produce 19% de la leche. La región noroccidental contribuye con un 25% a la producción de leche nacional (Cuadro 1) y en esa región se encuentra LACTHOSA, que es la principal planta procesadora del país (Jara Almonte, 1999).

Cuadro 1. Producción de leche de Honduras por regiones

Región	Departamentos	Fincas		Tierra empastada		Producción leche	
		No.	%	ha	%	Mill L.	%
Nororiental	Atlántida	14.118,00	14	297.145,00	19	324,10	46
	Yoro						
	Colón						
Noroccidental	Cortés	13.705,00	14	309.681,00	20	179,10	25
	Santa Bárbara						
	Copán						
Central	Olancho Fco. Morazán	21.044,00	21	351.308,00	23	133,20	19
Oriental	El Paraíso	7.550,00	8	185.424,00	12	24,80	3
Sur	Choluteca	13.947,00	14	159.008,00	10	26,60	4

Fuente: Jara Almonte, 1999.

2.2.3 Estudios en las principales zonas ganaderas de Centroamérica⁵

En 1999, el CATIE completó un inventario y análisis de información disponible sobre sistemas de producción ganadera y degradación de pasturas en los países Centroamericanos de Honduras, Nicaragua y Guatemala. Algunas zonas críticas donde la producción de ganado y la degradación son un problema mayor “puntos importantes”; (Szott et al., 2000) fueron identificados en áreas húmedas y sub-húmedas (la región central de Nicaragua, norte de Honduras y el departamento de Petén en Guatemala).

Posteriormente, en el 2001, el CATIE desarrollo un “Estudio de línea base sobre sistemas de producción de ganado y pasturas degradadas en Petén, Guatemala; Muy Muy en Nicaragua; y El Juncal en Honduras”. Este fue un diagnóstico participativo profundo sobre factores biofísicos, socio-económicos y políticos que han sido asociados con la degradación de la tierra en estos “puntos importantes”. Sistemas silvopastoriles y otras intervenciones para mejorar el uso de la tierra en estas zonas fueron identificadas.

En dicho proceso se identificó que las áreas mencionadas tienen un porcentaje relativamente grande (35 a 60%) de pequeños y medianos productores de ganado, y representan los principales sistemas ganaderos de Centroamérica. Además que pueden ser utilizadas para contrastar diferentes ecosistemas, así como condiciones políticas, sociales y económicas, y representan más del 50% del área de crianza de ganado en las tierras bajas sub-húmedas y húmedas de Centroamérica, que se estiman en siete millones de hectáreas (Flores, 1994). En el área de Honduras, los sistemas son más orientados a doble propósito, o producción de leche.

2.2.3.1 Estudios de ganadería en la región nororiental de Honduras⁶

Según estudios analizados por García (2000), las fincas manejan cargas animales (CA) altas (1.87 unidades animales/ha) sobre el área de pastoreo. Esto no es cierto ya que el ganadero utiliza guamiles (áreas sin cultivos ni pastos generalmente colonizadas por malezas) para pastoreo, y en mayor grado en la época seca y además no cuentan con registros que le permitan conocer el área total de pastoreo.

⁵ Este apartado se basa en la Propuesta del Proyecto CATIE/ Noruega del año 2002

⁶ Tomado del estudio de línea base de ganadería de la región nororiental de Honduras. García, 2000

La fuente principal de alimentos para el ganado son los pastos, pero no representan el mayor porcentaje del gasto. Actualmente el ganado esta siendo sub alimentado. El 81% de los ganaderos maneja una pésima alimentación del ganado cubriendo menos de la mitad de los requerimientos y el 15% cubren al menos la mitad de los requerimientos causando un déficit alimenticio. Solo el 4% de los productores alimentan bien, la dieta del ganado se centra en el pasto y sal común o sal mineral.

El 47% de los campesinos suplementa, en parte por la cercanía de los insumos y de la planta extractora de la región, con pulpa de naranja. Entre los suplementos más usados están: la melaza (36.7% lo usa), citropulpa (16.7%), concentrados (13.3%) y gallinaza (5%).

Existe una buena disponibilidad de mano de obra durante todo el año, pero esta disminuye en los meses de mayo-julio debido a la siembra de granos básicos que los campesinos realizan. Asimismo, la bananera (Standard Fruti Company) mantiene una demanda constante todo el año y para ello utiliza trabajadores temporales.

El 21% de las fincas no cuenta con trabajadores permanentes, siendo la mano de obra familiar la encargada de realizar las tareas de la finca. El 44% de las fincas utiliza de 1-3 empleados permanentes que son los encargados del ordeño y alimentación diaria, además de cumplir con otras tareas en la finca. El 35% de los ganaderos tienen más de 3 empleados permanentes.

En las épocas de chapias y mantenimiento de cercas es necesario contratar mano de obra. El uso de obreros en las chapias se hace por contrato establecido y se paga según grado de enmalezamiento y tamaño de potrero. El precio de chapia oscila entre 250-400 lempiras por manzana. En ocasiones los ganaderos se organizan ayudándose mutuamente en los trabajos que requieren mayores empleados, convirtiéndose en empleados y empleadores.

2.2.4 Uso de la programación lineal en problemas agropecuarios

Mc Corkle (s.f.), señala problemas que se pueden resolver con la técnica de programación lineal, estos son:

- Minimización del costo de producción de un producto dado. Se ha aplicado programación lineal al problema de producción de uno o varios productos, que tengan características específicas, a un costo mínimo.
- Distribución de recursos entre líneas alternativas de producción. Cuando el número de alternativas o de prácticas, o ambas, es grande, la programación lineal simplificará el procesamiento de datos para lograr la solución. Esta se presenta generalmente como una solución óptima de insumos y prácticas en términos de minimización de costos. La solución será óptima sólo si el planteamiento del problema y de la información contienen las alternativas que dan el costo mínimo. Otro tipo de problema en este grupo es aquél que se soluciona con la selección de la combinación óptima de empresas, en forma tal que permita maximizar las ganancias de la finca considerada como una sola unidad.
- Determinar el nivel óptimo de un insumo dado. Este tipo de problema puede resolverse con la técnica de programación lineal; sin embargo, no parece existir mucha ventaja en su uso y puede resolverse más directamente el problema con el uso del análisis marginal.

Aparte de los problemas de la finca individual, pueden mencionarse otros como:

- Medición del impacto económico de políticas en un segmento de la población rural.
- Medición del impacto de una nueva tecnología en un segmento de la agricultura.
- Desarrollo integral de una cuenca hidrográfica.
- Uso óptimo de los recursos a lo largo del tiempo.

Para esas aplicaciones, la técnica básica de la programación lineal es la misma. Es decir, sin tener en cuenta el tipo de problema se toman decisiones básicas sobre selección de empresas de rentabilidad potencial y selección de factores limitantes, con especificación de los requerimientos de cada rubro y determinación de costos de los insumos, los de la posible producción y el valor de los mismos.

2.2.4.1 Optimización y programación lineal en ganadería

Reconociendo que la ganadería es una actividad económica que compite con otras actividades económicas por capital, tierra, mano de obra, etc., se vuelve determinante que las fincas pecuarias mejoren sus tasas de retorno para sobrevivir a la competencia. Estrategias para el desarrollo pecuario del trópico deben enfatizar el logro económico máximo (y no el máximo biológico) optimizando la productividad en base a los recursos disponibles por medio de tecnologías integradas (Preston y Leng, 1988).

En el área de sistemas agropecuarios las aplicaciones comunes de programación lineal se refieren a cálculos de raciones de mínimo costo, asignación de tierra para establecer determinados cultivos, decisiones sobre cantidades de fertilizante, planificación de uso de maquinaria, tierra y trabajo, así como el uso de toros (León y Quiroz, 1995)

De esta forma, en el sector ganadero, la sencillez y clara aplicación de la programación lineal al cálculo de raciones y formulación de alimentos ha motivado que otras aplicaciones queden un tanto marginadas, como es el caso de la planificación de la producción que se ajusta muy bien a este modelo matemático. En efecto, entendiendo por planificación la función de asignar y distribuir los medios y recursos disponibles, para que el proceso de transformación sea eficiente y se alcancen los objetivos marcados, con la programación lineal para conseguir todo ello, se pueden plantear una serie de relaciones lineales para repartir cada uno de los recursos y factores disponibles, con el conjunto de métodos y/o técnicas más apropiado, para obtener una propuesta productiva: combinación de variables que optimicen una determinada función lineal. A partir de la solución se deberá establecer el plan de realización técnica (Maroto *et al.*, 1997)

Así, muchos estudios en el área se han desarrollado, para tal caso Barrenechea y Galetto (1992), construyeron modelos de producción de leche, en los cuales analizaron los cambios que se producen en el aumento del tamaño del hato al incrementarlo de 20 a 200 vacas y con tres niveles de tecnología diferente (bajo, medio y alto). Utilizaron los siguientes indicadores: margen bruto, ingreso neto e ingreso del capital. Estos se incrementan en forma consistente con el tamaño de la empresa, pero en forma asintótica hasta cierto nivel que es característico de la tecnología. Ellos concluyen que la estrategia de los productores

lecheros para asegurar la continuidad de su empresa debe estar basada en la combinación adecuada del nivel tecnológico y del incremento del tamaño de la empresa.

Por otro lado, Nicholson *et al.* (1994) desarrollo un modelo de optimización usando la programación lineal en un sistema de producción animal de doble propósito en las tierras bajas húmedas de Venezuela, con el objeto de usarlo en la evaluación de estrategias nutricionales y de manejo en forma alternativa. Su trabajo determinó el impacto de las alternativas de recursos disponibles en la finca, y analizó los cambios en la producción y los beneficios resultantes de cambios significativos en los precios de los productos y costos de los insumos.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El presente estudio se desarrolló en el trópico húmedo de la región nororiental de Honduras. Región que por su alto nivel de producción de leche y características agroecológicas aptas para la ganadería se convierte en la zona con los mejores sistemas de producción de ganado bovino en Honduras.

Específicamente el área de estudio comprende una superficie de 260 km² distribuida entre el Municipio de Olanchito, Departamento de Yoro; y los Municipios de Saba y Sonaguera, Departamento de Colón. El área está a 135 msnm, posee una precipitación entre los 1700 y 2300 mm/ año, y se ubica entre los 86° 27'; 86° 15' longitud oeste y entre los 15° 27'; 15° 35' latitud norte. (Fig. 1) (García, 2000).



Figura 1: Ubicación del área de estudio

3.2 METODOLOGÍA

Concretamente la investigación tuvo dos componentes complementarios, el primero consistió en la elaboración y análisis de la estructura de costos de las fincas más representativas de la región, mientras que el segundo fue desarrollar un modelo de optimización económica, a través de programación matemática, que analizó y simuló el impacto de tecnologías y factores externos que afectan directamente los sistemas de producción de doble propósito de la región nororiental de Honduras.

Igualmente, la investigación estuvo dividida en cuatro etapas metodológicas: 1) Selección de fincas, 2) Tipificación de fincas, 3) Recolección y sistematización de información primaria (información de gastos e inversión), y 4) Procesamiento y análisis de la información.

Cabe mencionar que una etapa implícita en todo el proceso fue la revisión de información secundaria, ya que constantemente se recolectó información sobre la caracterización biofísica y socioeconómica del área de estudio. Además de revisar estudios previamente realizados en la región y en otras zonas ganaderas, principalmente aquellos enfocados en la elaboración de estructura de costos, eficiencia de la producción pecuaria y modelos de simulación. Igualmente se puso especial interés en la información generada por el proyecto CATIE/ Noruega.

3.2.1 Selección de fincas

Como se mencionó anteriormente, el estudio se realizó en el marco de acción del Proyecto CATIE/ Noruega, proyecto que ejecuta el CATIE con el apoyo financiero del Ministerio de Relaciones Exteriores de Noruega.

De esta forma, se trabajó con fincas del área de influencia del proyecto en la región nororiental de Honduras (Cuadro 2), ya que a través de estudios de línea base que desarrollo el CATIE se determinó que estas fincas forman parte de los sistemas ganaderos más representativos del trópico húmedo de Centroamérica.

Además, porque estas áreas pueden ser utilizadas para contrastar diferentes ecosistemas, así como condiciones políticas, sociales y económicas en Centroamérica (CATIE, Propuesta Proyecto Noruega, 2002).

Cuadro 2: Fincas seleccionadas para el estudio

Departamento	Municipio	Sector	Numero de Fincas
Yoro	Olanchito	El Juncal	44
Yoro	Olanchito	La Hoya	11
Yoro	Olanchito	Carvajales	17
Colón	Sonaguera	Monte de Oro	13
Total			85

Cabe mencionar que 34 de los 44 productores de El Juncal pertenecen al Centro de Recolección y Enfriamiento de Leche (CREL) del mismo sector, mientras que los 13 de Monte de Oro pertenecen al CREL de la misma localidad, esto denota que existe una mayor organización entre ellos.

Por otro lado, los productores restantes de El Juncal no se encuentran organizados, y los de Carvajales y La Hoya están iniciando su proceso de organización con apoyo del Proyecto CATIE/ Noruega.

3.2.1.1 Diseño de encuesta

En el año 2003, el Proyecto CATIE/ Noruega diseño una encuesta tipo cuestionario que sirvió para recopilar información primordial para caracterizar las fincas pertenecientes a los sectores de El Juncal y Monte de Oro, donde inicialmente enfocaron sus actividades.

En el mes de enero del 2005, esta encuesta fue analizada y sirvió de punto de partida para diseñar una nueva encuesta tipo cuestionario (Anexo 1) que se aplicó a las fincas de los dos nuevos sectores en los que el proyecto trabajaría, Carvajales y la Hoya. Esta encuesta fue validada en reuniones con grupos focales conformados por técnicos y productores de la región, y sirvió para identificar variables básicas para realizar la tipificación de las fincas objeto de estudio. Los criterios más importantes que se analizaron fueron:

- Datos generales de la finca
- Datos socioeconómicos del finquero y su familia
- Datos técnicos del manejo de la finca
- Datos económicos y de mercadeo de los productos de la finca

3.2.1.2 Ejecución de encuesta

Con el propósito de describir los sistemas de producción de los dos nuevos grupos formados por el Proyecto CATIE/ Noruega en Carvajales y La Hoya, se aplicó la encuesta a un total de 28 fincas de dichos sectores durante los meses de febrero y marzo del 2005. La encuesta tuvo una duración aproximada de una hora por finquero y fue realizada en compañía de técnicos del Proyecto que conocían la ubicación de las fincas.

3.2.1.3 Base de datos

La base de datos se elaboró y manejo en una hoja electrónica del programa Microsoft Excel, ya que este programa permite la importación de información a otros paquetes estadísticos que se utilizaron al momento de procesar y analizar los datos. De esta forma, la información obtenida de las 28 encuestas fue depurada, tabulada y ordenada por nombre del finquero y ubicación de su finca.

Posteriormente, se revisó la base de datos de 89 encuestas a finqueros de los sectores de El Juncal y Monte de Oro que elaboró el Proyecto CATIE/ Noruega en el 2004. De las 89 encuestas se eliminó la información de 32 ya que estaban incompletas y resultaban inútiles para el estudio.

Finalmente, la información de ambas fuentes fue estandarizada hasta lograr una base de datos homogénea con información de 85 fincas de la región.

3.2.2 Tipificación de fincas

Una vez homogenizada la base de datos se procedió a obtener las tipologías promedio de las fincas objeto de estudio, esto con el propósito de obtener las fincas más representativas de los sistemas de producción de doble propósito de la región.

Para poder realizar esta tipificación se hizo uso de la estadística multivariada, que es usada para describir y analizar observaciones multidimensionales obtenidas al relevar información sobre varias variables (columnas de la tabla) para cada una de las unidades o casos en estudio (filas de la tabla). (Infostat: Manual del Usuario, 2004)

3.2.2.1 Selección de variables

La selección de las variables para la tipificación de las fincas fue coherente con los objetivos de esta investigación de desarrollar un modelo de optimización económica, o sea que la tipificación tuvo que estar en función de variables que permitieran separar las fincas en grupos en los que la innovación tecnológica tendría diferentes efectos.

De esta forma, se definió a priori, y de acuerdo a los conocimientos de la zona, cuales eran las variables claves que permitirían clasificar a los finqueros de una forma estadísticamente relevante.

Inicialmente se utilizaron un total de 12 variables cuantitativas y 6 variables cualitativas, a continuación se describe el detalle:

- Variables cuantitativas: Tamaño de la finca, litros de leche/ finca/ día época lluviosa, número de vacas ordeñadas en época lluviosa, litros de leche/ finca/ día época seca, número de vacas ordeñadas en época seca, número de unidades animales, carga animal, área de cultivos agrícolas, número de árboles en potreros, cantidad de mano de obra permanente, edad del finquero, y nivel de escolaridad.
- Variables cualitativas: Uso de fertilizantes, uso de herbicidas, uso de productos para sanidad animal, uso de mano de obra familiar, servicios básicos, y mano de obra temporal.

Al analizar las variables cuantitativas se podría pensar que hay variables que se explican entre sí, como litros de leche/ finca/ día y número de vacas ordeñadas, ya que parece que la segunda está altamente correlacionada con la primera (Entre más vacas mayor producción) pero todo depende del nivel de intensificación del sistema de producción.

3.2.2.2 Análisis de conglomerados

El análisis de conglomerados es una técnica multivariada que sirve para agrupar una serie de individuos en grupos o conglomerados, utilizando mediciones realizadas sobre varias variables (Infostat: Manual del Usuario, 2004).

Para realizar el análisis de conglomerados jerárquico se eligió como “variables” a todas las mediciones mencionadas en el apartado anterior y como “criterios de clasificación” a las fincas. El método de agrupamiento elegido fue el de Ward y la distancia euclídea. Se estandarizaron los datos y se efectuó el análisis de aglomeración por filas. Para resumir las observaciones de una misma finca se utilizó la opción de la media.

3.2.2.3 Caracterización de clusters

Una vez obtenidos los clusters a través del análisis de conglomerados, se procedió a realizar un Análisis de Varianza (ANDEVA) para determinar las variables cuantitativas que tenían mayor peso y que hacían más contraste para separar los grupos.

Además se realizó una Prueba de Chi Cuadrado para las variables cualitativas dicotómicas. El ANDEVA y la Prueba de Chi Cuadrado permitieron describir cada grupo.

3.2.2.4 Selección de fincas típicas

Para seleccionar las fincas más típicas por cluster se utilizaron las medidas de tendencia central como la media. Igualmente, se tomaron en cuenta factores de disponibilidad de contribuir a la investigación.

3.2.3 Recolección y sistematización de información primaria

3.2.3.1 Registros ganaderos

Los registros son herramientas que sirven para determinar los puntos fuertes y débiles de las empresas (fincas) y su potencial de mejora. También se usan como indicadores de progreso y pueden ser aplicados en la toma de decisiones (EAP, 2003). En el presente

estudio sirvieron para construir y validar la estructura de costos de las fincas más típicas de la zona y su rentabilidad actual. Cabe mencionar que existen muchos tipos de registros, pero en esta investigación se utilizaron los orientados a los aspectos económicos y productivos (Anexo 2):

- Producción diaria de leche y su procesamiento
- Control de mano de obra
- Control de insumos
- Movimiento animal

De esta forma, los registros se aplicaron a las fincas más típicas y que tenían disposición de trabajar con el estudio.

3.2.3.2 Entrevista semi- estructurada

Una vez obtenida la nueva tipología se seleccionó la finca más representativa de cada estrato (la más cercana al promedio), y en ellas se realizó un estudio en profundidad para construir su respectiva estructura de costos, para ello se diseñó una encuesta en formato de entrevista semi- estructurada, la cual según Geilfus (1997) es útil para recolectar información general o específica mediante diálogos con individuos (informantes clave), grupos familiares (Familias representativas) o grupos focales. La técnica de diálogo semi-estructurado busca evitar algunos de los efectos negativos de los cuestionarios formales, como son: temas cerrados (no hay posibilidad de explorar otros temas), falta de diálogo, falta de adecuación a las percepciones de las personas. El desarrollo de la entrevista tuvo los siguientes componentes:

- Establecer una guía de entrevista (Anexo 3): En ella se encuentran resumidos, en forma clara, los puntos fundamentales que se querían aclarar.
- Reunión con grupos focales: Se identificaron actores clave a nivel técnico y finqueros con el fin de validar y enriquecer las entrevistas.
- Selección de las personas a entrevistar: Productores pertenecientes a las fincas más típicas de cada cluster.
- Ejecución de las entrevistas: Se realizaron tres visitas por cada finca seleccionada.

3.2.3.3 Submuestra y cuestionario de capacidad empresarial

Para evaluar cuantitativamente la capacidad empresarial del total de productores y de los grupos conformados, se procedió a determinar una submuestra de un 20% que mostraría resultados exploratorios sobre la variable en cuestión.

Una vez determinada la muestra se aplicó una encuesta en formato tipo cuestionario (Anexo 4) adaptada del estudio realizado por Zehnder *et al.* (2003) la cual midió la capacidad empresarial entre los productores. Para cada una de las preguntas de esta encuesta se presentan tres niveles, los cuales permitieron evaluar la capacidad empresarial de forma que los resultados obtenidos fueran útiles desde un punto de vista cuantitativo, perdiendo el mayor nivel de subjetividad y logrando la más amplia representatividad.

3.2.4 Procesamiento de la información

3.2.4.1 Estructura de costos

Con la información obtenida de los registros y la entrevista semi estructurada se elaboró la estructura de costos de las fincas más representativas de las tipologías promedio. Esta expresión numérica permitió realizar evaluaciones y comparaciones al expresar los resultados en cifras relativas (porcentajes). Además sirvió de base para la obtención de los principales indicadores económicos- financieros descritos en el siguiente apartado.

3.2.4.2 Indicadores económicos- financieros

Los indicadores económicos- financieros son herramientas que sirven para visualizar si las decisiones básicas para el manejo de la empresa, en este caso la finca, se están tomando de la forma más saludable para la misma; además ayudan a definir metas para el corto, mediano o largo plazo.

Hoy en día existe gran cantidad de indicadores, los cuales se agrupan según su utilidad y el tipo de diagnóstico que se realiza en la empresa. Pero los factores más importantes para decidir el tipo de indicadores a usar son:

- Selección del sujeto de estudio (finca, familia, sociedad)
- Tipo de análisis (contable ó económico)
- Que tipo de pregunta se quiere contestar (retornos a la finca, a la familia, etc.)

En este caso el sujeto de estudio fue la finca, y todas las interrogantes económico-financieras estaban orientadas a obtener sus retornos desde un punto de vista económico y no contable. Igualmente, el estudio buscaba realizar una comparación de la eficiencia económica de los sistemas de producción. Por tales razones, se analizó qué indicadores de corto plazo serían los más apropiados para la investigación. A continuación se detallan los índices que propone Wadsworth (1997) y la razón de excluir los mismos para el presente análisis:

- **Beneficio Bruto (BB):** Indica la cantidad de dinero que produce la finca después de pagar todos los costos reales ocurridos durante el proceso de producción. Pero no toma en cuenta los costos no efectivos como la depreciación, costo de capital ó costo del terreno, entonces sobreestima la eficiencia económica.
- **La Renta (R):** Es más confiable que el BB porque incluye la producción vendida y la invisible (no efectiva), además se deduce la depreciación que es un costo no efectivo. Pero no incluye los costos de mano de obra familiar y costo de administración del dueño, por lo tanto no es recomendable para comparar fincas debido a la fuerte tendencia de mano de obra familiar.
- **Beneficio Neto (BN):** Indica el beneficio percibido por el negocio después de pagar todos los costos de operación (efectivos y no efectivos). Pero no es válido para comparar fincas en el caso que exista una alta diferencia en el nivel de sueldo atribuido a los administradores.
- **Ingreso por Manejo e Inversión (IMI):** También conocido como Ingreso Neto Familiar (INF), indica la ganancia generada por la empresa en forma conjunta, por el esfuerzo gerencial (manejo) y el capital total invertido en la empresa (tanto propio como prestado). Aunque se exprese por unidad de área para comparar fincas de distinto tamaño, toma en cuenta los costos fijos por lo que no es un buen punto de comparación entre fincas con estructuras de costos muy diferentes.

Por otro lado, y en vista de que se buscaba comparar el nivel de eficiencia en las fincas objeto de estudio se seleccionaron los indicadores del Margen Bruto (MB) y el Costo por Litro de Leche (C/LL).

Según Wadsworth (1997), el MB sirve para comparar diferencias en el nivel de eficiencia económica, además indica que su uso es válido para comparar la eficiencia económica entre diferentes actividades realizadas en la misma finca para así planificar la mejor combinación de actividades productivas, siempre y cuando los costos de la finca se distribuyan en proporción a la superficie de cada actividad. Concretamente, el indicador define como una producción paga sus costos de operación, y su forma de cálculo es la siguiente:

$$\text{MB} = \text{Producto Bruto} - \text{Costos Variables} \quad (13)$$

Donde:

$$\text{Producto Bruto} = \text{IMT} + \text{CI} + \text{AC} \quad (14)$$

IMT: Ingreso Monetario total = Número unidades vendidas * Precio unitario

CI: Cambio de Inventario = Inventario final – Inventario inicial

AC: Autoconsumo de los productos de la finca

El efecto inducido por diferencias en el tamaño de la explotación, en el valor del MB, se elimina al ser expresado en relación a una unidad de producción (MB/ha, MB/vaca, etc.).

Además, el uso de este índice es de gran utilidad porque determina la eficiencia en la utilización de los costos variables. Hay que recordar que los costos variables son “el combustible” que permite el aprovechamiento de los recursos fijos. Los recursos fijos no pueden ser movilizados rápidamente (de allí que se consideran “fijos” literalmente) mientras los costos variables pueden ser manipulados, eliminados, aumentados, etc. En forma inmediata, de acuerdo con las necesidades de manejo.

Finalmente hay que recalcar que el uso del MB, que no toma en cuenta los costos fijos de la empresa, es válido únicamente para hacer comparaciones entre diferentes fincas, siempre y

cuando los costos fijos sean parecidos (no es válido comparar el MB/ha de una lechería intensiva con el MB/ha de un hato de carne extensivo porque los costos fijos/ha son muy diferentes). Como regla general el resultado de comparar el MB de diferentes fincas es válido cuando:

- El tipo de explotación es idéntico (leche, carne, cultivos, etc.)
- Se emplean sistemas parecidos
- El tamaño es similar
- Yacen en la misma zona agro- ecológica
- Se utilizan razas y variedades de cultivos similares

Por otro lado, como se mencionó anteriormente, también se utilizó el índice del Costo por litro de leche (C/LL), el cual se estimó a nivel de los costos efectivos y costos totales del sistema. Se realizó el cálculo a nivel de los costos efectivos para conocer la utilidad efectiva de cada productor, o sea la retribución en efectivo por la actividad lechera. Así mismo, se calculó el costo total por litro de leche para obtener el valor total económico de este indicador evaluado a su costo de oportunidad, a continuación se detalla su forma de cálculo:

$$C/LL = \text{Costos (efectivos ó totales) de la actividad lechera} / \text{Litros de leche totales} \quad (15)$$

3.2.4.3 Capacidad empresarial

Para realizar la cuantificación de la capacidad empresarial en las fincas agropecuarias de la región es necesario reiterar que este término se interpretó como la aptitud de una persona para desarrollar una administración eficiente de los recursos de su empresa, en base a un conocimiento integral de su funcionamiento en concordancia con el cumplimiento de objetivos definidos y consensuados con quienes tienen responsabilidades sobre la misma (Zehnder *et al.* 2003).

De esta forma, posterior a la tabulación y ponderación cuantitativa de las respuestas de la encuesta de capacidad empresarial, se procedió a realizar, en primera instancia, una regresión lineal que mostrara cómo el nivel empresarial de los productores explica los ingresos y la productividad proveniente de sus fincas.

Por otro lado, para comprender si los 3 clusters o grupos diferían en el nivel de capacidad empresarial y producción se realizó un ANDEVA entre estas dos variables. Igualmente se utilizó el ANDEVA para determinar si los productores por tipo de mercado (frío o industrial y caliente o artesanal) diferían en su capacidad empresarial.

3.2.4.4 Modelo de programación lineal

3.2.4.4.1 Definición de parámetros

Para identificar las variables y parámetros necesarios para el desarrollo del modelo se procesó la información recopilada en las entrevistas semi estructuradas, los registros contables, y la estructura de costos construida para cada estudio de caso seleccionado de los clusters.

Los parámetros definidos para cada una de las fincas promedios de la región fueron:

- Producción promedio de litros de leche por finca por año
- Producción promedio de kilogramos de carne por finca por año
- Precio promedio por litro de leche
- Precio promedio por kilogramo de carne
- Requerimientos económicos y técnicos para poder producir leche y carne
- Recursos disponibles de los siguientes insumos:
 - Mano de obra (cantidad)
 - Hectáreas habilitadas para pasto natural y mejorado
 - Acceso de mercados (cantidad posible a vender)
 - Capital familiar disponible para invertir
 - Capacidad empresarial o gerencial

3.2.4.4.2 Supuestos y consideraciones técnico- económicas del modelo

Como primer punto, hay que determinar que el modelo propuesto es netamente económico y estático, por lo que permite la asignación de recursos productivos en relación a su costo para el ciclo de un año, en sistemas de producción animal de doble propósito donde se asume que el manejo técnico y económico es constante.

De esta forma, al establecer que el modelo es para sistemas donde la producción de carne depende de la producción de leche, ya que las vacas producen los terneros utilizados para la venta, fue básico estimar su relación. Para esto, se calculó un coeficiente que tomara en cuenta la productividad anual de las vacas (en litros de leche) junto con la producción de terneros (en kilogramos de carne).

También conviene especificar que los gastos de capital asignados por litro de leche y kilogramo de carne son los incurridos en el sistema extensivo que actualmente presentan las fincas, donde la distribución de los costos, en el caso de los gastos indivisibles, se asumió que son proporcionales a los ingresos obtenidos por sus respectivos conceptos.

En el caso de la mano de obra se asumió que, para todas las explotaciones, no existe mano de obra especializada y que en la región existen suficientes recursos humanos para realizar las labores tradicionales de las fincas, por lo que este factor de producción no vendría a ser una limitante física para el proceso de optimización económica.

Por otra parte, fue necesario separar la producción de leche por época del año (invierno y verano) ya que los precios promedios por litro de leche, para los productores del mercado de leche caliente, varían significativamente según estas épocas, además se separó la producción por tipo de pastura (natural y mejorada) ya que, aunque en la realidad, resulta complicado separar estos datos es necesario debido a que los costos unitarios, por litro de leche y kilogramo de carne, disminuyen al aumentar el volumen de producción, tendencia que se confirma con el uso de pastos mejorados. Esta última distribución también se realizó en el caso de la producción de carne.

Finalmente, hay que señalar que la elección de la función objetivo en base a la ganancia, expresada como la producción bruta de la finca menos los costos efectivos, responde al hecho de obtener resultados mas coherentes desde el punto de vista de la retribución en efectivo que pueden obtener los dueños de las fincas. Además, cabe destacar que se incorporaron consideraciones de subsistencia como el autoconsumo.

3.2.4.4.3 Estructura matemática del modelo

La función objetivo se definió por la contribución marginal de las variables productivas “litros de leche” y “kilogramos de carne” a la ganancia neta de la finca, quedando establecida la siguiente estructura:

$$\text{Max } Z = c_{lvipn} X_{lvipn} + c_{lvipm} X_{lvipm} + c_{lvvpn} X_{lvvpn} + c_{lvvpm} X_{lvvpm} + c_{cvpn} X_{cvpn} + c_{cvpm} X_{cvpm} \quad (15)$$

Donde:

X_{lvipn} : Litros de leche de pastura natural para la venta en invierno por año

X_{lvipm} : Litros de leche de pastura mejorada para la venta en invierno por año

X_{lvvpn} : Litros de leche de pastura natural para la venta en verano por año

X_{lvvpm} : Litros de leche de pastura mejorada para la venta en verano por año

X_{cvpn} : Kilogramos de carne de pastura natural para la venta por año

X_{cvpm} : Kilogramos de carne de pastura mejorada para la venta por año

C_{lvipn} : Ganancia por litro de leche de pasto natural en invierno por año

C_{lvipm} : Ganancia por litro de leche de pasto mejorado en invierno por año

C_{lvvpn} : Ganancia por litro de leche de pasto natural en verano por año

C_{lvvpm} : Ganancia por litro de leche de pasto mejorado en verano por año

C_{cvpn} : Ganancia por kilogramo de carne de pasto natural por año

C_{cvpm} : Ganancia por kilogramo de carne de pasto mejorado por año

Por otro lado, el modelo quedó sujeto a una serie de restricciones que delimitan la distribución de los recursos entre las actividades propuestas para la optimización de las fincas, donde los coeficientes a_{ij} representan las unidades del recurso “ i ” requeridas para producir una unidad de producto “ j ”, los segundos miembros de las restricciones representan las disponibilidades máximas del recurso (Anexo 5). Así, las líneas de restricción (L) se establecieron de la siguiente forma:

L1: $a_{pnlti} X_{ltipn} + a_{pnct} X_{ctpn} \leq b_{pn}$: Distribución del recurso pasto natural, y se refiere a las hectáreas de pasto natural requeridas para producir leche en invierno y carne por año.

L2: $a_{pmlti} X_{ltipm} + a_{pnct} X_{ctpm} \leq b_{pm}$: Distribución del recurso pasto mejorado, y se refiere a las hectáreas de pasto mejorado requeridas para producir leche en invierno y carne por año.

L3: $a_{pnltv} X_{ltvpn} + a_{pnct} X_{ctpn} \leq b_{pn}$: Distribución del recurso pasto natural, y se refiere a las hectáreas de pasto natural requeridas para producir leche en verano y carne por año.

L4: $a_{pmltv} X_{ltvpm} + a_{pnct} X_{ctpm} \leq b_{pm}$: Distribución del recurso pasto mejorado, y se refiere a las hectáreas de pasto mejorado requeridas para producir leche en verano y carne por año.

L5: $a_{cltipn} X_{ltipn} + a_{cltipm} X_{ltipm} + a_{cltvpn} X_{ltvpn} + a_{cltvpm} X_{ltvpm} + a_{cctpn} X_{ctpn} + a_{cctpm} X_{ctpm} \leq b_c$: Distribución del recurso capital, y se refiere al capital requerido para producir leche en invierno, leche en verano y carne por año según el tipo de pastura (natural o mejorada).

L6: $a_{flc} (X_{ltipn} + X_{ltipm} + X_{ltvpn} + X_{ltvpm}) = X_{ctpn} + X_{ctpm}$: Ecuación de equilibrio que muestra la relación de los kilogramos de carne producidos en el sistema derivados de la actividad lechera.

L7: $X_{ltipn} - X_{lacipn} = X_{lvipn}$: Ecuación de equilibrio que muestra el origen de la leche para la venta en invierno proveniente del pasto natural, que resulta de la diferencia de la producción total menos el autoconsumo.

L8: $X_{ltipm} - X_{lacipm} = X_{lvipm}$: Ecuación de equilibrio que muestra el origen de la leche para la venta en invierno proveniente del pasto mejorado, que resulta de la diferencia de la producción total menos el autoconsumo.

L9: $X_{ltvpn} - X_{lacvpn} = X_{lvvpn}$: Ecuación de equilibrio que muestra el origen de la leche para la venta en verano proveniente del pasto natural, que resulta de la diferencia de la producción total menos el autoconsumo.

L10: $X_{ltvpm} - X_{lacvpm} = X_{lvvpm}$: Ecuación de equilibrio que muestra el origen de la leche para la venta en verano proveniente del pasto mejorado, que resulta de la diferencia de la producción total menos el autoconsumo.

L11: $X_{ctpn} - X_{cacpn} = X_{cvpn}$: Ecuación de equilibrio que muestra el origen de la carne para la venta en el año proveniente del pasto natural, que resulta de la diferencia de la producción total menos el autoconsumo.

L12: $X_{ctpm} - X_{cacpm} = X_{cvpm}$: Ecuación de equilibrio que muestra el origen de la carne para la venta en el año proveniente del pasto mejorado, que resulta de la diferencia de la producción total menos el autoconsumo.

L13: $X_{lacipn} \geq b_{lacipn}$: Restricción de autoconsumo, se refiere a la cantidad mínima de leche para subsistencia en invierno proveniente del pasto natural.

L14: $X_{lacipm} \geq b_{lacipm}$: Restricción de autoconsumo, se refiere a la cantidad mínima de leche para subsistencia en invierno proveniente del pasto mejorado.

L15: $X_{lacvpn} \geq b_{lacvpn}$: Restricción de autoconsumo, se refiere a la cantidad mínima de leche para subsistencia en verano proveniente del pasto natural.

L16: $X_{lacvpm} \geq b_{lacvpm}$: Restricción de autoconsumo, se refiere a la cantidad mínima de leche para subsistencia en verano proveniente del pasto mejorado.

L17: $X_{cacpn} \geq b_{cacpn}$: Restricción de autoconsumo, se refiere a la cantidad mínima de carne para subsistencia en el año proveniente del pasto natural.

L18: $X_{cacpm} \geq b_{cacpm}$: Restricción de autoconsumo, se refiere a la cantidad mínima de carne para subsistencia en el año proveniente del pasto mejorado.

L19: $X_{ltipn}, X_{ltipm}, X_{ltvpn}, X_{ltvpm}, X_{ctpn}, X_{ctpm} \geq 0$: Condiciones de no negatividad.

3.2.4.4 Escenarios para el modelo

Para representar los aspectos más importantes que pueden incidir en las retribuciones de los sistemas productivos de la región y en las variables de decisión de los productores, se desarrollaron tres grupos de escenarios por tipo de cluster: A) Escenario base, B) Simulaciones con aspectos de mercado (precios) C) Simulaciones con aspectos tecnológicos.

Además, cabe resaltar que el modelo puede ser utilizado para representar el impacto de políticas, factores externos, y aspectos cognoscitivos (como la capacidad empresarial) que inciden directamente en los ingresos y el nivel de producción de las fincas.

A) Escenario base

Se realizó un escenario base para cada cluster, con el propósito de maximizar el ingreso efectivo de los productores bajo las actuales condiciones de manejo de las fincas. Por lo que fue necesario calcular los coeficientes de la función objetivo e insumo- producto en base a los datos técnico- productivos recopilados de los registros económicos y entrevistas semiestructuradas.

B) Simulaciones con aspectos de mercado

Esta simulación se basó en variaciones en los coeficientes de la función objetivo, ya que se incrementó el precio por litro de leche y kilogramo de carne según proyecciones realizadas por la industria lechera de la región.

C) Simulaciones con aspectos tecnológicos

Para realizar la simulación se aumentó progresivamente la carga animal según el óptimo para cada tipo de pastura (natural y mejorada), con la misma superficie expresada en el modelo base para cada caso de los tres clusters. Igualmente los datos de productividad de leche y carne se incrementaron según datos de literatura. Así, se incurrió en modificaciones de los coeficientes técnicos para la producción de leche y carne.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 FORMACIÓN DE CLUSTERS

Utilizando las variables descritas en la sección metodológica, se procedió a realizar un primer análisis de conglomerados aplicado solamente a la base de datos depurada de 57 encuestas del Proyecto CATIE/ Noruega, esto con el objetivo de analizar en primera instancia que variables eran significativas, que grupos surgieron y si tenían sentido. Así resultaron cuatro grupos, pero no fueron debidamente caracterizados ya que se esperaba observar que ocurría al incluir el total de la base de datos de 85 encuestas.

En el segundo análisis de conglomerados si se incluyó la información de las 85 encuestas, pero se separó la base de datos entre los finqueros que vendían su producto al mercado de leche fría o industrial y al mercado de leche caliente o artesanal, ya que entre ambos mercados existen diferencias de acceso y precios de compra por litro de leche, lo que redundaba directamente en los márgenes de retribución de cada tipo de productor.

Dentro de cada base de datos se formaron dos grupos, teniendo un total de cuatro, pero también se decidió no caracterizarlos por que se podría incurrir en un sesgo de entrada al segregar los grupos como si se conocieran las diferencias tecnológicas entre ellos (manejo, producción, etc.). Además de esta forma no se podrían comparar las diferencias de costos entre los clusters de finqueros que venden a los dos tipos de mercado.

Finalmente, y para determinar las diferencias, técnicas y económicas, entre los productores que venden al mercado de leche fría o industrial y al mercado de leche caliente o artesanal, se agregó a la base de datos una nueva variable cualitativa dicotómica que definió la pertenencia a cada uno de estos nichos comerciales. De esta forma, se procedió a realizar el análisis de conglomerados, el cual tuvo como resultado la formación de tres grupos.

Al observar el dendograma (Anexo 6a), se aprecia que hay dos grandes grupos y que al dividir el grupo mayor se obtienen tres grupos. Esto se pudo confirmar al realizar el ANDEVA para tres grupos, ya que el grupo que se separa del mayor es diferente al que pertenecía, ratificándose en la Prueba de Duncan donde se encontraron variables que lograron que los tres grupos fueran diferentes (Anexo 6b).

4.2 DESCRIPCIÓN DE LOS CLUSTERS

Una vez definidos los tres clusters se procedió a caracterizarlos a través del uso de la estadística descriptiva para las variables cuantitativas, y la Prueba de Chi Cuadrado para las variables cualitativas.

Cabe destacar que los sistemas analizados pertenecen al trópico húmedo (TH) y que prácticamente en su totalidad son de doble propósito, donde las razas de ganado que prevalecen son las cruzadas entre Holstein/ Brahman y Pardo/ Brahman, existiendo casos donde mantienen razas puras como Holstein y Pardo.

4.2.1 Caracterización del cluster 1

Como producto de la caracterización se identificó un primer grupo o cluster conformado por 39 fincas que cuentan con un tamaño promedio de 40 ha, y una producción promedio de leche de aproximadamente 42 lts/finca/día en la época lluviosa o invierno y 38 lts/finca/día en la época seca o verano, lo que en términos unitarios significan rendimientos de casi 5 litros/vaca/día y 4 litros/vaca/día para la época lluviosa y seca respectivamente (Cuadro 3).

Cuadro 3: Estadística descriptiva cluster 1

Variable	N	Media	D.E.	Var.	C.V.	Min.	Max.
Edad	39	47,64	15,05	226,55	31,59	22,00	79,00
Tamaño de finca (ha)	39	39,92	29,77	886,34	74,57	3,00	105,00
Producción de leche Inv. (lts)	39	42,23	23,92	571,97	56,63	9,00	100,00
Vacas ordeñadas Inv.	39	9,10	4,86	23,62	53,39	2,00	22,00
Producción de leche Ver. (lts)	39	38,21	27,06	732,06	70,82	7,00	110,00
Vacas ordeñadas Ver.	39	9,08	5,29	28,02	58,32	2,00	22,00
Unidades animales	39	25,41	18,10	327,77	71,24	4,50	73,00
Carga animal	39	0,94	0,87	0,76	92,28	0,15	3,55

Según estos datos, esta finca puede considerarse como mediana, ya que el INFOAGRO (2005) establece que los productores pecuarios en Honduras se encuentran clasificados de la siguiente forma: los pequeños poseen menos de 5 ha, los medianos entre 5 y 50 ha, y los grandes más de 50 ha.

Por otro lado, este grupo presenta en promedio 25 unidades animales (UA) y aproximadamente 1 UA/ha de carga animal (CA) (Cuadro 3), esto significa que el área de las fincas no es utilizada en su totalidad para el funcionamiento del sistema o que no se está maximizando el uso del área con pasturas para obtener una mayor productividad.

Además, este grupo vende el 100% de sus productos lácteos (queso, mantequilla y leche) a un mercado de leche artesanal o caliente (Cuadro 4), o sea que no entregan producto a las plantas industriales y a los CRELs, remitiéndose a vender sus productos procesados a mercados locales y/o vender la leche fluida a queseros del área local percibiendo un menor y muy variante precio de venta según sea la época del año, pero sin incurrir en costos para mantener los estándares de calidad exigidos por un mercado industrial. No obstante, esto no significa que estos productores no desean participar en el mercado industrial ya que se tendrían que analizar otros factores como accesibilidad y retribuciones por la actividad de doble propósito.

Ahora bien, analizando los datos productivos y de mercado, este cluster muestra un rendimiento promedio de 368,75 lts de leche/ha/año, lo que coincide con los resultados encontrados por Avendaño y Merino (2002), los cuales indican que las fincas que entregan leche al sector artesanal en la región tienen rendimientos por debajo de los 574 lts de leche/ha/año.

En términos de uso de insumos externos, que implican un nivel tecnológico en el manejo de las pasturas, este grupo se caracteriza por usar en su mayoría agroquímicos para el control de malezas y poco fertilizante químico para mejorar la productividad del área con pastos (Cuadro 4), por lo que sería recomendable realizar análisis futuros de adopción de tecnologías para entender las razones de estos resultados.

De esta forma, y después de analizar los resultados estadísticos y realizar giras y/o entrevistas a las fincas en cuestión, se denominó a este grupo como: Fincas de doble propósito de medianos productores con sistemas semi intensivos, pertenecientes a un mercado de leche caliente o artesanal.

Cuadro 4: Prueba de Chi Cuadrado para las variables cualitativas cluster 1

Variable	0 (%)*	1(%) **
Tipo de Mercado	100	0
Control de malezas químico	15	85
Uso de fertilizantes químicos	82,5	17,5

*Indica si el mercado es de leche caliente o el no uso de químicos

** Indica si el mercado es de leche fría o el uso de químicos

4.2.2 Caracterización del cluster 2

Este segundo grupo o cluster quedó también conformado por 39 fincas pero con un tamaño medio de 114 ha y una producción promedio de leche de 110 lts/finca/día en la época lluviosa y 99 lts/finca/día en la época seca, lo que representa una producción aproximada de 5 lts/vaca/día tanto en la época lluviosa como en la época seca. Estos resultados muestran que a nivel de productividad no hay diferencias entre el grupo 1 y 2, confirmándose al analizar que aunque el presente grupo muestra una mayor cantidad de unidades animales (60) se mantiene una carga animal de 1 UA/ha (Cuadro 5), lo que refleja el mismo problema de falta de maximización del uso del área de la finca para la actividad de doble propósito.

Cuadro 5: Estadística descriptiva cluster 2

Variable	N	Media	D.E.	Var.	C.V.	Min.	Max.
Edad	39	46,59	16,49	271,88	35,39	21,00	80,00
Tamaño de finca (ha)	39	114,36	74,46	5544,24	65,11	12,00	300,00
Producción de leche Inv. (lts)	39	109,69	46,01	2116,59	41,94	25,00	190,00
Vacas ordeñadas Inv.	39	21,74	9,92	98,46	45,63	5,00	44,00
Producción de leche Ver. (lts)	39	99,05	48,96	2396,68	49,42	20,00	200,00
Vacas ordeñadas Ver.	39	19,26	8,57	73,41	44,49	5,00	40,00
Unidades animales	39	59,67	27,52	757,23	46,12	14,75	120,75
Carga animal	39	0,91	0,85	0,72	93,44	0,05	3,20

Además, este grupo tiende en sus dos terceras partes a vender su producción a un mercado de leche fría o industrial, por lo que podría considerarse como un grupo de transición entre los dos tipos de mercados (artesanal e industrial) o simplemente una agrupación de productores con un nivel tecnológico similar.

Al analizar la información productiva de este cluster se observa un rendimiento de 334.13 lts de leche/ha/año, resultado que no coincide en su totalidad con el estudio del IICA (2003) donde muestra que las fincas que pertenecen al sector industrial presentan mayor rendimiento por área que las fincas del sector artesanal, pero hay que considerar que este grupo es una mezcla de productores de ambos mercados y que no se cuenta con el área efectiva de pasturas que utiliza este grupo, lo cual puede influir significativamente en los resultados.

Por otro lado, en relación al nivel de uso de insumos externos, este grupo presenta las mismas particularidades del grupo 1, ya que casi en su totalidad usa agroquímicos para el control de malezas y en sus dos terceras partes tiende a no usar fertilizantes químicos para el manejo de las pasturas (Cuadro 6).

De esta forma, este grupo no presenta diferencias significativas al grupo 1 en cuanto al nivel de productividad ni uso de insumos externos, mostrándose diferencias únicamente en la cantidad de los factores de producción (área, tamaño del hato) y en la predominancia de productores pertenecientes a un mercado de leche industrial. Diferencias más claras se reflejarán más adelante al analizar a profundidad los estudios de caso seleccionados en cada grupo.

Finalmente, por todas las características antes mencionadas y las observaciones de campo realizadas a este grupo se le denominó: Fincas de doble propósito de grandes productores con sistemas semi intensivos, con tendencia a un mercado de leche fría o industrial.

Cuadro 6: Prueba de Chi Cuadrado para las variables cualitativas cluster 1

Variable	0 (%)*	1(%) **
Tipo de Mercado	36	64
Control de malezas químico	5	95
Uso de fertilizantes químicos	69	31

*Indica si el mercado es de leche caliente o el no uso de químicos

** Indica si el mercado es de leche fría o el uso de químicos

4.2.3 Caracterización del cluster 3

Este cluster es el más pequeño de todos ya que quedó integrado por 7 fincas de un tamaño medio de 128 ha, las cuales revelan una producción promedio de leche de 342 lts/finca/día en la época lluviosa y 207 lts/finca/día en la época seca (Cuadro 7).

El rendimiento unitario de este grupo es de 6 litros/vaca/día en la época lluviosa y 5,5 litros/vaca/día en la época seca, lo que muestra que entre este grupo y los dos anteriores si existe una diferencia inicial en cuanto al nivel de productividad de las fincas, característica que también se observa con el dato de carga animal de 1,7 UA/ha (Cuadro 7).

Las conclusiones anteriores se reafirman al establecer que este grupo cuenta con una producción de 833.82 lts de leche/ha/año, ratificando que efectivamente estas fincas presentan un mayor nivel de intensificación que las fincas del grupo 1 y 2. Información respaldada por los datos de Avendaño y Merino (2002) los cuales indican que las fincas que tienen mayores rendimientos por hectárea son las que producen alrededor de los 400 lts de leche/día.

Cuadro 7: Estadística descriptiva cluster 3

Variable	N	Media	D.E.	Var.	C.V.	Min.	Max.
Edad	7	53,43	16,33	266,62	30,56	30,00	72,00
Tamaño de finca (ha)	7	128,29	88,65	7858,90	69,10	45,00	298,00
Producción de leche Inv. (lts)	7	342,14	120,48	14515,48	35,21	200,00	500,00
Vacas ordeñadas Inv.	7	58,00	14,42	208,00	24,87	40,00	86,00
Producción de leche Ver. (lts)	7	207,14	91,60	8390,48	44,22	100,00	350,00
Vacas ordeñadas Ver.	7	38,57	10,69	114,29	27,72	30,00	60,00
Unidades animales	7	165,21	35,11	1232,74	21,25	124,50	222,30
Carga animal	7	1,73	0,84	0,71	48,64	0,75	2,77

Además, este grupo, al igual que el grupo 2, está integrado por productores que entregan leche tanto al mercado de leche fría o industrial como al mercado de leche artesanal o caliente (Cuadro 8). Esto reafirma que el nivel de producción no es un factor determinante para pertenecer o no a un mercado de leche fría o industrial, por lo que deberían analizarse nuevas variables, como se mencionó en el análisis del grupo 1, que influyan en este proceso de transformación de mercados como lo son el acceso físico a las plantas

industriales y a los CRELs, la disposición de pertenecer a estas nuevas agrupaciones llevando estrictos controles de calidad, y las retribuciones de participar en este tipo de mercado. Cabe indicar que las variables mencionadas fueron las percibidas después de realizar las visitas y entrevistas a los productores y fincas objeto de estudio.

Por otro lado, este grupo se caracteriza por realizar en su totalidad un control de malezas químico y por no utilizar, en su mayoría, fertilizantes en las pasturas (Cuadro 8), lo que demuestra que, tanto en este grupo como en los anteriores, existe una marcada tendencia a utilizar agroquímicos para el control de malezas pero poco incentivo para fertilizar los pastos, por lo que, hasta este punto del análisis, se puede inferir que en la región objeto de estudio hay un nivel medio de uso de insumos externos sin importar la cantidad y tamaño de los factores de producción que posea el finquero.

Cuadro 8: Prueba de Chi Cuadrado para las variables cualitativas cluster 3

Variable	0 (%)*	1(%) **
Tipo de Mercado	43	57
Control de malezas químico	0	100
Uso de fertilizantes químicos	86	14

*Indica si el mercado es de leche caliente o el no uso de químicos

** Indica si el mercado es de leche fría o el uso de químicos

Por tales razones, este grupo fue denominado: Fincas de doble propósito de grandes productores con sistemas intensivos, con tendencia a un mercado de leche fría o industrial.

4.3 ANÁLISIS ECONÓMICO- FINANCIERO

4.3.1 Estructura de costos

Como resultado del seguimiento realizado a los estudios de caso seleccionados por cada cluster o grupo con entrevistas semi-estructuradas, giras de campo y sobre todo el uso de registros de costos por un período de 4 meses (Marzo a Junio), se logró construir una estructura de costos representativa de los sistemas de doble propósito del área objeto de estudio.

4.3.1.1 Estructura de costos para el cluster 1

La estructura de costos para este grupo (Anexo 7) muestra que el total de los costos de producción fue de \$ 4.367,57 (\$3.269,39 para leche y \$1.098,18 para carne), de los cuales el 78,32% corresponde a los costos efectivos y el 21,68% a los no efectivos; destacándose que los costos efectivos están conformados en un 50% por los costos variables y 50% por los costos fijos (Cuadro 9).

Dentro de los costos variables los rubros que mayor peso mostraron fueron la mano de obra temporal (30,31%), las herramientas y materiales (27,39%) y los alimentos, suplementos y minerales (16,52%); el restante 25,78% del costo variable se distribuyó entre los rubros de manejo de pastos y sanidad animal, como se observa no existen costos por transporte de leche pero resulta lógico en este caso ya que al pertenecer a un mercado de leche artesanal o caliente el quesero comprador pasa por la finca a recolectar el producto (Cuadro 9).

Cuadro 9: Estructura de costos para la finca de leche caliente del cluster 1

Rubro	Monto	%
Costos efectivos:	\$3.420,80	78,32%
Costos variables:	\$1.720,64	50,30%
Alimentos, suplementos y minerales	\$284,19	16,52%
Manejo de pastos	\$228,14	13,26%
Sanidad animal	\$215,64	12,53%
Mano de obra externa temporal	\$521,46	30,31%
Herramientas y materiales	\$471,21	27,39%
Transporte	\$0,00	0,00%
Gastos de operación del CREL	\$0,00	0,00%
Costos fijos:	\$1.700,16	49,70%
Mano de obra externa fija	\$1.564,37	92,01%
Administración	\$0,00	0,00%
Bienes y servicios	\$0,00	0,00%
Cargas Sociales (impuestos)	\$27,16	1,60%
Mantenimiento (infraestructura productiva)	\$108,64	6,39%
Costos no efectivos:	\$946,77	21,68%
Mano de obra familiar no remunerada	\$782,18	82,62%
Depreciación (infraestructura y maquinaria)	\$164,58	17,38%

Por otro lado, el rubro más importante del costo fijo fue la mano de obra fija (92%) y el restante 8% se distribuyó entre los rubros de cargas sociales y mantenimiento. En cuanto a los costos no efectivos el 82,62% corresponde a la mano de obra familiar y el 17,38% a depreciaciones (Cuadro 9).

Estos resultados coinciden con el estudio “Análisis de la Cadena de Productos Lácteos en Honduras” desarrollado por el IICA (2003), donde se establece, en el caso de los productores que entregan la leche al sector artesanal, que el mayor porcentaje de los costos de producción es absorbido por la mano de obra y es seguido por la alimentación del ganado.

Estudios más generales, como el de Merino y Ávila (2001), concluyen con las mismas afirmaciones, ya que mencionan que en el litoral atlántico de Honduras el mayor costo de producción es la mano de obra (29.4%), seguido por los gastos en alimentación (25%).

Ahora bien, si se considera que esta finca tiene 9 vacas en promedio en ordeño durante todo el año con una producción promedio de 4,8 lts/vaca/día, lo que equivale a 43 lts/finca/día que pagados a \$ 0,22 por litro da un ingreso efectivo diario de \$ 9,5; y por otro lado, si el costo anual de producción de leche es de \$ 3.269,39 equivalente a \$ 9,0 por día, se puede determinar que este tipo de finca cubre el total de los costos diarios obteniendo un margen de ganancia de \$ 0,50. Estos resultados dan las primeras señales que la ganancia real de los sistemas de doble propósito para este tipo de fincas se encuentra en la producción y venta de carne.

4.3.1.2 Estructura de costos para el cluster 2

Debido a que en el cluster 2 existen productores que entregan leche a un mercado de leche fría o industrial y a uno de caliente o artesanal, se decidió analizar la estructura de costos de dos estudios de caso, uno para cada tipo de mercado (Anexo 8).

En el caso donde se entrega leche al mercado de leche caliente o artesanal el costo anual total de producción fue de \$8.617,35 (\$6.666,13 para leche y \$1.951,22 para carne), donde el 77,97% corresponde a los costos efectivos y el 22,03% a los no efectivos. Por otro lado, el caso que entrega leche al mercado de leche fría o industrial presentó un costo anual total de producción de \$8.305,17 (\$6.938,91 para leche y \$1.366,26 para carne), donde el 64,15% corresponde a los costos efectivos y el 35,85% a los no efectivos (Cuadro 10).

Cuadro 10: Estructura de costos para fincas de leche caliente y fría en el cluster 2

Rubro	LC		LF	
	Monto	%	Monto	%
Costos efectivos:	\$6.718,74	77,97%	\$5.327,80	64,15%
Costos variables:	\$5.264,10	78,35%	\$3.040,13	57,06%
Alimentos, suplementos y minerales	\$1,062,79	20,19%	\$488,86	16,08%
Manejo de pastos	\$228,14	4,33%	\$483,43	15,90%
Sanidad animal	\$577,95	10,98%	\$264,80	8,71%
Mano de obra externa temporal	\$1.955,46	37,15%	\$586,64	19,30%
Herramientas y materiales	\$918,31	17,44%	\$529,77	17,43%
Transporte	\$521,46	9,91%	\$236,61	7,78%
Gastos de operación del CREL	\$0,00	0,00%	\$450,02	14,80%
Costos fijos:	\$1.454,64	21,65%	\$2.287,67	42,94%
Mano de obra externa fija	\$0,00	0,00%	\$0,00	0,00%
Administración	\$782,18	53,77%	\$782,18	34,19%
Bienes y servicios	\$0,00	0,00%	\$862,36	37,70%
Cargas Sociales (impuestos)	\$47,80	3,29%	\$99,95	4,37%
Mantenimiento (infraestructura productiva)	\$624,66	42,94%	\$543,18	23,74%
Costos no efectivos:	\$1.898,61	22,03%	\$2.977,37	35,85%
Mano de obra familiar no remunerada	\$1.564,37	82,40%	\$2.346,55	78,81%
Depreciación (infraestructura y maquinaria)	\$334,24	17,60%	\$630,82	21,19%

De esta forma, la finca que pertenece al mercado caliente o artesanal tiene 30 vacas en promedio en ordeño durante todo el año con una producción promedio de 4,7 lts/vaca/día, lo que equivale a 141 lts/finca/día que pagados a \$ 0.22 por litro da un ingreso efectivo diario de \$ 31,00; en contraste, el costo anual de producción de leche de esta finca es de \$6.666,13 equivalente a \$ 18,28 por día, lo que determina que este tipo de finca cubre el total de los costos diarios obteniendo un margen de ganancia de \$ 12,72. Esto demuestra que en este caso si es rentable la producción de leche sin apalancarse en la producción de carne, la cual sería una entrada adicional.

Paralelamente, la finca del mercado frío o industrial tiene en promedio 17,5 vacas en ordeño por año, con una producción promedio de 4,9 lts/vaca/día, equivalente a 85,75 lts/finca/día que pagados a \$ 0,29 por litro da un ingreso efectivo diario de \$ 24,87; y por otro lado, si el costo anual de producción de leche es \$6.938,91 semejante a \$ 19,0 por día, se establece que esta finca también cubre el total de los costos diarios obteniendo un margen de ganancia de \$ 5,87. Como se observa en los datos, a pesar que esta finca tiene casi la mitad de vacas que la finca del mercado caliente o artesanal cubre todos los costos diarios, por lo que resulta ser una ventaja pertenecer a los CRELs que aunque por el manejo

incrementan los costos de producción, brindan seguridad de mercado y un mejor precio por litro de leche. Información respaldada por las visitas de campo.

Al analizar la información anterior se podría pensar que la finca de leche caliente es más rentable, pero para concluir esto se deben comparar los datos en un formato estandar. Por lo que en el caso de la finca de leche caliente se estimó una productividad de 573,03 litros/ha/año lo que a un precio de \$ 0,22 por litro de leche proporciona \$ 126,06 de ingreso/ha/año; y si la finca presenta un costo/ha/año de \$ 74,90 significa que la ganancia/ha/año es de \$ 51,16. En contraste, la finca de leche fría presentó una productividad de 528,81 litros/ha/año que a un precio de \$ 0,29 por litro de leche equivale a \$ 153,35 de ingreso/ha/año; y si el costo/ha/año fue de \$ 117,61 se obtiene una ganancia/ha/año de \$ 35,74.

Los resultados anteriores coinciden en parte con las estimaciones de Avendaño y Merino (2002), donde establecen que las categorías de productores que entregan leche al sector industrial tienen mayores costos por área que las que venden al sector artesanal. En cuanto al aspecto de productividad existe una discrepancia, ya que también se considera que las fincas de leche caliente presentan menores litros por hectárea por año que las fincas de leche fría, pero se debe considerar que existen otros factores que influyen en los resultados como el hecho que la finca de leche caliente presenta mejores variedades de pastos. Aun así, hasta el momento no se podía concluir que la finca de leche caliente es más eficiente por unidad de área, ya que la estructura de costos fijos de ambas fincas es muy diferente y para determinar eficiencia deben tomarse en cuenta solamente los costos de producción, lo cual se analizó en el apartado de índices económicos- financieros.

4.3.1.3 Estructura de costos para el cluster 3

Al igual que en el cluster 2 en este grupo existen productores que entregan leche a un mercado de leche fría o industrial y a uno de caliente o artesanal, por lo que se decidió analizar la estructura de costos por tipo de mercado (Anexo 9).

En general, y en términos porcentuales, la estructura de costos para cada finca es muy diferente, específicamente en cuanto a los rubros de alimentos, suplementos y minerales (18,84% para leche caliente y 44,80% para leche fría), a la mano de obra externa fija

(82,88% para leche caliente y 39,61% para leche fría), y a la mano de obra familiar no remunerada (82,03% para leche caliente y 0,00% para leche fría) (Cuadro 11).

Como lo indica el IICA (2003), estos resultados son previsibles ya que se espera que las fincas industriales den más alimento por vaca que las artesanales, ya que reciben un precio de leche más alto y generalmente tienen vacas con mayor genética que responden mejor a aumentos del rendimiento por la alimentación

Cuadro 11. Estructura de costos para fincas de leche caliente y fría en el cluster 3

Rubro	LC		LF	
	Monto	%	Monto	%
Costos efectivos:	\$14.237,70	83,27%	\$24.381,48	97,22%
Costos variables:	\$7.316,46	51,39%	\$11.876,10	48,71%
Alimentos, suplementos y minerales	\$1.378,60	18,84%	\$5.321,02	44,80%
Manejo de pastos	\$994,02	13,59%	\$888,10	7,48%
Sanidad animal	\$2.690,66	36,78%	\$1.522,00	12,82%
Mano de obra externa temporal	\$0,00	0,00%	\$0,00	0,00%
Herramientas y materiales	\$1.601,36	21,89%	\$1.016,24	8,56%
Transporte	\$651,82	8,91%	\$1.564,37	13,17%
Gastos de operación del CREL	\$0,00	0,00%	\$1.564,37	13,17%
Costos fijos:	\$6.921,24	48,61%	\$12.505,38	51,29%
Mano de obra externa fija	\$5.736,01	82,88%	\$4.953,83	39,61%
Administración	\$0,00	0,00%	\$6.518,20	52,12%
Bienes y servicios	\$479,09	6,92%	\$164,26	1,31%
Cargas Sociales	\$135,80	1,96%	\$108,64	0,87%
Mantenimiento	\$570,34	8,24%	\$760,46	6,08%
Costos no efectivos:	\$2.860,67	16,73%	\$696,18	2,78%
Mano de obra familiar no remunerada	\$2.346,55	82,03%	\$0,00	0,00%
Depreciación	\$514,12	17,97%	\$696,18	100,00%

Los costos totales anuales de producción para cada finca son de \$17.098,37 (\$14.423,58 para leche y \$2.674,79 para carne) para la finca del mercado de leche caliente o artesanal y \$25.077,66 (\$20.451,99 para leche y \$4.625,67 para carne) para la finca del mercado de leche fría o industrial, aunque esto depende del volumen de producción por finca ya que en el primer caso hay una producción diaria de 229,5 lts/finca/día (37,5 vacas en ordeño por día y 6,12 lts/vaca/día en promedio) y en el segundo 260,5 lts/finca/día (50 vacas en ordeño por día y 5,21 lts/vaca/día en promedio).

Por otro lado, si se considera que el mercado de leche caliente o artesanal paga \$ 0,22 por litro de leche y el mercado de leche fría o industrial paga \$ 0,29, en el primer caso la finca

cubre su costo de producción de leche diario (\$ 39,5) obteniendo un margen de ganancia neto por día de \$ 11; mientras que en el segundo la finca cubre su costo total de producción de leche diario (\$ 56,0) obteniendo un margen de ganancia neto por día de \$ 19,55.

Ahora bien, en términos de productividad se puede establecer que la finca de leche caliente presenta 1.225,71 litros/ha/año lo que a un precio de \$ 0,22 por litro de leche se traduce en \$ 269,65 de ingreso/ha/año; y si la finca presenta un costo/ha/año de \$ 206,05 significa que la ganancia/ha/año es de \$ 63,6. En oposición, la finca de leche fría presenta una productividad de 1.245,00 litros/ha/año que a un precio de \$ 0,29 por litro de leche equivale a \$ 361,05 de ingreso/ha/año; y si el costo/ha/año fue de \$ 255,64 se obtiene una ganancia/ha/año de \$ 105,41.

En base a los resultados anteriores se puede establecer, para este grupo, que los finqueros que entregan leche a los CRELs son más competitivos frente a los que dependen de un mercado caliente o artesanal. Información avalada por Avendaño y Merino (2002) los cuales mencionan que la categoría de ganaderos que venden al sector industrial obtienen en promedio una mayor rentabilidad que las que venden al sector artesanal, específicamente las fincas con una producción diaria mayor a los 200 litros presentan mejores retribuciones.

4.3.2 Índices económicos- financieros

4.3.2.1 Margen bruto

En la presente investigación se utilizó el Margen Bruto (MB) para comparar las diferencias en el nivel de eficiencia económica entre las fincas de los clusters objetos de estudio. Específicamente, y tal como lo recomienda Wadsworth (1997), este indicador ayuda a conocer la eficacia en la utilización de los costos variables; lo que en otras palabras significa que permitió conocer como la producción paga los costos de operación de la finca. Asimismo, el valor del MB se expresó en relación a la unidad de producción MB/ha para eliminar el efecto inducido por las diferencias en el tamaño de las fincas.

Cabe mencionar que un factor determinante en cuanto al valor del MB es el monto de la producción bruta de cada finca, ya que el nivel de producción incide directamente en los resultados del análisis de este indicador, para tal caso las fincas con una mejor cuantía

productiva son la del mercado de leche fría o industrial del cluster 3 (\$43.937,64), la del mercado de leche caliente o artesanal del mismo cluster (\$24.911,46) y también la del mercado caliente o artesanal pero del cluster 2 (\$17.419,88) (Cuadro 12).

De esta forma, la finca del mercado frío o industrial del cluster 3 representó la empresa con mayor posición de la zona para pagar sus costos de operación por área total de la finca y área en pasturas, por lo que puede servir de base para comparar los resultados de las otras fincas y mejorar su manejo (Cuadro 12).

Cuadro 12. Producción bruta, costos variables y margen bruto por cluster y tipo de finca

Descripción	Cluster 1		Cluster 2		Cluster 3	
	LC	LC	LF	LC	LF	
Producción bruta (PB)	\$5.777,29	\$17.419,88	\$12.679,20	\$24.911,46	\$43.937,64	
Costos variables (CV):						
Alim., sup. y min.	\$284,19	\$1.062,79	\$488,86	\$1.378,60	\$5.321,02	
Manejo de pastos	\$228,14	\$228,14	\$483,43	\$994,02	\$888,10	
Sanidad animal	\$215,64	\$577,95	\$264,80	\$2.690,66	\$1.522,00	
M.O. temporal	\$521,46	\$1.955,46	\$586,64	\$0,00	\$0,00	
Herramientas y mat.	\$471,21	\$918,31	\$529,77	\$1.601,36	\$1.016,24	
Transporte	\$0,00	\$521,46	\$236,61	\$651,82	\$1.564,37	
Gastos oper. CREL	\$0,00	\$0,00	\$450,02	\$0,00	\$1.564,37	
Totales	\$1.720,64	\$5.264,10	\$3.040,13	\$7.316,46	\$11.876,10	
Área con pasturas	40 ha	116 ha	67 ha	80 ha	110 ha	
Área total de la finca	57 ha	160 ha	77 ha	112 ha	150 ha	
Margen bruto (MB)	\$4.056,65	\$12.155,78	\$9.639,07	\$17.595,00	\$32.061,54	
MB/ ha utilizada	\$101,42	\$104,79	\$143,87	\$219,94	\$291,47	
MB/ área total	\$71,17	\$75,97	\$125,18	\$157,10	\$213,74	
Relación PB/CV	3:1	3:1	4:1	3:1	4:1	

- **Finca del mercado de leche caliente del cluster 1:**

Los resultados de esta finca son los esperados, ya que si bien su nivel de producción es muy bajo, sus costos variables están acorde con su sistema de explotación.

Ahora bien, para tratar de hacer esta finca más eficiente sería recomendable mantener el nivel existente de los costos, pero mejorando el manejo del hato (rotaciones, dosis de alimentos, sincronizaciones, % de parición, etc.) para incrementar la producción de leche y carne. Además podría mantener el mismo nivel productivo pero utilizando de forma

más eficaz la mano de obra temporal y el uso de herramientas y materiales que son los rubros con mayor valor dentro de los costos variables.

- **Finca del mercado de leche caliente del cluster 2:**

Esta finca presenta similares proporciones para pagar sus costos de producción que la finca del cluster 1, por lo que queda claro que a nivel de eficiencia económica estas fincas son muy similares.

Pero esta finca podría ser más eficiente si optimizara el uso de insumos externos para el manejo de los pastos, y el uso de la mano de obra temporal para el manejo general de la finca, pensando en este último rubro como el de mayor peso en la estructura de los costos variables.

- **Finca del mercado de leche fría del cluster 2:**

Esta finca presentó una producción bruta inferior a la finca del mercado de leche caliente o artesanal de su mismo cluster, pero al observar que sus costos variables resultaron más bajos que dicha finca se redundó en una mejor eficiencia en el pago de sus costos operativos. Además que esta finca recibe un mejor precio por litro de leche al pertenecer al CREL, por lo que obtiene una mejor utilidad y retribución.

Por otro lado, seguramente si esta finca mejorara la alimentación del ganado tendría mejores réditos de la actividad lechera, ya que su nivel de productividad es el mismo que la finca del mercado caliente o artesanal de su cluster sin incurrir en gastos elevados de alimentación, suplementos y minerales.

- **Finca del mercado de leche caliente del cluster 3:**

Esta finca cuenta con la particularidad de usar un ganado con mucho encaste de razas como el Pardo o Holstein, lo que si bien mejora la productividad de la finca también incide en un mayor uso del rubro de sanidad animal ya que se encuentra en una zona no apta para este tipo de ganado; esto se puede observar claramente en la estructura de

los costos variables donde hay un exceso de uso de este rubro. Por lo tanto sería muy recomendable que esta finca mejorara su eficiencia utilizando ganado más criollo.

- **Finca del mercado de leche fría del cluster 3:**

Como se puede observar (Cuadro 12) esta finca es la que obtiene un mayor margen bruto por unidad de área para pagar sus costos operativos, pero a nivel de eficiencia presenta las mismas características de la finca de leche fría del cluster 2, debido a que muestran similares relaciones entre la producción bruta y costos variables.

Por otro lado, esta finca presenta un excesivo gasto en los alimentos, suplementos y minerales; situación que tendría que analizarse a nivel de raciones para mejorar aun más su eficiencia operativa. Asimismo, este sistema presenta un pobre manejo de pasturas, por lo que podría analizarse el uso de mayores insumos externos para mejorar la calidad de los pastos y obtener una mayor productividad por unidad de área.

4.3.2.2 Costo por litro de leche

En promedio se pudo establecer que el costo efectivo por litro de leche para las fincas que pertenecen a un mercado de leche artesanal o caliente es de \$ 0,13, mientras que para las fincas que pertenecen al mercado de leche fría o industrial es de \$ 0,17. Por otro lado, el costo total promedio por litro de leche para las fincas del mercado caliente o artesanal es de \$ 0,16, mientras que para las fincas del mercado frío o industrial es de \$ 0,22 (Cuadro 13). Esto confirma la hipótesis que las fincas que entregan leche a un mercado frío o industrial poseen costos unitarios mayores por ser más intensivas.

Según el IICA (2003), en promedio el costo total por litro de leche para las fincas del trópico húmedo que entregan al sector industrial es de \$ 0,24, mientras que para las fincas de la misma zona que entregan al sector artesanal es de \$ 0,19. Por lo que se puede establecer que los resultados encontrados son los esperados.

Iguamente, Merino y Ávila (2001) encontraron resultados similares, ya que estimaron, a nivel general, un costo por litro de leche para las fincas de la región nororiental del país de \$ 0,19.

Cuadro 13. Estructura de costos para un litro de leche por cluster y tipo de finca

Rubro	Cluster 1		Cluster 2		Cluster 3	
	LC	LC	LF	LC	LF	
Alimentos, supl. y minerales	8,48%	15,94%	5,87%	8,08%	26,02%	
Manejo de pastos	6,98%	3,42%	5,94%	5,51%	4,34%	
Sanidad animal	6,08%	6,91%	3,52%	17,81%	7,44%	
M.O. externa fija	29,85%	0,00%	0,00%	31,27%	17,51%	
M.O. externa temporal	9,95%	19,46%	5,96%	0,00%	0,00%	
Administración	0,00%	11,73%	7,94%	0,00%	20,68%	
Herramientas y materiales	8,99%	9,14%	5,38%	7,37%	3,22%	
Transporte	0,00%	7,82%	3,41%	4,52%	7,65%	
Gastos de operación del CREL	0,00%	0,00%	6,49%	0,00%	7,65%	
Bienes y servicios	0,00%	0,00%	8,75%	3,32%	0,52%	
Cargas Sociales (impuestos)	0,52%	0,48%	1,01%	0,63%	0,34%	
Mantenimiento	2,07%	6,21%	5,51%	2,63%	2,41%	
Depreciación	3,14%	3,33%	6,40%	2,59%	2,21%	
M.O. familiar no remunerada	23,92%	15,56%	33,82%	16,27%	0,00%	
Costo efectivo por litro de leche	\$0,14	\$0,11	\$0,13	\$0,14	\$0,20	
Costo total por litro de leche	\$0,19	\$0,13	\$0,22	\$0,17	\$0,21	

En el caso del cluster 1, que en su totalidad pertenecen a un mercado de leche caliente o artesanal, una conclusión inicial sería que no son tan eficientes por el alto uso de la mano de obra familiar, la cual generalmente no es utilizada a un nivel óptimo debido a su alta disponibilidad.

Al analizar la situación de los productores del mercado de leche caliente o artesanal y frío o industrial del cluster 2, no se observa una diferencia tan clara entre sus costos a excepción de los gastos de operación en que se incurren al pertenecer a un CREL. En cambio, en el cluster 3, que son los productores con una mejor producción diaria, se muestra la tendencia hacia un mayor costo por litro de leche (efectivo y total), lo cual se puede explicar debido a que son fincas más intensivas con mayor uso de insumos como el caso de la alimentación.

Ahora bien, para obtener conclusiones más firmes sobre las diferencias entre los costos por cluster y tipo de mercado, fue necesario realizar análisis de ingresos- costos y utilidades unitarias que mostraron las ganancias reales de los estudios de caso.

En general en el cluster 1, la utilidad total por litro de leche es muy baja (\$ 0,03), y en términos de beneficio/costo por cada Dólar que ingresa al sistema ya establecido (sin tomar en cuenta la inversión inicial), luego de pagar todos los costos, el productor gana \$ 0,16 (Cuadro 14). Esto no significa que estas fincas sean menos productivas o más ineficientes

que el resto, ya que si obtuvieran el precio de leche del mercado frío o industrial (\$ 0,29) tendrían más retribuciones, claro que para este caso se tendrían que tomar en cuenta nuevos costos como el caso del transporte y gastos de operación del CREL los que, en todo caso, no tienen un peso tan determinante en la estructura de costos de los casos de leche fría o industrial.

Cuadro 14. Costos totales e ingresos por litro de leche por cluster y tipo de finca

Rubro	Cluster 1		Cluster 2		Cluster 3	
	LC	LC	LF	LC	LF	
Precio medio por litro de leche	\$0,22	\$0,22	\$0,29	\$0,22	\$0,29	
Costo total/ litro de leche	\$0,19	\$0,13	\$0,22	\$0,17	\$0,21	
Utilidad total/ litro de leche	\$0,03	\$0,09	\$0,07	\$0,05	\$0,08	
Beneficio- Costo/ litro de leche	1.16	1.69	1.32	1.29	1.38	

Por otra parte, en el cluster 2, el costo total por litro de leche para los productores de leche caliente o artesanal (\$ 0,13) tiende a ser menor que para los productores de leche fría o industrial (\$ 0,22), y aunque en el segundo caso se percibe un mejor precio por litro de leche (\$ 0,29 contra \$ 0,22) la utilidad por litro es mayor para el caso caliente o artesanal, que gana \$ 0,69 por cada Dólar que ingresa al sistema ya establecido luego de cubrir todos los costos, contrario al caso frío o industrial que solamente percibe \$ 0,32 por cada Dólar que ingresa al sistema luego de cubrir todos los costos (Cuadro 14).

En realidad, estos resultados no están de acuerdo a lo esperado, ya que se percibía que los productores que pertenecen a los CRELs obtuvieran mejores retribuciones por la actividad lechera, pero cabe recalcar que el estudio de caso del mercado artesanal o caliente utiliza la mitad de mano de obra familiar (15,56% contra 33,82%) que el estudio de caso del mercado frío o industrial, lo que le hace ser más eficiente al momento de utilizar el costo total de producción por litro de leche evaluado a su costo de oportunidad (depreciación y mano de obra familiar) (Cuadro 13).

En el cluster 3, los resultados fueron los esperados ya que los costos por litro de leche fueron ligeramente mayor para el mercado de leche fría o industrial (\$0,21 contra \$0,17) pero también su retribución unitaria fue mayor al obtener un mejor precio por litro de leche, obteniendo una ganancia de \$ 0,38 por cada Dólar utilizado luego de cubrir todos los gastos,

contrario al caso caliente o artesanal que solamente gana \$ 0,29 por cada Dólar que ingresa al sistema luego de cubrir todos los costos (Cuadro 14).

Cuadro 15. Precios y costos totales promedio por litro de leche por cluster

Rubro	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3
Precio medio por litro de leche	\$0,22	\$0,26	\$0,26
Costo total/ litro de leche	\$0,19	\$0,18	\$0,19
Utilidad total/ litro de leche	\$0,03	\$0,08	\$0,07
Beneficio- Costo/ litro de leche	1.16	1.44	1.37

Ahora bien, si se comparan los resultados promedio de cada cluster (Cuadro 15), el número 2 es el que resulta con mejores retribuciones al obtener \$ 0,44 por cada Dólar utilizado luego de pagar los costos totales del sistema, datos por encima del cluster 1 (\$ 0,16) y 3 (\$ 0,37), aunque en comparación con este último la diferencia no es tan amplia. Esto significa, como conclusión inicial, que a nivel de eficiencia económica no hay muchos contrastes entre el cluster 2 y 3.

4.4 CAPACIDAD EMPRESARIAL

Para realizar el análisis se tomó como base el total de los datos de la submuestra, evitando así problemas por poca representatividad de los grupos. Así el modelo de regresión lineal entre la variable respuesta “ingresos” y la variable regresora “capacidad empresarial” quedó definido de la siguiente forma:

$$Y = -33.20 + 3.28X \quad (16)$$

Donde:

Y = Ingresos diarios en Dólares por la actividad lechera

X = Capacidad empresarial

Al analizar estos resultados se determinó que existe una relación lineal entre las variables (Figura 2) y que por cada punto en que se incrementa la capacidad empresarial los ingresos aumentan en \$ 3,28. Además al observar el coeficiente R^2 se verifica estadísticamente que el nivel de capacidad empresarial explica en un 40% los ingresos, por lo que el restante se debe a otros factores (Cuadro 16).

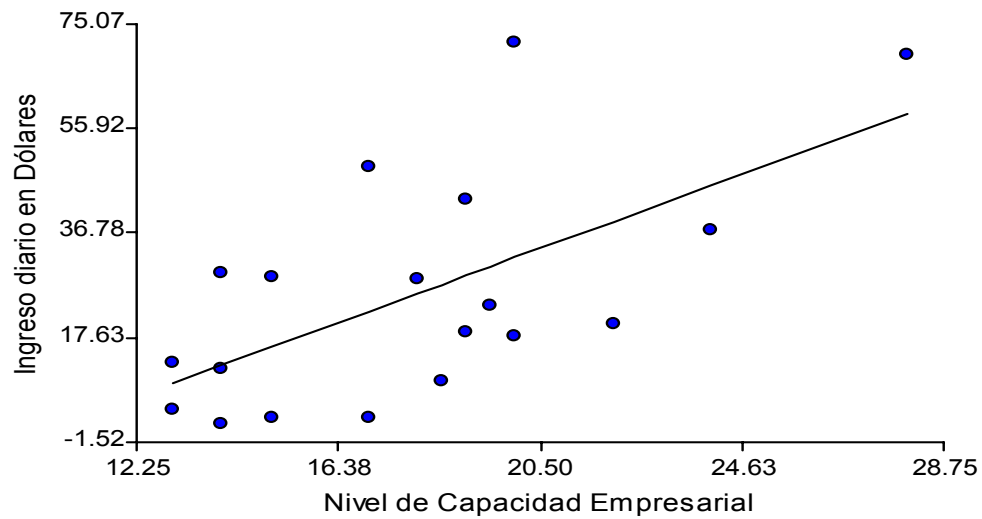


Figura 2: Relación lineal positiva entre los ingresos y la capacidad empresarial

A nivel exploratorio, estos resultados concuerdan con lo mencionado por Olsson (1989) el cual indica que el factor más importante que incide sobre los resultados de una explotación agropecuaria, es el productor y su capacidad de organización y manejo empresarial.

Cuadro 16: Regresión lineal entre ingresos y capacidad empresarial

Coefficiente	Valor	P- valor
Constante	-33,20	0,0877
Nivel de capacidad empresarial	3,28	0,0045
R ²	0,39	-

Por otra parte, al comparar si los productores diferían en su nivel de capacidad empresarial por tipo de mercado (frío o industrial y caliente o artesanal), se pudo establecer que si existían diferencias estadísticamente significativas (Cuadro 17).

Cuadro 17: Análisis de varianza para el tipo de mercado y la capacidad empresarial

Descripción	Pr > F	Observación
Modelo	0,0028	Significativo
Tipo de mercado	0,0028	Significativo

Igualmente, la Prueba de Fisher indicó con un 95% de confianza que si existen diferencias entre los niveles de capacidad empresarial de los productores del mercado de leche fría o industrial y caliente o artesanal (Cuadro 18). Estos resultados son los esperados ya que al ingresar a un CREL se incurre en un proceso de organización y capacitación, lo que da como resultado una mejor planificación, uso y control de los recursos.

Cuadro 18: Prueba de Fisher para el tipo de mercado y la capacidad empresarial

Mercado	Medias	N	Observación*
Frío o industrial	20,81	8	A
Caliente o artesanal	15,77	11	B

* Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Estos resultados implican, tal como lo indican (Comerón et al., 2001), que los bajos niveles de productividad, resultados económicos insuficientes, y alto grado de descapitalización en los productores pecuarios están ligados con el manejo empresarial.

Ahora bien, al analizar si los 3 clusters o grupos diferían en su nivel de capacidad empresarial los resultados del ANDEVA muestran que existen diferencias estadísticamente significativas (Cuadro 19).

Cuadro 19: Análisis de varianza para los clusters y la capacidad empresarial

Descripción	Pr > F	Observación
Modelo	0,0410	Significativo
Cluster	0,0410	Significativo

Además la Prueba de Fisher revela que existen diferencias significativas entre los niveles de capacidad empresarial para los grupos de pequeños y grandes productores, mientras que los medianos no muestran contrastes (Cuadro 20). Estas deducciones también son las esperadas ya que el grupo de los pequeños productores al pertenecer, en su totalidad, al mercado de leche caliente o artesanal manifiestan un menor nivel de capacidad empresarial, mientras que el grupo mediano es una mezcla de productores de los dos tipos de mercado por lo que no se puede establecer claramente su tendencia, y finalmente el grupo de los grandes productores se inclina a tener una mejor capacidad empresarial ya que tienden al mercado de leche fría o industrial.

Cuadro 20: Prueba de Fisher para los clusters y la capacidad empresarial

Cluster	Medias	N	Observación*
1	15,56	8	A
2	18,81	8	A B
3	21,67	3	B

* Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

4.4.1 Frontera de eficiencia

Para los fines del presente estudio la Frontera de Eficiencia (FE) refleja las mejores opciones productivas que se le ofrecen a los finqueros pecuarios objeto de estudio y la necesidad de elegir entre ellas. Es decir, la FE señala el límite entre las combinaciones de bienes y servicios, en este caso producción y capacidad empresarial, que son posible producir y las que no (Figura 3).

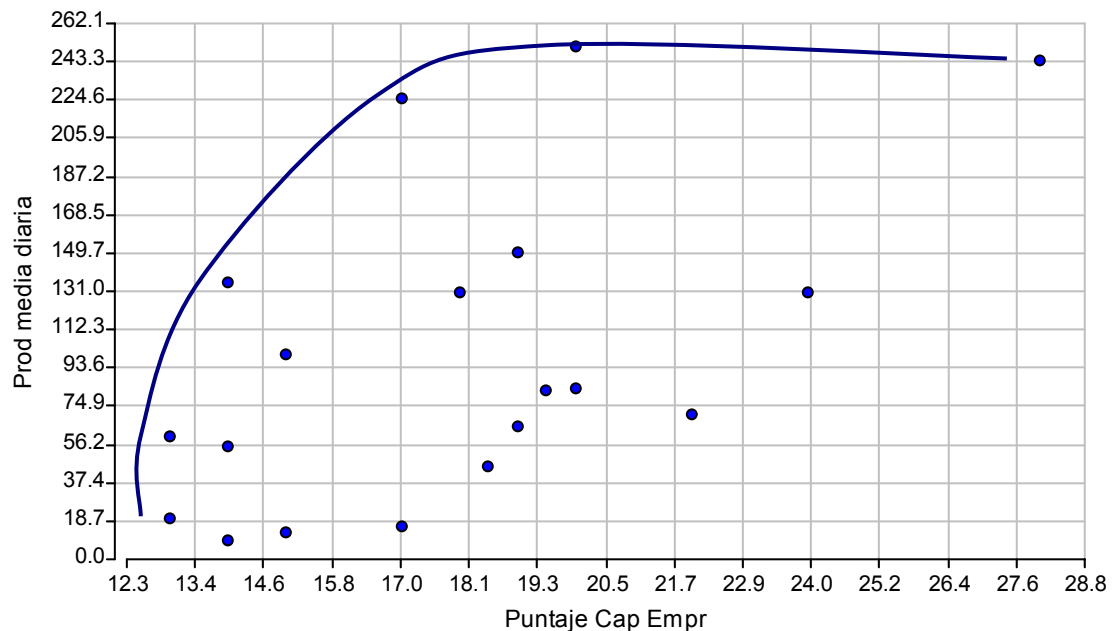


Figura 3: Frontera de eficiencia para finqueros pecuarios

Es así, que cualquier punto situado por debajo de la curva indica que los recursos disponibles no se emplean de la mejor forma posible. La FE muestra la escasez, las posibilidades de elección y también el costo de oportunidad.

En este caso, el sistema pecuario es eficiente, en términos económicos, cuando no se puede incrementar la producción de un bien sin disminuir la de otro. Por otro lado, el avance del conocimiento empresarial genera un desarrollo económico desplazando hacia la derecha la frontera de la curva de posibilidades de producción.

4.5 MODELO DE OPTIMIZACIÓN ECONÓMICA

Una vez comprobado el funcionamiento del presente modelo, se determinó que el mismo permite predecir los potenciales productivos de los sistemas pecuarios de doble propósito bajo distintos tipos de escenarios. Además como lo indica Aguilar (1997), este tipo de modelos permite evaluar técnica y económicamente diferentes alternativas de producción reduciéndose el tiempo de experimentación en el campo.

4.5.1 Escenario base del cluster 1

Para desarrollar el escenario base del presente cluster se analizó la información de una finca de 57 ha, donde actualmente su área con pasturas se distribuye de la siguiente forma: 25 ha de pasto natural y 15 ha de pasto mejorado, en donde 20 ha de pasto natural son dedicadas a la producción de leche y 5 ha del mismo a la producción de carne. Además, el área total de pasto mejorado es utilizada para la producción de leche.

Por otra parte, la finca utiliza animales de doble propósito (Cebú x Pardo x Criollo), con 12 vacas en ordeño diario (4,33 litros/vaca/día) para la época lluviosa y 8 vacas (5,25 litros/vaca/día) para la época seca. Como se observa, este ciclo productivo está compuesto por dos épocas del año donde no solo varía el número de vacas en ordeño y la productividad sino que el precio por litro de leche es diferenciado debido a la inestabilidad del mercado de leche caliente o artesanal.

Para estimar el área, de pasto natural y mejorado, necesaria para producir un litro de leche, por época del año, y un kilogramo de carne, por todo el año, se utilizaron datos estándares de carga animal, según opinión de expertos, para la región (Anexo 10). Además, se calcularon las unidades animales totales de la finca para establecer las hectáreas reales destinadas a la producción de leche y carne, o sea que del área total con pasturas se restó

el área ocupada por el inventario animal que no participa directamente en el proceso productivo (Anexo 10).

De esta forma, los costos unitarios efectivos de producción de leche (por época del año) y carne (total por año) por tipo de pastura, así como los coeficientes insumo- producto de las restricciones, y los recursos limitantes necesarios para desarrollar el modelo (Anexo 10); se ingresaron en una hoja electrónica del procesador Microsoft Excel con el propósito de integrar una matriz funcional que a través de la herramienta de análisis de datos “solver” maximizara la función objetivo del modelo de optimización.

Los resultados de este escenario muestran que para maximizar la ganancia en efectivo de la finca por año (\$2.210,94), es necesario aumentar la producción de leche en invierno en un 27% y bajarla en verano en un 5%, además la producción anual de carne debe incrementarse en un 17,7% (Cuadro 21).

Cuadro 21: Resultado de las actividades del escenario base para el cluster 1

Variables*	Valor actual	Valor óptimo
Litros de leche totales en invierno	12.480,00	15.848,40
Litros de leche totales en verano	5.040,00	4.785,90
Kilogramos de carne totales por año	795,00	936,31
Ganancia en efectivo de la finca	\$ 1.065,88	\$2.210,94

*No se separaron las variables por tipo de pasto para poder comparar con datos actuales

Estos datos significan que, manteniendo los mismos criterios de rendimiento, el productor debería aumentar el número de vacas de ordeño en invierno de 12 a 15 y bajar las mismas en verano de 8 a 7 aproximadamente, pero utilizando solamente el área disponible de pastos mejorados ya que con una carga animal adecuada no es necesario hacer uso de los pastos naturales, los cuales, por su bajo rendimiento, originan el aumento de los costos unitarios y por ende la disminución de las ganancias.

Por otro lado, el recurso que se presenta como la mayor limitante del sistema de producción es el capital, ya que fue utilizado en su totalidad y representa la condicionante para no utilizar el resto del área disponible de la finca (Cuadro 22).

Cuadro 22: Uso de recursos para el escenario base del cluster 1

Recursos	Valor total	Valor disponible*	Valor en uso
Hectáreas con pasto natural invierno/año	25	9,71	0,00
Hectáreas con pasto mejorado invierno/año	15	15,00	12,40
Hectáreas con pasto natural verano/año	25	5,50	0,00
Hectáreas con pasto mejorado verano/año	15	10,25	10,25
Capital/año	\$3.420,80	\$3.420,80	\$3.420,80

*Se obtienen restando del valor total el valor requerido por el resto del inventario animal

Ahora bien, se realizó un análisis del precio sombra de los recursos limitantes del sistema, valor que representa el costo de oportunidad de utilizar una hectárea de pasto natural y/o mejorado, y una unidad monetaria para este escenario.

De esta forma, cuando el valor del recurso utilizado coincide con el valor de sus disponibilidades su variable de holgura es cero y presentará costo de oportunidad, o sea que una holgura representa la diferencia entre el valor en uso del recurso en la solución óptima y su valor disponible (Maroto *et al.*, 1997).

En este caso, el costo de oportunidad que presenta el área de pasto mejorado en verano indica que por cada hectárea adicional que se pudiera dedicar a las actividad ganadera la ganancia en efectivo de la finca aumentaría en \$ 6,53, que también representa lo que disminuiría la ganancia si se tuviera una hectárea menos del mismo pasto durante el verano (Cuadro 23). Entonces se puede establecer, a nivel general, que si se deseara aumentar la escala de producción alquilando 1 ha de este pasto el valor máximo a pagar sería de \$ 6,53 sin incurrir en pérdidas.

Cuadro 23: Análisis del precio sombra de los recursos para el escenario base del cluster 1

Recursos	Valor en uso	Holgura	Precio sombra
Hectáreas con pasto natural invierno/año	0,00	9,71	0,00
Hectáreas con pasto mejorado invierno/año	12,40	2,60	0,00
Hectáreas con pasto natural verano/año	0,00	5,50	0,00
Hectáreas con pasto mejorado verano/año	10,25	0,00	6,53
Ecuación de equilibrio leche- carne	936,31	0,00	0,28
Capital/año	\$3.420,80	0,00	\$0,67

Igualmente, el precio sombra de la restricción capital indica que por cada Dólar adicional que ingresa al sistema ya establecido (sin tomar en cuenta inversión inicial) se obtendrá una ganancia de \$ 0,67. Valor que, equivalente en Lempiras, al compararse con la tasa máxima de interés pasiva de la banca nacional (11,31%) indica que es más rentable para este productor dedicarse a la actividad ganadera que ahorrar en el sistema bancario del país.

4.5.2 Escenario base del cluster 2

La finca seleccionada para desarrollar este escenario pertenece al mercado de leche fría o industrial y cuenta con 47 ha de pasto natural y 20 ha de pasto mejorado, donde el área total de pasto natural es dedicada a la producción de leche, mientras que solo 12 ha de pasto mejorado son para la actividad lechera y 8 ha del mismo para la producción de carne.

Además, este sistema productivo también utiliza animales de doble propósito (Cebú x Pardo x Criollo), pero con 19 vacas (5 litros/vaca/día) en ordeño diario para la época de invierno y 16 vacas (5 litros/vaca/día) en ordeño diario para el verano. Este sistema a pesar de presentar dos épocas de producción de leche, no cuenta con un precio diferenciado por litro de leche ya que los CRELS mantienen constante dicha variable por todo el año.

Por otro lado, para calcular la disposición real de área con pasturas de la finca y los coeficientes necesarios para desarrollar el actual escenario, se utilizaron los datos estándar de cargas animales de la región (Anexo 10). Cabe mencionar que para maximizar la función objetivo se mantuvo el mismo procedimiento del escenario base del cluster 1.

De esta forma, se encontró que para maximizar la ganancia es necesario aumentar la producción de leche en invierno en un 31% y bajarla en verano en un 26%, además la producción anual de carne debe incrementarse en un 13,3% (Cuadro 24).

Cuadro 24: Resultado de las actividades del escenario base para el cluster 2

Variables*	Valor actual	Valor óptimo
Litros de leche totales en invierno	21.600,00	28.288,38
Litros de leche totales en verano	9.600,00	7.072,10
Kilogramos de carne totales por año	1.272,00	1.441,62
Ganancia en efectivo de la finca	\$ 4.831,94	\$ 6.754,72

*No se separaron las variables por tipo de pasto para poder comparar con datos actuales

Por lo que, manteniendo los supuestos del modelo, en la finca se deben incrementar el número de vacas de ordeño en invierno de 19 a 24 y bajar las mismas en verano de 16 a 12 en promedio, utilizando en su totalidad el área de pastos mejorados y parte del pasto natural (Cuadro 25).

Cuadro 25: Uso de recursos para el escenario base del cluster 2

Recursos	Valor total	Valor disponible*	Valor en uso
Hectáreas con pasto natural invierno/año	47	22,50	2,67
Hectáreas con pasto mejorado invierno/año	20	20,00	20,00
Hectáreas con pasto natural verano/año	47	7,50	2,67
Hectáreas con pasto mejorado verano/año	20	20,00	20,00
Capital/año	\$ 5.327,80	\$ 5.327,80	\$ 5.327,80

*Se obtienen restando del valor total el valor requerido por el resto del inventario animal

Por otra parte, los resultados del análisis del precio sombra de los recursos muestran que por cada hectárea de pasto mejorado adicional que se utilizara durante todo el invierno el productor ganaría \$ 111,43, que sería el valor máximo a pagar por alquiler de este tipo de pasto si se deseara aumentar la escala de producción en la misma época. Similares observaciones se encuentran con el pasto mejorado en verano, a diferencia que, con este, solamente se obtiene una retribución de \$ 18,86 por hectárea adicional (Cuadro 26).

Cuadro 26: Análisis del precio sombra de los recursos para el escenario base del cluster 2

Recursos	Valor en uso	Holgura	Precio sombra
Hectáreas con pasto natural invierno/año	2,67	19,83	0,00
Hectáreas con pasto mejorado invierno/año	20,00	0,00	111,43
Hectáreas con pasto natural verano/año	2,67	4,83	0,00
Hectáreas con pasto mejorado verano/año	20,00	0,00	18,86
Ecuación de equilibrio leche- carne	1.441,62	0,00	0,28
Capital/año	\$ 5.327,80	0,00	\$ 0,87

Además, el costo de oportunidad del capital demuestra que por cada Dólar adicional invertido en la finca para la actividad ganadera se obtendrá una ganancia de \$ 0,87. Valor que, en su equivalente en Lempiras, al compararse con la tasa máxima de interés pasiva de la banca nacional (11,31%) muestra que la ganadería es una mejor opción que la banca.

4.5.3 Escenario base del cluster 3

En este escenario se utilizó la información de un sistema productivo que cuenta con 40 ha de pasto natural, 60 ha de pasto mejorado, y 10 ha de pasto degradado que no fueron incluidas en el análisis porque prácticamente permanecen en holgura y no brindan las condiciones adecuadas para una adecuada explotación. Además, esta finca pertenece al mercado de leche fría o industrial donde se ordeñan diariamente 60 vacas (5,17 litros/vaca/día) en la época de invierno y 40 vacas (5,25 litros/vaca/día) en el verano. Para obtener los datos necesarios para desarrollar este escenario se utilizó la información estándar de cargas animales de la región (Anexo 10).

La maximización de la ganancia en este caso se obtiene al incrementar la producción de leche en invierno en un 5% y reducirla en verano en casi su totalidad, además la producción anual de carne debe reducirse en un 18,6% (Cuadro 27).

Cuadro 27: Resultado de las actividades del escenario base para el cluster 3

Variables*	Valor actual	Valor óptimo
Litros de leche totales en invierno	74.400,00	78.292,00
Litros de leche totales en verano	25.200,00	2.724,00
Kilogramos de carne totales por año	7.155,00	5.819,00
Ganancia en efectivo de la finca	\$ 14.723,36	\$ 15.023,50

*No se separaron las variables por tipo de pasto para poder comparar con datos actuales

Virtualmente, lo que resulta más interesante destacar, al contrario de los casos anteriores, es que la mayor limitante es el área con pasturas, lo que obliga al modelo a dejar en holgura una cantidad significativa de capital (27,7%), resultado que se puede explicar debido a que la finca cuenta con demasiada área en barbecho o guamil (Cuadro 28).

Cuadro 28: Uso de recursos para el escenario base del cluster 3

Recursos	Valor total	Valor disponible*	Valor en uso
Hectáreas con pasto natural invierno/año	40	1,43	1,43
Hectáreas con pasto mejorado invierno/año	60	47,33	47,33
Hectáreas con pasto natural verano/año	40	1,00	1,00
Hectáreas con pasto mejorado verano/año	60	13,00	13,00
Capital/año	\$ 24.381,48	\$ 24.381,48	\$ 17.615,71

*Se obtienen restando del valor total el valor requerido por el resto del inventario animal

De esta forma, al observar el costo de oportunidad de cada tipo de pasto por época del año, se puede concluir que a esta finca le conviene aumentar el área con pasturas mejoradas para la producción de leche en invierno, mientras que, aparentemente, conviene aumentar el área con pasto natural en verano pero hay que considerar que el modelo utilizó esta área para la producción de carne, la que a nivel unitario resulta más rentable que la producción de leche (Cuadro 29).

Cuadro 29: Análisis del precio sombra de los recursos para el escenario base del cluster 3

Recursos	Valor en uso	Holgura	Precio sombra
Hectáreas con pasto natural invierno/año	1,43	0,00	101,92
Hectáreas con pasto mejorado invierno/año	47,33	0,00	311,31
Hectáreas con pasto natural verano/año	1,00	0,00	102,41
Hectáreas con pasto mejorado verano/año	13,00	0,00	41,12
Ecuación de equilibrio leche- carne	5.819,98	1.335,02	0,00
Capital/año	\$17.615,71	\$ 6.765,77	0,00

Lógicamente, al existir holgura en el capital su costo de oportunidad es nulo. A raíz de esta solución, y debido al exceso de capital sobrante, se deben simular nuevas alternativas en que se aprovechen mejor los recursos y se obtengan mejores retribuciones para la explotación.

4.5.4 Simulación con aspectos de mercado para el cluster 1

El actual escenario se desarrolló para conocer el efecto de transformación de mercados de leche caliente o artesanal al frío o industrial, por tanto, para correr el modelo en esta fase se utilizaron los mismos datos técnicos- económicos de manejo de la finca del escenario base del cluster 1, con la única diferencia que se utilizó el precio promedio por litro de leche que pagan los CREL (\$ 0,29) y se incluyeron los gastos de transporte y operación que exigen estos centros de acopio industrial.

Igualmente, los coeficientes fueron ingresados en una matriz funcional de Microsoft Excel para obtener los nuevos resultados óptimos para el sistema.

Los resultados demuestran que el productor podría ganar un 45% más por participar en el mercado de leche fría o industrial, ya que el aumento en el precio de la leche incide en la ganancia directa, además se puede observar que el modelo propone al finquero aumentar la producción en invierno y disminuirla en verano, caso último, donde los costos se incrementan considerablemente debido a las bajas cargas animales que soporta el sistema (Cuadro 30).

Cuadro 30: Resultado de las actividades del escenario de mercados para el cluster 1

Variabes*	Valor escenario base	Valor escenario mercados
Litros de leche totales en invierno	15.848,40	18.612,99
Litros de leche totales en verano	4.785,90	240,00
Kilogramos de carne totales por año	936,31	855,49
Ganancia en efectivo de la finca	\$2.210,94	\$3.218,91

*No se separaron las variables por tipo de pasto para poder comparar con datos actuales

Por otro lado, al no utilizarse en su totalidad el área de la finca no se obtuvieron los precios sombra de estas restricciones, esto debido al capital que sigue siendo el mayor limitante del sistema. Así mismo, esta última variable presentó un costo de oportunidad de un Dólar, lo que significa, para este productor, que el pertenecer a un mercado de leche fría le permite ganar un Dólar por cada uno que ingresa en el sistema ya establecido (Cuadro 31), contrario a lo que sucede en el mercado caliente que solo le permite ganar \$ 0,67 por cada Dólar invertido.

Cuadro 31: Análisis del precio sombra para el escenario de mercados del cluster 1

Recursos	Valor en uso	Holgura	Precio sombra
Hectáreas con pasto natural invierno/año	0,00	9,71	0,00
Hectáreas con pasto mejorado invierno/año	14,19	0,81	0,00
Hectáreas con pasto natural verano/año	0,00	5,50	0,00
Hectáreas con pasto mejorado verano/año	1,71	8,54	0,00
Ecuación de equilibrio leche- carne	855,49	0,00	0,22
Capital/año	\$3.420,80	0,00	\$ 1,00

4.5.5 Simulación con aspectos de mercado para el cluster 2 y 3

La presente simulación se realizó con el propósito de establecer cual sería el efecto de un aumento del 10% en el precio por litro de leche (de \$ 0,28 a \$ 0,31), por parte del mercado de leche fría o industrial, en el uso de los recursos de las fincas del cluster 2 y 3.

De esta forma, se ingresaron en la matriz de Microsoft Excel los coeficientes técnicos y la disponibilidad de recursos usados para los respectivos escenarios base (Anexo 10). Cabe mencionar que en esta simulación no se incluyó la finca del cluster 1, ya que esta pertenece al mercado de leche caliente o artesanal.

Así, se pudo establecer que lógicamente el aumento de precios influye en las retribuciones del productor (Cuadro 32), pero esta acción no ejerció ningún cambio en el uso de los recursos a corto plazo.

Cuadro 32: Uso de recursos y ganancia del escenario de mercados para el cluster 2 y 3

Descripción	Cluster 2		Cluster 3	
	Base	↑Precio*	Base	↑Precio*
Ha con pasto natural invierno	2,67	2,67	1,43	1,43
Ha con pasto mejorado invierno	20,00	20,00	47,33	47,33
Ha con pasto natural verano	2,67	2,67	1,00	1,00
Ha con pasto mejorado verano	20,00	20,00	13,00	13,00
Ecuación de equilibrio lts- kgs	1.441,62	1.441,62	5.819,98	5.819,98
Capital/año	\$5.327,80	\$5.327,80	\$17.615,71	\$17.615,71
Ganancia en efectivo	\$6.754,72	\$7.691,63	\$15.023,50	\$17.159,75

*Se refiere al aumento del 10% en el precio por litro de leche

4.5.6 Simulación con aspectos tecnológicos para los tres clusters

Este escenario se desarrolló con el objetivo de conocer los cambios en las retribuciones del productor y en el uso de los recursos utilizando un nivel tecnológico más intensivo en las actividades de la finca. Es así, que se sustituyó la carga animal utilizada en los escenarios base por una diferenciada por tipo de pasto y época del año (Anexo 11).

Las deducciones de estas simulaciones son las más obvias en cuanto al aumento de las ganancias de los productores, ya que al incrementar las cargas animales, manteniendo los demás factores constantes, se incurre en una mayor producción de leche y carne (Cuadro 33).

Cuadro 33: Resultado de las actividades del escenario técnico de los tres clusters

Variables	Cluster 1		Cluster 2		Cluster 3	
	Base	Actual	Base	Actual	Base	Actual
Lts/ invierno	15.848,4	18.670,30	28.288,38	34.643,34	78.292	78.292,00
Lts/ verano	4.785,9	4.687,09	7.072,10	6.803,83	2.724	2.724,02
Kgs/ año	936,31	1.059,88	1.441,62	1.689,77	5.819	5.819,98
Ganancia	\$2.210,94	\$2.920,59	\$6.754,72	\$8.880,99	\$15.023,50	\$16.233,60

Por otro lado, al observar los cambios en el uso de los recursos (Cuadro 34) se entiende claramente que el modelo obliga al sistema a realizar las actividades productivas en el pasto mejorado, pero además, al observar el cluster 3 donde se utilizan todos los recursos disponibles en el escenario base y actual, se podría concluir erróneamente que al ser más intensivos se reducen los costos operativos del sistema, ya que desde el punto de vista de la sostenibilidad se deberían incluir nuevos costos de manejo de pasturas como el uso de fertilizantes para evitar así la degradación del suelo y pasturas.

Estos hallazgos, muy lógicos en primera instancia, permitieron conocer cuales serían los costos de oportunidad de los factores de producción de este sistema si se ampliara el nivel tecnológico.

Cuadro 34: Uso de recursos para el escenario técnico de los tres clusters

Variables	Cluster 1		Cluster 2		Cluster 3	
	Base	Actual	Base	Actual	Base	Actual
Ha pn/ inv	0,00	0,00	2,67	0,00	1,43	1,43
Ha pm/ inv	12,40	11,00	20,00	20,00	47,33	47,33
Ha pn/ ver	0,00	0,00	2,67	0,00	1,00	1,00
Ha pm/ ver	10,25	10,25	20,00	15,10	13,00	13,00
Capital/ año	\$3.420,80	\$3.420,80	\$5.327,80	\$5.327,80	\$17.615,71	\$16.341,04

Es así, que se puede determinar que el productor del cluster 2 recibe una mayor retribución por cada Dólar invertido en la finca que el productor del cluster 1 (Cuadro 35). Además al comparar el costo de oportunidad del área con pasturas, el productor del cluster 3 presenta una mayor ganancia por hectárea invertida, lo que le permitiría aumentar su escala de producción inclusive alquilando terrenos a un precio mucho más alto del que podrían pagar los otros dos productores sin incurrir en pérdidas.

Cuadro 35: Análisis del precio sombra para el escenario técnico de los tres clusters

Variables	Cluster 1		Cluster 2		Cluster 3	
	Holgura	P. sombra	Holgura	P. Sombra	Holgura	P. Sombra
Ha pn/ inv	9,71	0,00	22,5	0,00	0,00	112,44
Ha pm/ inv	4,00	0,00	0,00	56,28	0,00	334,81
Ha pn/ ver	5,50	0,00	7,50	0,00	0,00	114,49
Ha pm/ ver	0,00	7,97	4,90	0,00	0,00	51,51
Ec lt- kg	0,00	0,53	0,00	0,75	0,00	0,51
Capital/ año	0,00	\$ 0,87	0,00	\$ 1,56	\$8.040,44	0,00

5. CONCLUSIONES

1. En base a los resultados de la caracterización y a la estructura de costos se identificaron tres tipos de fincas, pero se pudo verificar que a nivel de uso de insumos externos existen muy pocas diferencias, mostrándose contrastes en la intensificación del sistema y en la predominancia de productores pertenecientes a un determinado tipo de mercado.
2. Según el análisis del margen bruto, los productores pertenecientes al mercado de leche artesanal son menos eficientes en pagar sus costos de operación que los productores del mercado de leche industrial, pero se debe en gran parte al menor precio por litro de leche que perciben los productores artesanales, y no al manejo inadecuado y poco control en sus gastos.
3. A nivel exploratorio, se estableció que los productores artesanales mostraron una menor visión empresarial que los productores industriales, estableciéndose así que es posible realizar medidas cuantitativas de la capacidad empresarial en productores, y estimar la relación de este indicador con la producción y el nivel de ingresos. Por lo que se podría calcular, en este caso, cuanto se podría invertir en capacitación empresarial para llegar al nivel que presenta el mercado de leche industrial.
4. El factor de producción más limitante para los medianos productores de la región es el capital, caso que no ocurre con los grandes productores ya que muestran mayor capacidad de inversión. Estos resultados permiten establecer, desde el punto de vista económico, que es más factible la adopción de tecnologías en fincas grandes donde no existirán problemas por inversión inicial.
5. Al analizar el resultado de las simulaciones, a través del precio sombra, se observó que la productividad marginal del pasto mejorado es mayor para las fincas grandes del cluster 3, en comparación con las fincas de los dos clusters restantes. Pero el impacto de los pastos mejorados a la retribución marginal es mayor para las fincas del cluster 1, ya que estos productores ganan casi el doble al ser eficientes en el uso de estos recursos, mientras que el impacto no es tan perceptible en los productores del cluster 3 ya que se encuentran más cerca del óptimo. Por lo tanto, los tomadores de decisiones que deseen obtener un mayor impacto socioeconómico en sus intervenciones deben

poner énfasis en la distribución de éstas pasturas entre los productores del cluster 1, para incurrir así en un proceso de mayor competitividad de costos.

6. Desde el punto de vista económico, los productores que actualmente pertenecen al mercado de leche artesanal, y que cumplen con los requisitos de accesibilidad y calidad, podrían recuperar la inversión de ingresar a los CRELs en 4 años aproximadamente, ya que si bien pertenecer a estos centros de recolección significa un pago promedio de \$ 4.000,00 el participar en este mercado duplica sus ganancias anuales.

6. RECOMENDACIONES

1. Al concluir que el nivel de producción no es un factor determinante para pertenecer o no a un mercado de leche industrial, y que el pertenecer a este mercado duplica las retribuciones; se deben analizar nuevas variables que influyan en este proceso de transformación de mercados como lo son el acceso a los CRELs y la disposición de pertenecer a estas nuevas agrupaciones llevando controles de calidad, entre otros.
2. El hecho de conocer, a nivel exploratorio, que la capacidad empresarial está ligada en parte al nivel de producción de las fincas pecuarias, demuestra que es necesario realizar estudios más profundos que establezcan nuevas relaciones y tendencias entre estas variables. De igual forma, es preciso fortalecer las capacidades cognoscitivas empresariales de los productores pertenecientes al mercado de leche caliente de tal forma que se pueda mejorar la producción y se obtenga la suficiente preparación para ingresar al mercado de leche industrial.
3. El uso de herramientas metodológicas que analicen el manejo gerencial de los sistemas pecuarios puede representar un factor clave para explicar los resultados económicos de los mismos, ya que se observó la tendencia que a mayor conocimiento de los factores empresariales se obtienen mejores retribuciones de las actividades de la finca. Por tales razones, se debe considerar su incorporación en proyectos de investigación y desarrollo a fin de explicar y/o controlar el éxito de las intervenciones.
4. A nivel de políticas y estrategia de proyectos que deseen obtener un mayor impacto en sus intervenciones, se debe considerar que el principal problema de los productores del cluster 1 es por la falta de capital de inversión y manejo técnico, en el caso del cluster 2 el problema también se da por la falta de capital pero además porque necesitan ampliar sus pasturas mejoradas; y en el caso del cluster 3 no hay mayores limitantes por capital pero si por incrementar su área con pastos mejorados.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, C. 1997.** Simulación de sistemas: aplicaciones en producción animal. Colección en Agricultura, Universidad Católica de Chile. 241 p.
- Anderson, D.R.; Sweeney, J.; Williams, T.A. 1993.** Introducción a los Modelos Cuantitativos para Administración. Grupo Editorial Iberoamérica. s.p.
- Arias, J. 1994.** Utilización de la programación lineal para optimizar los recursos de una finca demostrativa del proyecto madeleña en Pérez Zeledón, Costa Rica. Tesis Ing. Agr. Instituto Tecnológico de Costa Rica. 164 p.
- Avendaño, I.; Merino, N. 2002.** Análisis de competitividad de la cadena agroindustrial de la leche y los productos lácteos en Honduras. Tegucigalpa, Honduras. SAG. 20 p.
- Bannock, G.; Baxter, R.; Rees, R. 1990.** Diccionario de economía. Trad. LO Borja. 2 ed. México. Trillas. 392 p.
- Barrenechea, A.; Galetto, A. 1992.** Influencia del tamaño y la tecnología sobre los resultados económicos en modelos de producción lechera. Revista Agropecuaria (Arg.) 8 (1): 39- 40.
- Bazaraa, M.; Jarvis, J. 1991.** Programación lineal y flujo de redes. Sexta reimpresión. Editorial LIMUSA, México. 267 p.
- Boppel, A. 1975.** Análisis y plan de producción de una empresa agrícola aplicando el método de la programación lineal. Tesis Ing. Agr. Universidad de San Carlos, Guatemala. 141 p.
- Cainelli, C. 1966.** La programación lineal y su aplicación en administración rural. Mérida, Venezuela, C.I.D.I.A.T. (Centro Interamericano para el desarrollo integral de aguas y tierras), Material de enseñanza Doc. No. 11. 22 p.

- CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). 2002.** Propuesta Proyecto Noruega: Desarrollo Participativo de Usos Alternativos Sostenibles Para Pasturas Degradadas en Centroamérica. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 37 p.
- CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). 2002.** Proyecto Regional Silvopastoril GEF: Enfoques Silvopastoriles Integrados para el Manejo de Ecosistemas, Metodología usada en la medición de impacto del proyecto. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 13 p.
- CCama, F. 1991.** Herramienta de análisis de aspectos económicos: El caso del modelo sectorial. *In* Perspectivas de la investigación agropecuaria para el altiplano. L. Arguelles y R. Estrada Editores. Lima, Perú. Proyecto de investigación en sistemas agropecuarios andinos, Centro internacional de investigación para el desarrollo. P. 67-86.
- Comerón, E.; Zehnder R.; Schneider G.; Granda J.; Fernández G.; Ferreyro A.; Rocchiccioli J. 2002.** Informe de situación de los tambos de la cuenca central argentina. XXXI Reunión Anual de la Asociación Argentina de Economía Agraria. Rosario. Argentina.
- de Haan, C. T.; van Veen, S.; Brandenburg, B.; Gauthier, J.; le Gall, F.; Mearns, R.; Simeon, M .2001.** Livestock development. Implications for Rural Poverty, the Environment and Global Food Security. Directions in Development. The World Bank, Washington D.C. USA. 75 p.
- Dorfman, R; Samuelson, P; Solow, R. 1964.** Programación Lineal y Análisis Económico. Trad. A Calleja. 2 ed. Madrid, España, Editorial Aguilar. 572 p.
- Dufumier, M. 1990.** Importancia de la tipología de unidades de producción agrícola en el análisis de diagnóstico de realidades agrarias. *In*: Escobar, G.; Berdegue, J. Editores. Tipificación de sistemas de producción agrícola. Santiago de Chile, Chile. RIMISP/ GIA. P. 13 -43.

- Eppen, G.; Gould, J. 1987.** Investigación y operaciones en la ciencia administrativa. Prentice- Hall. 100 p.
- Escobar, G. 1984.** La caracterización de sistemas de producción en la metodología de generación de tecnología apropiada: Conceptos y criterios de ordenamiento. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 30 p.
- Fonseca, J. 1989.** Repaso de conceptos básicos de economía de la producción. San José, Costa Rica, IICA: Curso- Taller sobre análisis económico de opciones tecnológicas en café. p. 25- 34.
- Ferreira, G.: Estrade, A. 1980.** Formulación de sistemas de producción para los suelos pesados y fértiles del Nordeste. Tesis Ing. Agr. Ministerio de Educación y Cultura, Universidad de la República, Facultad de Agronomía, Montevideo, Uruguay. P. 29-31.
- Galeto, A. 1996.** Opciones de políticas para el sector ganadería de leche en Honduras. Tegucigalpa, Honduras. Secretaría de Recursos Naturales, Unidad de Planificación y Evaluación de Gestión. 63 p.
- García, N. 2000.** Informe: análisis de base de pasturas degradadas Valle del Aguan, Zona norte de Honduras. 59 p.
- Guerra, G.; 1998a.** El presupuesto y otros procedimientos de planificación de la empresa agropecuaria. *In* Manual de administración de empresas agropecuarias. 2 ed. San José, Costa Rica, IICA. p. 333- 342.
- Guerra, G.; 1998b.** La contribución de la administración de empresas agropecuarias a un plan de desarrollo. *In* Manual de administración de empresas agropecuarias. 2 ed. San José, Costa Rica, IICA. p. 135- 138.
- Guerra, G.; Aguilar, A. 1995.** Glosario para administradores y economistas agropecuarios. México, Editorial Limusa. 238 p.

- Hair, J.F.; Anderson, R.E.; Tatham, R.L. 1987.** Multivariate data analysis with readings. 2 ed. New York, MacMillan. 449 p.
- Hazell, P; Norton, R. 1986.** Mathematical Programming for Economic Analysis in Agriculture. New York, MacMillan. 400p.
- Hillier, P.; Lieberman, G. 1986.** Introduction to operations research. 4 ed. Hoken Day, Oakland, Cal. Hoken Day, E.E. U.U. 887 p.
- IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la agricultura). 2003.** Análisis de la cadena de los productos lácteos en Honduras: elementos para la concertación de un plan de acción para el mejoramiento de su competitividad. San José, CR. 191 p.
- INFOAGRO. 2003.** Ganadería bovina (en línea). Tegucigalpa, Honduras. Consultado 20 de jun. 2005. Disponible en <http://www.sag.gob.hn/>
- INFOAGRO. 2005.** Clasificación de las explotaciones bovinas en Honduras (en línea). Tegucigalpa, Honduras. Consultado 10 de nov. 2005. Disponible en <http://www.sag.gob.hn/>
- Jara Almonte, M. 1999.** Rehabilitación y reactivación de la ganadería de leche en Honduras. Tegucigalpa, Honduras. Secretaría de Agricultura y Ganadería. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. 71 p.
- Justesen, S.H. 1965.** Programación Lineal. Wageningen, Holanda, Universidad de Agricultura de Wageningen. 59 p.
- Laureana, B. 1978.** Programación lineal. México, Editorial Limusa. 598 p.
- León, C.; Quiroz, G. 1995.** Técnicas y procedimientos para el análisis de los sistemas agropecuarios usando el enfoque de investigación de sistemas. Curso de posgrado en investigación y desarrollo para el uso agrícola sustentable de tierras del trópico americano. CATIE- CIAT- IICA/ BID. CATIE, Turrialba, C. R. 73 p.

- Livestock in Development. 1999.** Livestock in Poverty-Focused Development. Crewkerne: Livestock in Development. UK. 95 p.
- Maddala, G.; Millar, E. 1991.** Microeconomía. Trad. J Coro. México, McGraw- Hill. 649 p.
- Mancilla, A. 1979.** Programación Lineal. Santiago de Chile, Chile, Universidad de Chile, Facultad de Agronomía: Departamento Ganadería y Producción Pratense. 32 p.
- Maroto, C.; Ciria, J.; Gallego, L.; Torres, A. 1997.** Gestión de la producción ganadera: modelos, técnicas y aplicaciones informáticas. Madrid, España. Mundiprensa. 238 p.
- Martínez, N.; Meléndez, J. 1973.** Aplicación de la programación lineal en la agricultura. Maracay, Venezuela, Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía, Departamento de Economía Agrícola y Ciencias Sociales. 29 p.
- Mc Corkle, J. s.f.** Lineal programming in farm management. Journal of farm economics 35(5): 1223- 1234.
- Mendoza, A. 2001.** Estructura de costos y estructura del hato: Bases para tomar decisiones (En línea). Consultado 5 nov. 2004. Disponible en http://www.zoetecnocampo.com/Documentos/costos_hato.htm
- Merino, N.; Ávila, T. 2001.** Diseño metodológico para el establecimiento de un índice de costos para la producción lechera en el litoral atlántico de Honduras. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 27 p.
- Moreno, A. 1981.** Análisis, Programación y Evaluación de Fincas Lecheras. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 33 p.
- Nicholson, C.; Boisvert, R.; Lee, D. 1994.** An optimization model of dual purpose cattle production in the humid lowlands of Venezuela. Agricultural Systems. 46: 311- 334.
- Nicholson, W. 1997.** Teoría Microeconómica: Principios básicos y aplicaciones. Trad E Tabasco y L Toharia. 6 ed. España, McGraw- Hill. 599 p.

- Olsson, R. 1988.** Management for success in modern agriculture. Plenary Paper 2. Department of Economics, Swedish University of Agricultural Sciences. Uppsala. Sweden.
- Pezo, D; Ibrahim, M. 1999.** Sistemas silvopastoriles. 2 ed. Módulo de Enseñanza Agroforestal No. 2. Turrialba, Costa Rica, CATIE/GTZ. 276 p.
- Pomareda, C. 2001.** Políticas para la competitividad del sector lácteo en Honduras. Tegucigalpa, Honduras. Tegucigalpa, Honduras. Políticas Económicas y Productividad. 217 p.
- Preston, T.; Leng, R. 1988.** Ajustando los sistemas de producción pecuaria a los recursos disponibles: aspectos básicos y aplicados del nuevo enfoque sobre la nutrición de rumiantes en el trópico. Cali, Colombia, Condit. 312 p.
- Sabino, C. 1991.** Diccionario de Economía y Finanzas (En Línea). Caracas, Venezuela, Ed. Panapo. Consultado 24 oct. 2004. Disponible en <http://www.eumed.net/cursecon/dic/dic-cs.htm>
- Sadoulet, E.; Janvry, A. 1995.** Quantitative Development Policy Analysis. E.E. A.A. The Johns Hopkins University. p. 242- 271.
- Samuelson, P.; Nordhaus, W. 1996.** Economía. Trad. E Tabasco y L Toharia. 15 ed. España, McGraw- Hill. 808 p.
- Sepulveda, C. 1988.** Términos económicos de uso habitual. 4 ed. Editorial Universitaria, Santiago de Chile, Chile. 150 p.
- Stansbury R. 1968.** Introducción a la programación lineal. Trad. P Gil Castro. 3 ed. Bilbao, España, Ediciones Deusto. 105 p.
- Stobbs, T. 1976.** Milk production per cow and per hectare from tropical pastures. In Seminario Internacional de Ganadería Tropical, Memoria, México. Secretaría de Agricultura y Ganadería v. 4, p. 129- 146.

- Szott, L.; Ibrahim, M.; Beer, J. 2000.** The hamburger connection hangover: cattle, pasture land degradation and alternative land use in Central America. CATIE, DANIDA, GTZ. Turrialba, Costa Rica. 71 p.
- Terry, R.G. 1984.** Principios de administración. México, Cía. Editorial Continental. P. 155 y 694
- UNDP. 1997.** Human Development Report 1997. Oxford: OUP. 125 p.
- Universidad de Córdoba. 2002.** Introducción a la gestión de empresas ganaderas y veterinarias (en línea). Consultado 25 oct. 2004. Disponible en <http://www.uco.es/dptos/prod-animal/economia/DOCENCIA/VETERINARIAS.PDF>
- Vargas, E. 2004.** Elementos teóricos en programación matemática: Una introducción. San José, Costa Rica. 6 p.
- Wadsworth, J. 1997.** Análisis de sistemas de producción animal. Tomo 2: Las herramientas básicas. Estudio FAO Producción y Sanidad Animal 140/2. FAO, Roma, Italia.
- Yang, W.Y. 1960.** Metodología de la investigación sobre administración rural. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Cuaderno de Fomento Agropecuario no. 64.
- Zehnder, R.; Granda J.; Comerón, E. 2003.** Propuesta para la evaluación de la capacidad empresarial en el negocio agropecuario familiar (en línea). Santa Fe, Argentina, INTA. Consultado 9 jul. 2005. Disponible en http://www.inta.gov.ar/rafaela/info/documentos/anuario2002/a2002_p211.htm

8. ANEXOS

Anexo 1: Encuesta tipo cuestionario

“Encuesta básica tipo cuestionario para el proceso de tipificación de fincas”

Encuesta #:	Fecha:
-------------	--------

Nombre del encuestador: _____

Buenos días (tardes / noches) ¿Podría hablar con el dueño o dueña de la finca?

SI: →

Mi nombre es _____ y colaboro con un proyecto de investigación del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) sobre la eficiencia económica de las fincas ganaderas de la región norte de Honduras. Le agradecería su colaboración para hacerle una encuesta cuya duración es menos de 10 minutos. Si tiene alguna duda puede comunicarse al 4463831 con el encargado del proyecto (Dr. Juan Carlos Flores).

.....

Parte A. Datos generales
A.1 Nombre de la persona encuestada: _____
A.2 Nombre de la finca: _____
A.3 Ubicación de la finca: <input type="checkbox"/> Departamento: _____ <input type="checkbox"/> Municipio: _____ <input type="checkbox"/> Comunidad: _____

Parte B. Datos socioeconómicos
B.1 ¿Cuál es su nivel de estudio?

<input type="checkbox"/> Primaria completa _____ <input type="checkbox"/> Primaria incompleta _____ <input type="checkbox"/> Secundaria incompleta _____ <input type="checkbox"/> Secundaria completa _____ <input type="checkbox"/> Para universitaria: _____ <input type="checkbox"/> Universitaria: _____
B.2 ¿Podría mencionar su edad? _____
B.3 ¿Género? <input type="checkbox"/> Femenino _____ <input type="checkbox"/> Masculino _____
B.4 ¿Vive en la finca? <input type="checkbox"/> Si _____ <input type="checkbox"/> No _____ Donde _____
B.5 ¿Trabaja en la finca? <input type="checkbox"/> Si _____ <input type="checkbox"/> No _____ Trabaja en otro lugar _____ Donde _____
B.6 ¿Cuál es su principal fuente de ingreso? <input type="checkbox"/> Ganadería _____ <input type="checkbox"/> Otros _____ Cual _____

Parte C. Datos de la finca ganadera
C.1 Tamaño de la finca (mz): _____
C.2 Área con pasturas: <input type="checkbox"/> Área total con pastos _____ (mz) # de Potreros _____ <input type="checkbox"/> Área de pastos naturales _____ (mz) # de Potreros _____ <input type="checkbox"/> Área de pastos mejorados _____ (mz) # de Potreros _____
C.3 Manejo de pasturas: <input type="checkbox"/> Control de malezas: Manual _____ Químico _____ Otro _____ Ninguno _____ <input type="checkbox"/> Usa fertilizante: Químico _____ Orgánico _____ Otro _____ Ninguno _____ <input type="checkbox"/> Control de plagas: Químico _____ Orgánico _____ Otro _____ Ninguno _____ <input type="checkbox"/> Otros _____

C.3 La actividad bovina es:

- Lechería especializada _____
- Doble propósito _____
- Engorde _____
- Otros _____

C.4 Tamaño del hato:

- Vacas en producción ó paridas _____
- Vacas secas u horras _____
- Novillas o vaquias 1- 2 años _____
- Novillas o vaquias 2- 3 años _____
- Novillos 1- 2 años _____
- Novillos 2- 3 años _____
- Terneros(as) < 1 año _____
- Toros _____

C.5 ¿Producción total de leche por día en el período de lluvias? _____ Lts.

C.6 ¿Cuántas vacas ordeña en el período de lluvias? _____

C.7 ¿Qué porcentaje de esa leche vende? _____ %

C.8 ¿Producción total de leche por día en el período seco? _____ Lts.

C.9 ¿Cuántas vacas ordeña en el período seco? _____

C.10 ¿Qué porcentaje de esa leche vende? _____ %

C.11 ¿A quién vende la leche?

- Vecinos _____
- Intermediario _____
- Centro de Acopio _____
- Quesera artesanal _____
- Otros _____ Especifique _____

C.12 Uso de otros alimentos:

- Sal común _____ Siempre _____ Por épocas _____ Casi nunca _____
- Sal mineralizada _____ Siempre _____ Por épocas _____ Casi nunca _____
- Concentrado _____ Siempre _____ Por épocas _____ Casi nunca _____
- Melaza _____ Siempre _____ Por épocas _____ Casi nunca _____
- Heno _____ Siempre _____ Por épocas _____ Casi nunca _____
- Rastrojos _____ Siempre _____ Por épocas _____ Casi nunca _____
- Ensilaje _____ Siempre _____ Por épocas _____ Casi nunca _____
- Otros _____

C.12 Infraestructura:

- # de corrales _____
- # de salas de ordeño _____
- # de bodegas _____
- # de pilas para agua _____
- # de casas _____
- Tiene cercas eléctricas _____ Cant. aprox. _____ mts
- Tiene cercas vivas _____ Cant. aprox. _____ mts
- Otros _____

C.12 ¿Mantiene árboles dispersos en los potreros?

- Si _____ Cuantos por potrero _____
- No _____

C.13 ¿Área con árboles forrajeros o maderables? _____ (mz)**C.14 ¿Que área de la finca dedica a cultivos agrícolas? _____ (mz)****C.17 Mano de obra:**

- Trabajadores permanentes: Si _____ # _____ Costo/semana _____ No uso _____
- Trabajadores ocasionales: Si _____ #/año _____ Costo/semana _____ No uso _____

C.18 Asistencia técnica:

- Recibe asistencia técnica: Si _____ No _____
- De quien _____
- # de veces al año _____

C.18 Pertenece a alguna organización o grupo de productores:

- Si _____ Cual _____
- No _____

Anexo 2: Formato de registros

1. PRODUCCIÓN DIARIA DE LECHE EN MAYO

Cuadro 1: Producción de leche por la mañana en mayo

Día	Producción de Leche en Litros			Producción total	Número de vacas en ordeño	Producción promedio por vaca
	Leche para Venta	Consumo Interno				
		Hogar	Otros			
1						
2						
3						
4						
5						
.						
.						
.						
29						
30						
31						
Total						

▪ **Precio de venta del litro de leche durante el mes de mayo:** _____

Cuadro 2: Producción de leche por la tarde en mayo

Día	Producción de Leche en Litros			Producción total	Número de vacas en ordeño	Producción promedio por vaca
	Leche para Venta	Consumo Interno				
		Hogar	Otros			
1						
2						
3						
4						
5						
.						
.						
.						
.						
30						
31						
Total						

▪ **Precio de venta del litro de leche durante el mes de mayo:** _____

2. CONTROL DE MANO DE OBRA EN MAYO

Cuadro 3: Mano de obra permanente en mayo

#	Nombre	Actividad o Labor	Días trabajados por semana							Costo/ semana	
			Sem 1	D	L	M	M	J	V		S
1			Sem 1	1	2	3	4	5	6	7	
			Sem 2	8	9	10	11	12	13	14	
			Sem 3	15	16	17	18	19	20	21	
			Sem 4	22	23	24	25	26	27	28	
			Sem 5	29	30	31					
			Costo total por mes								
#	Nombre	Actividad o Labor	Días trabajados por semana							Costo/ semana	
2			Sem 1	D	L	M	M	J	V	S	
			Sem 2	8	9	10	11	12	13	14	
			Sem 3	15	16	17	18	19	20	21	
			Sem 4	22	23	24	25	26	27	28	
			Sem 5	29	30	31					
			Costo total por mes								
#	Nombre	Actividad o Labor	Días trabajados por semana							Costo/ semana	
3			Sem 1	D	L	M	M	J	V	S	
			Sem 2	8	9	10	11	12	13	14	
			Sem 3	15	16	17	18	19	20	21	
			Sem 4	22	23	24	25	26	27	28	
			Sem 5	29	30	31					
			Costo total por mes								
#	Nombre	Actividad o Labor	Días trabajados por semana							Costo/ semana	
4			Sem 1	D	L	M	M	J	V	S	
			Sem 2	8	9	10	11	12	13	14	
			Sem 3	15	16	17	18	19	20	21	
			Sem 4	22	23	24	25	26	27	28	
			Sem 5	29	30	31					
			Costo total por mes								

Cuadro 4: Mano de obra temporal en mayo

#	Nombre	Actividad o Labor	Días trabajados por semana							Costo/ semana	
			Sem 1	D	L	M	M	J	V		S
1			Sem 1	1	2	3	4	5	6	7	
			Sem 2	8	9	10	11	12	13	14	
			Sem 3	15	16	17	18	19	20	21	
			Sem 4	22	23	24	25	26	27	28	
			Sem 5	29	30	31					
			Costo total por mes								
#	Nombre	Actividad o Labor	Días trabajados por semana							Costo/ semana	
2			Sem 1	D	L	M	M	J	V	S	
				1	2	3	4	5	6	7	
			Sem 2	8	9	10	11	12	13	14	
			Sem 3	15	16	17	18	19	20	21	
			Sem 4	22	23	24	25	26	27	28	
			Sem 5	29	30	31					
Costo total por mes											
#	Nombre	Actividad o Labor	Días trabajados por semana							Costo/ semana	
3			Sem 1	D	L	M	M	J	V	S	
				1	2	3	4	5	6	7	
			Sem 2	8	9	10	11	12	13	14	
			Sem 3	15	16	17	18	19	20	21	
			Sem 4	22	23	24	25	26	27	28	
			Sem 5	29	30	31					
Costo total por mes											
#	Nombre	Actividad o Labor	Días trabajados por semana							Costo/ semana	
4			Sem 1	D	L	M	M	J	V	S	
				1	2	3	4	5	6	7	
			Sem 2	8	9	10	11	12	13	14	
			Sem 3	15	16	17	18	19	20	21	
			Sem 4	22	23	24	25	26	27	28	
			Sem 5	29	30	31					
Costo total por mes											

Cuadro 5: Mano de obra familiar en mayo

#	Nombre del Familiar	Actividad o Labor	Días trabajados por semana							Co oportunidad	
			Sem 1	D	L	M	M	J	V		S
1			Sem 1	1	2	3	4	5	6	7	
			Sem 2	8	9	10	11	12	13	14	
			Sem 3	15	16	17	18	19	20	21	
			Sem 4	22	23	24	25	26	27	28	
			Sem 5	29	30	31					
			Costo de oportunidad total por mes								
#	Nombre del Familiar	Actividad o Labor	Días trabajados por semana							Co oportunidad	
2			Sem 1	1	2	3	4	5	6	7	
			Sem 2	8	9	10	11	12	13	14	
			Sem 3	15	16	17	18	19	20	21	
			Sem 4	22	23	24	25	26	27	28	
			Sem 5	29	30	31					
			Costo de oportunidad total por mes								
#	Nombre del Familiar	Actividad o Labor	Días trabajados por semana							Co oportunidad	
3			Sem 1	1	2	3	4	5	6	7	
			Sem 2	8	9	10	11	12	13	14	
			Sem 3	15	16	17	18	19	20	21	
			Sem 4	22	23	24	25	26	27	28	
			Sem 5	29	30	31					
			Costo de oportunidad total por mes								
#	Nombre del Familiar	Actividad o Labor	Días trabajados por semana							Co oportunidad	
4			Sem 1	1	2	3	4	5	6	7	
			Sem 2	8	9	10	11	12	13	14	
			Sem 3	15	16	17	18	19	20	21	
			Sem 4	22	23	24	25	26	27	28	
			Sem 5	29	30	31					
			Costo de oportunidad total por mes								

3. CONTROL DE INSUMOS EN MAYO

Cuadro 6: Insumos alimenticios

Fecha de Compra	Tipo de Concentrado	Unidades	Costo por Unidad	Costo Total
Fecha de Compra	Tipo de Suplemento	Unidades	Costo por Unidad	Costo Total
	Melaza			
	Heno			
	Otros:			
Fecha de Compra	Tipo de Mineral	Unidades	Costo por Unidad	Costo Total
	Sal común			
	Pecutrín			
	Otros:			
Costo total por mes				

Cuadro 7: Insumos para mantenimiento de potreros

Fecha de Compra	Nombre del Herbicida	Unidades	Costo por Unidad	Costo Total
Fecha de Compra	Nombre del Fertilizante	Unidades	Costo por Unidad	Costo Total
Fecha de Compra	Nombre del Insecticida	Unidades	Costo por Unidad	Costo Total
Costo total por mes				

Cuadro 8: Herramientas y materiales de trabajo

Fecha de Compra	Tipo de Herramienta	Unidades	Costo por Unidad	Costo Total
Fecha de Compra	Tipo de Material	Unidades	Costo por Unidad	Costo Total
	Grapas			
	Clavos			
	Alambre de púas			
	Gasolina			
	Diesel			
	Otros:			
Costo total por mes				

Cuadro 9: Sanidad animal

Fecha de Compra	Desparasitante Interno ó Externo	Unidades	Costo por Unidad	Costo Total
Fecha de Compra	Nombre de la Vitamina	Unidades	Costo por Unidad	Costo Total
Fecha de Compra	Otros	Unidades	Costo por Unidad	Costo Total
	Vacunas:			
	Yodo			
	Pasta de descornar			
	Jeringas			
	Agujas			
	Otros:			
Costo total por mes				

Cuadro 10: Otros gastos

Fecha	Construcción de infraestructura	Unidades	Costo
			Total
Fecha	Establecimiento de potreros	Unidades	Costo
			Total
Fecha	Otros	Unidades	Costo
			Total

4. MOVIMIENTO ANIMAL EN MAYO**Cuadro 11:** Control de venta de animales en mayo

Fecha	Nombre del animal	Tipo de animal	Precio	Vendido a	Observación
Total vendido					

Tipo de animal: Ternera, vaquilla, vaca, ternero, toro, buey, etc.

Cuadro 12: Control de compra de animales en mayo

Fecha	Nombre del animal	Tipo de animal	Precio	Comprado a	Observación
Total comprado					

Tipo de animal: Ternera, vaquilla, vaca, ternero, toro, buey, etc.

Cuadro 13: Autoconsumo de animales en mayo

Fecha	Nombre Animal	Sexo	Tipo de animal	Valor de venta

Tipo de animal: Ternera, vaquilla, vaca, ternero, toro, buey, etc.

Cuadro 14: Mortalidad de animales en mayo

Fecha	Nombre Animal	Sexo	Tipo de animal	Causa

Tipo de animal: Ternera, vaquilla, vaca, ternero, toro, buey, etc.

Cuadro 15: Inventario de ganado vacuno

Tipo de Animal	Inventario Inicial	Inventario Final
Vacas secas		
Vacas en ordeño		
Novillas de 2 a 3 años		
Novillas de 1 a 2 años		
Toros		
Novillos de 1 a 2 años		
Terneras mamando		
Terneros mamando		
Total cabezas de Ganado		

Cuadro 16: Resumen económico de la explotación ganadera para el mes de mayo

INGRESOS	Total del mes
Venta de Leche	
Otros Ingresos (derivados de la leche)	
Total	

GASTOS	Total del mes
Mano de obra temporal	
Mano de obra permanente	
Administración (Familiar o externa)	
INSUMOS:	
Insumos alimenticios (Concentrados, suplementos, minerales)	
Insumos mantenimiento potreros (Herbicida, fertilizante, insecticida)	
Herramientas y materiales de trabajo	
Sanidad (Desparasitantes internos y externos, vitaminas, etc.)	
Otros Gastos	
Total	

Ganancias o Pérdidas en la venta de leche (total Ingresos – Gastos)	
---	--

Cuadro 17: Otras operaciones del mes

VENTAS	Total del mes
Venta de Ganado	
Otras	
Total ventas	

INVERSIONES	Total del mes
Compra de animales	
Construcción de infraestructura	
Otras	
Total inversiones	

Resultado de otras operaciones en la finca (total ventas – Inversiones)	
---	--

Resultado final de la operación lechera (Ganancias o pérdidas + otras operaciones)	
--	--

Anexo 3: Entrevista semiestructurada

“Encuesta tipo entrevista estructurada”

Encuesta #:	Fecha:
-------------	--------

1. INTRODUCCIÓN

Buenos(as) días (tardes) mi nombre es Enrique Alvarado Irías y soy estudiante de maestría del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), por lo que estoy realizando una investigación sobre la eficiencia económica de las fincas ganaderas de la región norte de Honduras. En fechas anteriores usted fue encuestado(a) para poder obtener datos generales de las fincas de la zona, pero ahora necesitamos obtener información más específica sobre las actividades de su finca, la cual servirá de modelo para simular el impacto de nuevas tecnologías silvopastoriles.

De esta forma, si lo permite a continuación le haré una entrevista y un mapeo de su finca.

.....

2. DATOS GENERALES

2.1 Nombre del dueño de la finca: _____
2.2 Nombre de la finca: _____
2.3 Ubicación de la finca: <input type="checkbox"/> Departamento: _____ <input type="checkbox"/> Municipio: _____ <input type="checkbox"/> Comunidad: _____
2.4 Localización de la finca (Usando GPS): <input type="checkbox"/> Coordenadas X: _____ <input type="checkbox"/> Coordenadas y: _____ <input type="checkbox"/> Altitud (msnm): _____

3. INFORMACIÓN SOCIOECONÓMICA DEL HOGAR

3.1 Miembros del hogar:

Relación con el dueño de la finca	Edad	Sexo	Grado de escolaridad	Vive en la finca	Trabaja en la finca	¿Trabaja en otro lugar? ¿Donde?
Dueño de la finca						

3.2 ¿Podría mencionar sus fuentes de ingreso?

Fuente de Ingreso	Lps./ mes	Lps./ año	Observaciones
La finca: Ganadería Cultivos Otro			
Negocio			
Trabajo asalariado			
Pensión			
Remesas			
Otros:			

4. INFORMACIÓN GENERAL DE LA FINCA

4.1 Tamaño total de la finca (mz): _____

4.2 Uso de la tierra:

Tipo de uso	Mz	Observaciones
Pastos		
Cultivos		
Barbecho ó guamil		
Otros:		

4.3 Área con pasturas:

Tipo de pasto	Área (mz)	# de potreros

4.3.1 ¿Podría mencionar aproximadamente que área de pastos dedica al ganado de carne y que área al ganado lechera?

4.4 Inventario animal:

Categoría	# Inicios	# Finales	Precio unidad	Precio total
Vacas en producción				
Vacas secas u horras				
Novillas o vaquias 1- 2 años				
Novillas o vaquias 2- 3 años				
Novillos 1- 2 años				
Novillos 2- 3 años				
Terneros(as) < 1 año				
Toros				
Total				

5. GASTOS DE PRODUCCIÓN⁷

¿Antes de pasar a las preguntas de costos de producción podría darme su criterio con respecto a los meses que dura la época seca y lluviosa?

5.1 Alimentación del ganado

Producto	Unidad	Época lluviosa (meses)	Época seca (meses)	Cantidad total	Precio	Costo total	Lugar de compra
1. Concentrados:							
2. Suplementos:							
Melaza							
Heno							
Gallinaza							
Pulpa de naranja							
Pulpa de piña							
Otros:							
3. Minerales:							
Sal común							
Pecutrín							
Fondosal (10%)							
Fondosal (6%)							
4. Otros:							

5.1.1 ¿Cuánto del alimento mencionado gasta solo en los animales de carne?

⁷ Todas las preguntas sobre costos de producción se hicieron refiriéndose a las épocas (seca y lluviosa) y al sistema de producción (leche o carne)

5.2 Pastos

5.2.1 Fertilización

Producto	Unidad	Época lluviosa (meses)	Época seca (meses)	Cantidad	Precio	Costo total	Lugar de compra
1. Químicos:							
Urea							
Sulfato de amonio							
Fórmula 12- 42- 12							
Fórmula 15- 15- 15							
Fórmula 18- 46- 0							
2. Orgánicos:							
Gallinaza							
Estiércol de ganado							

5.2.1.1 ¿Cuánto de los productos mencionados gasta solo en el área del ganado de carne?

5.2.2 Mantenimiento de potreros

Producto	Unidad	Época lluviosa (meses)	Época seca (meses)	Cantidad	Precio	Costo total	Lugar de compra
1. Herbicidas:							
2. Insecticidas:							
3. Fungicidas:							

5.2.2.1 ¿Cuánto de los productos mencionados gasta solo en el área del ganado de carne?

5.3 Sanidad animal

Producto	Unidad	Época lluviosa (meses)	Época Seca (meses)	Cantidad	Precio	Costo total	Lugar de compra
Desparasitantes:							
Vitaminas:							
Vacunas:							
Control de mastitis:							
Anabólicos:							
Yodo							
Pasta para descornar							
Otros:							

5.3.1 ¿Cuánto de los productos mencionados gasta solo en el área del ganado de carne?

5.4 Herramientas y materiales

Producto comercial	Unidad	Época (meses)	Cantidad	Precio	Costo total	Lugar de compra
Jeringas						
Agujas						
Yogos						
Machetes						
Palas						
Carretillas						
Grapas						
Clavos						
Alambre de púas						
Otros:						

5.4 Otros gastos

Producto comercial	Unidad	Época (meses)	Cantidad	Precio	Costo total	Lugar de compra
Energía eléctrica						
Agua						
Alquiler de maquinaria						
Gasolina						
Diesel						
Sistema de riego						
Alquiler de terrenos						

6. MANO DE OBRA⁸

6.1 Mano de obra externa

Rubro	#	Actividad que realiza	Época (meses)	Costo/mes	Sueldo Total
Trabajadores fijos					
Trabajadores temporales					
Administrador					
Veterinario					
Asistencia Técnica					

6.2 Mano de obra familiar

Relación con el dueño de la finca	#	Actividad que realiza	Época (meses)	Costo/mes si tuviera remuneración	Sueldo Total

7. MAQUINARIA

⁸ En la sección de mano de obra también se trato de diferenciar por épocas (seca y lluviosa) y por sistema de producción (leche o carne)

Rubro	Cantidad	Año de compra	Costo	Vida útil	Valor actual	Mejoras	Mantenimiento
Tractor							
Chapiado -ra							
Vehículo							
Carreta							
Picadora							
Arado							
Vertedora							
Bombas mochila							
Equipo ordeño							
Moto guadaña							

7. INFRAESTRUCTURA

Rubro	Área aproximada	Año de adquisición	Valor actual	Vida útil	Mejoras	Mantenimiento anual
Galeras						
Sala de ordeño						
Cercas eléctricas						
Cercas muertas						
Pilas para agua						
Bodegas						
Casas						

8. OTROS EGRESOS

Rubro	Unidad	Costo/ mes	Observaciones
Impuestos:			
Transporte:			
Otros:			

9. ASPECTOS PRODUCTIVOS

9.1 Producción de leche época lluviosa

Descripción	Valor
Duración de la época	
Total de vacas	
Vacas secas u horras	
Vacas en ordeño/ día	
Lts leche total de la finca/ día	
Lts leche/ vaca/ día	
% de leche vendida	
% de leche para autoconsumo	
% de leche para procesamiento	
A quien vende la leche durante la época	
Precio de venta por litro durante la época	
Si procesa la leche que productos obtiene	
Cuantos productos obtiene por día	
Precio de venta del producto en la época	

Triangulación:

- Si la época lluviosa dura _____ meses o sea _____ días y si produce _____ lts de leche por día, en total durante esta época usted produce _____ lts, y si de ese total usted vende _____ % a un precio de _____ Lps. por litro, los ingresos de la época serían: _____ Lps.
¿Aproximadamente eso es correcto? _____
- En el caso de los productos procesados, si la época lluviosa dura _____ meses o sea _____ días y si usted obtiene _____ lbs (de queso, mantequilla, etc.) por día, y vende la libra a _____ Lps., entonces los ingresos de la época por productos procesados serían _____ Lps.
¿Aproximadamente eso es correcto? _____

9.2 Producción de leche época seca

Descripción	Valor
Duración de la época	
Total de vacas	
Vacas secas u horras	
Vacas en ordeño/ día	
Lts leche total de la finca/ día	
Lts leche/ vaca/ día	
% de leche vendida	
% de leche para autoconsumo	
% de leche para procesamiento	
A quien vende la leche durante la época	
Precio de venta por litro durante la época	
Si procesa la leche que productos obtiene	
Cuantos productos obtiene por día	
Precio de venta del producto en la época	

Triangulación:

- Si la época lluviosa dura _____ meses o sea _____ días y si produce _____ lts de leche por día, en total durante esta época usted produce _____ lts, y si de ese total usted vende _____ % a un precio de _____ Lps. por litro, los ingresos de la época serían: _____ Lps.
¿Aproximadamente eso es correcto? _____
- En el caso de los productos procesados, si la época lluviosa dura _____ meses o sea _____ días y si usted obtiene _____ lbs (de queso, mantequilla, etc.) por día, y vende la libra a _____ Lps., entonces los ingresos de la época por productos procesados serían _____ Lps.
¿Aproximadamente eso es correcto? _____

9.3 Producción y venta de animales de carne

Tipo de animal	Cantidad	Precio/ unidad	Ingreso/ venta	Vendido a
Novillos 1- 2 años				
Novillos 2- 3 años				
Vacas de descarte				
Otros:				

9.3 Producción de cultivos

Cultivo	Área (mz)	Producción Kg.	% Venta	Precio de venta	Ingresos por el cultivo	Auto Consumo	
						% Familia	% Animales

10. ASPECTOS TECNOLÓGICOS

10.1 Tecnologías aplicadas en la finca

Tipo de tecnología	Área	Porque usa la tecnología	Ha cuantificado beneficios económicos
Pastos mejorados			
Cercas vivas			
Bancos forrajeros			
Plantaciones			
Asocios			
Otras:			

10.2 Tecnologías que desearía aplicar en la finca

Tipo de tecnología	Si/ no	Porque desea usar la tecnología
Pastos mejorados		
Cercas vivas		
Bancos forrajeros		
Plantaciones		
Asocios		
Otras:		

11. DISPONIBILIDAD DE RECURSOS BIOFISICOS

11.1 Disponibilidad de agua

Tipo de Fuente	Si/ no	Época de duración	Cantidad ilimitada ó limitada
Río o quebrada			
Pozo			
Nacimiento			
Otros:			

12. CREDITOS

Fuente de crédito	Monto	% de interés	Tiempo de pago	Uso del fondo
Banco				
Cooperativa				
Prestamista				
Otros:				

13. CAPACIDAD EMPRESARIAL

13.1 Asistencia técnica

Fuente de asistencia técnica	Área de asistencia	# visitas/ año
Secretaría de Agricultura y Ganadería (SAG)		
Escuela Agrícola Panamericana "El Zamorano"		
Asociación de ganaderos		
ONGs		
Otros:		

13.2 Capacitaciones

Organización que capacita	# talleres/ año	Tema de los talleres
SAG		
El Zamorano		
Asociación de ganaderos		
ONGs		
Otros:		

13.3 Nivel de Organización

Organizaciones a que pertenece	Beneficios

14. LIMITANTES

14.1 Acceso a mercados

- Nombre de organización a quien vende la leche _____
- Cuanto es el límite mínimo de leche a vender con esa organización _____
- Cuanto es el límite máximo de leche a vender con esa organización _____
- Otras opciones mejores de venta de leche _____
- Tiene un límite máximo al vender el ganado de carne _____

14.2 Capital de inversión

- Que porcentaje de las ganancias anuales se reinvierten en la finca _____ %
- De sus otras fuentes de ingreso que porcentaje invierte en la finca _____ %

Anexo 4: Encuesta Capacidad empresarial

“Encuesta tipo entrevista semiestructurada para evaluar la capacidad empresarial en fincas ganaderas familiares”

Encuesta #:	Fecha:
-------------	--------

Nombre del encuestador: _____

Buenos días (tardes / noches) ¿Podría hablar con el dueño o dueña de la finca?

No: →

¡Muchas gracias!

Si: →

Mi nombre es Enrique Alvarado Irías y estoy desarrollando un proyecto de investigación con el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), que consiste en determinar la habilidad del ganadero para desarrollar una administración eficiente de los recursos de su finca. De esta forma, le agradecería su colaboración para hacerle una encuesta cuya duración es menos de 10 minutos. Si tiene alguna duda puede comunicarse al 4463831 con el Coordinador de la oficina del CATIE en Olanchito (Dr. Juan Carlos Flores).

.....

Parte A. Datos generales
A.1 Nombre de la persona encuestada: _____
A.2 Nombre de la finca: _____
A.3 Ubicación de la finca: <input type="checkbox"/> Departamento: _____ <input type="checkbox"/> Municipio: _____ <input type="checkbox"/> Comunidad: _____

Parte B. Evaluación de la capacidad empresarial

B.1 ¿Quién toma las decisiones sobre el manejo de la finca?

- **Nivel 1:** No es posible determinar quien toma decisiones. Predomina la descoordinación por la falta de conocimiento de la finca y manejo gerencial.
- **Nivel 2:** Si bien existe un responsable, se registran problemas por la falta de consenso de quienes están vinculados a la finca.
- **Nivel 3:** Está definido quién toma las decisiones, las que por lo general tienen el consenso de quienes están vinculados a la finca.

B.2 ¿Nivel de educación de quien toma las decisiones?

- **Nivel 1:** Primaria incompleta.
- **Nivel 2:** Secundaria incompleta o Primaria completa.
- **Nivel 3:** Universitario o secundaria completa.

B.3 ¿Cómo se toman las decisiones sobre el manejo de la finca?

- **Nivel 1:** Se toman decisiones de manera puramente intuitiva.
- **Nivel 2:** Para tomar decisiones se cumplen algunos de los pasos del proceso descrito en el siguiente nivel de este ítem.
- **Nivel 3:** Las decisiones se toman respetando el siguiente proceso ideal: a) establecer el criterio de análisis, b) seleccionar un conjunto de alternativas, y c) evaluar las alternativas y definir cuantitativamente la mejor.

B.4 ¿Existen objetivos y metas para la finca y el negocio ganadero?

- **Nivel 1:** No existen objetivos y metas que al menos puedan definirse.
- **Nivel 2:** Sólo se manifiesta tener objetivos y metas parciales, sin una integración técnica y económica.
- **Nivel 3:** El finquero manifiesta tener objetivos productivos y económicos, incluyendo alguna estimación de las etapas y los tiempos.

B.5 ¿Hay planificación técnica, económica y financiera para manejar la finca?

- **Nivel 1:** Cuando no hay estrategias, o bien no guardan una relación lógica respecto a las metas.
- **Nivel 2:** Sólo se puede determinar la existencia de acciones en una faceta; productiva o económico-financiera.
- **Nivel 3:** Existen acciones coordinadas en los aspectos productivos y económico-financieros.

B.6 ¿Existen registros de datos técnicos, económicos y financieros?

- **Nivel 1:** No se tiene ningún sistema para registrar datos.
- **Nivel 2:** Sólo existen registros parciales, sin la continuidad requerida para la obtención de resultados.
- **Nivel 3:** Existen registros productivos y económico-financieros y sus resultados son utilizados para el manejo gerencial.

B.7 ¿Se genera y usa información interna para la toma de decisiones?

- **Nivel 1:** No es posible obtener indicadores con suficiente confiabilidad.
- **Nivel 2:** Sólo se tienen indicadores de aspectos externos de la finca.
- **Nivel 3:** Existen indicadores válidos para la toma de decisiones.

B.8 ¿Dedicación a la finca?

- **Nivel 1:** No se cubren los requerimientos mínimos de eficiencia administrativa (Manejo de la producción, comercialización, insumos, servicios y gestiones)
- **Nivel 2:** Sólo se cumplen algunos de los aspectos mencionados.
- **Nivel 3:** Se observa un adecuado balance en la integración de las actividades administrativas/gerenciales.

B.9 ¿Existe un control y evaluación de los resultados en forma periódica?

- **Nivel 1:** No existen controles y evaluaciones de los objetivos y estrategias de la finca de manera periódica.
- **Nivel 2:** Sólo se hacen controles y evaluaciones parciales.
- **Nivel 3:** Se realizan controles y evaluaciones productivas y económico-financieras en forma permanente.

B.10 ¿Cómo es la capacitación?

B.10.1 ¿Qué características tiene? (Acorde a objetivos, formal ó informal)

- Asistencia eventual a seminarios o charlas sin una planificación de necesidades ni objetivos. (puntaje: 0.5)
- Informal y adecuada parcialmente a los requerimientos (puntaje: 1)

- Formal y planificada según las necesidades de la finca (puntaje: 1.5)

B.10.2 ¿Quién la recibe y con que periodicidad?

- Productor o mano de obra en forma absolutamente esporádica. (puntaje: 0.5)
- Productor o mano de obra con frecuencia pero sin regularidad. (puntaje: 1)
- Productor y mano de obra en forma regular y ordenada. (puntaje: 1.5)

B.11 ¿Cuenta con fuentes de información para el manejo de la finca?

- **Nivel 1:** Deficiente utilización de fuentes de información.
- **Nivel 2:** Acceso a información útil pero insuficiente
- **Nivel 3:** Uso de todas las fuentes disponibles (escrita, visual, etc.)

B.12 ¿Cuenta con asesoramiento profesional agronómico y/o veterinario?

- **Nivel 1:** Ocasional o esporádico
- **Nivel 2:** Estacional o regular
- **Nivel 3:** Permanente (intenso o continuo)

Parte C. Estructura familiar y sus consecuencias en la finca

C.1 ¿Quién(es) es(son) el(los) dueño(s) de la finca?

C.2 Grado de participación de los dueños de la finca:

C.2.1 ¿Cómo es el aporte de trabajo por cada uno de los dueños? (distribución)

C.2.2 ¿Cómo se distribuyen las ganancias y/o pérdidas de la finca?

C.2.3 ¿Existe otro tipo de acuerdo entre los dueños?

C.3 ¿Cómo será la continuidad de la empresa? (traspaso generacional)

“Guía para el uso de la encuesta de evaluación de la capacidad empresarial en fincas ganaderas familiares”

I. Parte A

La primera parte de la encuesta está diseñada para obtener los datos generales de la finca y su dueño(a).

II. Parte B: Metodología para evaluar la capacidad empresarial

Para cada una de las preguntas de esta sección se presentan tres niveles que permitirán evaluar la capacidad empresarial de forma que se puedan obtener resultados que sean de utilidad, perdiendo el mayor nivel de subjetividad y logrando la más amplia representatividad. De esta forma, es necesario seleccionar un nivel por pregunta, los rangos son:

Nivel 1= malo-bajo, Nivel 2= regular-medio, y Nivel 3= bueno-alto

- **Pregunta 1:**

Se refiere más a la necesidad de determinar a quién se debe realizar la encuesta (ya sea en forma directa o indirecta) que a un concepto que defina la capacidad empresarial, ya que se supone que siempre hay alguien que toma decisiones.

- **Pregunta 2:**

Define el nivel de educación formal del que toma las decisiones

- **Pregunta 3:**

Se refiere a la forma en que se toman las decisiones, ya sea intuitiva o gerencial

- **Pregunta 4:**

Se trata de indagar si existen objetivos y metas técnicas, productivas y/o económicas

- **Pregunta 5:**

Es necesario determinar si existe planificación productiva y económico- financiera. Debería indagarse si hay estrategias o acciones en marcha que guarden lógica con los objetivos y metas de la pregunta anterior. Por ejemplo, si la meta es incrementar la productividad individual por vaca debería emprender acciones que mejoren la oferta alimenticia y/o la genética del hato.

- **Pregunta 6:**

Se debe indagar si en el establecimiento se tiene algún sistema de registro de datos productivos, económicos y financieros, en cualquier forma en que estén organizados.

- **Pregunta 7:**

Se deben indagar, y/o eventualmente interpretar, si es posible disponer de los principales indicadores que enmarcan todo proceso de decisión: a) productividad de los principales factores: tierra y mano de obra (cantidades producidas por hectárea y por hombre, etc.), b) indicadores económicos, financieros y patrimoniales y c) composición y estado de la infraestructura, su adecuación a la explotación y sus condiciones de operatividad.

- Pregunta 8:

Se debería evaluar el tiempo efectivo dedicado a la administración de la finca, y que es el necesario para alcanzar las metas propuestas y tener un adecuado control y evaluación de los resultados. Si bien ello varía en función al tamaño de la explotación, la capacidad del productor y de la mano de obra dependiente, etc., puede definirse como el tiempo (en horas) que el productor dedica a resolver problemas relativos al proceso de producción, a la comercialización de la producción y a la provisión de los insumos y servicios, a las gestiones y trámites propios requeridos por la explotación, etc.; lo ideal sería tener organización y equilibrio en el uso del tiempo físico. En esta pregunta se deberá observar cómo se integra esa actividad gerencial con la capacidad de manejo y la delegación de responsabilidades en la mano de obra dependiente. Una observación importante, es el orden y las condiciones en que se guardan las maquinarias y los insumos, y el aspecto general que presenta el mantenimiento del establecimiento.

- Pregunta 9:

Se considera que para que una finca funcione, no sólo es necesario tener objetivos y estrategias para tratar de alcanzarlos sino que también es importante realizar controles y evaluaciones periódicas para determinar los resultados y ratificar o rectificar el rumbo. Ello debe cubrir todos los aspectos que atañen a la vida de la explotación. En consecuencia a ello se hace la indagación.

- Pregunta 10:

Se intenta establecer cómo es la capacitación desde dos puntos de vista. Por un lado, definiendo las características cualitativas de esa capacitación en cuanto a su calidad y relación con el tipo de finca y sus objetivos (Se considera como "Formal" a aquellos cursos teóricos y/o prácticos que otorgan diplomas de asistencia, e "Informal" a modalidades de capacitación no planificadas). Por otro lado, se quiere averiguar quién recibe la capacitación y con qué regularidad.

Debido a la naturaleza de esta pregunta que es en dos partes, no existen respuestas por niveles sino que cada posible respuesta posee su puntaje.

- Pregunta 11:

Con respecto a la información es necesario indagar la calidad de la misma.

- Pregunta 12:

El asesoramiento profesional agronómico y veterinario puede caracterizarse básicamente por su nivel de dedicación y continuidad.

Resultados totales

Luego de calificar las distintas preguntas, se deberán sumar los resultados por rango. De esta manera se obtendrá una ponderación numérica que permitirá evaluar el manejo o capacidad empresarial del productor. Para hacer esto último, se proponen los siguientes rangos:

- a) Si el resultado varía entre **12 y 18**, y no existe ninguna pregunta con respuesta 3, la valuación es "1" o sea **insuficiente-bajo**.
- b) Cuando la suma gira entre **19 y 27**, y los casos donde la suma es menor a 19 pero con respuesta 3, se evaluaría como "2" o sea **regular - medio**.
- c) Si el número varía entre **28 y 36** debe evaluarse como "3" o sea **bueno - alto**.

III. Parte C: Análisis de la estructura familiar

A continuación de la Parte B, se incluye una secuencia de preguntas, que si no se realizan directamente, pueden eventualmente ser inferidas por el encuestador en el transcurso de la entrevista. Las mismas son de suma utilidad para efectuar posibles ajustes en el puntaje a obtener en los **RESULTADOS TOTALES**. En efecto, la influencia de la **Estructura Familiar** es de gran importancia y presenta diferentes aspectos, algunos de gran complejidad. Ligados a la constitución familiar se pueden señalar, entre otros, algunos de los factores que tienen la mayor relevancia:

- Es posible visualizar si existen objetivos empresariales de mediano y largo plazo.
- Si existen, se puede inferir su consistencia, el grado de consenso familiar y la asignación de responsabilidades a sus miembros en el proceso de implementación y control.
- Si son familias extendidas, la organización de los retiros monetarios puede constituirse en una fuerte limitación en la administración y la operatividad de la explotación.
- Con respecto a las previsiones para el traspaso generacional, se podrá observar si se han efectuado o no las consideraciones que son propias de cada empresa.

Anexo 5: Descripción del modelo de programación lineal

1. Estructura matemática del modelo

1.1 Función objetivo

$$\text{Max } Z = c_{lvipn} X_{lvipn} + c_{lvipm} X_{lvipm} + c_{lvvpn} X_{lvvpn} + c_{lvvpm} X_{lvvpm} + c_{cvpn} X_{cvpn} + c_{cvpm} X_{cvpm}$$

1.2 Restricciones

$$a_{pnlti} X_{ltipn} + a_{pnct} X_{ctpn} \leq b_{pn}$$

$$a_{pmlti} X_{ltipm} + a_{pmct} X_{ctpm} \leq b_{pm}$$

$$a_{pnlvt} X_{ltvpn} + a_{pnct} X_{ctpn} \leq b_{pn}$$

$$a_{pmlvt} X_{ltvpm} + a_{pmct} X_{ctpm} \leq b_{pm}$$

$$a_{cltipn} X_{ltipn} + a_{cltipm} X_{ltipm} + a_{cltvpn} X_{ltvpn} + a_{cltvpm} X_{ltvpm} + a_{cctpn} X_{ctpn} + a_{cctpm} X_{ctpm} \leq b_c$$

$$a_{flc} (X_{ltipn} + X_{ltipm} + X_{ltvpn} + X_{ltvpm}) = X_{ctpn} + X_{ctpm}$$

$$X_{ltipn} - X_{lacipn} = X_{lvipn}$$

$$X_{ltipm} - X_{lacipm} = X_{lvipm}$$

$$X_{ltvpn} - X_{lacvpn} = X_{lvvpn}$$

$$X_{ltvpm} - X_{lacvpm} = X_{lvvpm}$$

$$X_{ctpn} - X_{cacpn} = X_{cvpn}$$

$$X_{ctpm} - X_{cacpm} = X_{cvpm}$$

$$X_{lacipn} \geq b_{lacipn}$$

$$X_{lacipm} \geq b_{lacipm}$$

$$X_{lacvpn} \geq b_{lacvpn}$$

$$X_{lacvpm} \geq b_{lacvpm}$$

$$X_{cacpn} \geq b_{cacpn}$$

$$X_{cacpm} \geq b_{cacpm}$$

$$X_{ltipn}, X_{ltipm}, X_{ltvpn}, X_{ltvpm}, X_{ctpn}, X_{ctpm} \geq 0$$

No.	Función	Descripción	Unidad
1.	$Max Z$	Maximiza el ingreso efectivo por año de la finca	Ingreso efectivo (\$)/año

No.	Variables	Descripción	Unidad
1.	X_{lvipn}	Litros de leche de pastura natural para la venta en invierno por año	Litros de leche/año
2.	X_{lvipm}	Litros de leche de pastura mejorada para la venta en invierno por año	Litros de leche/año
3.	X_{lvvpn}	Litros de leche de pastura natural para la venta en verano por año	Litros de leche/año
4.	X_{lvvpm}	Litros de leche de pastura mejorada para la venta en verano por año	Litros de leche/año
5.	X_{cvpn}	Kilogramos de carne de pastura natural para la venta por año	Kilogramos de carne/año
6.	X_{cvpm}	Kilogramos de carne de pastura mejorada para la venta por año	Kilogramos de carne/año

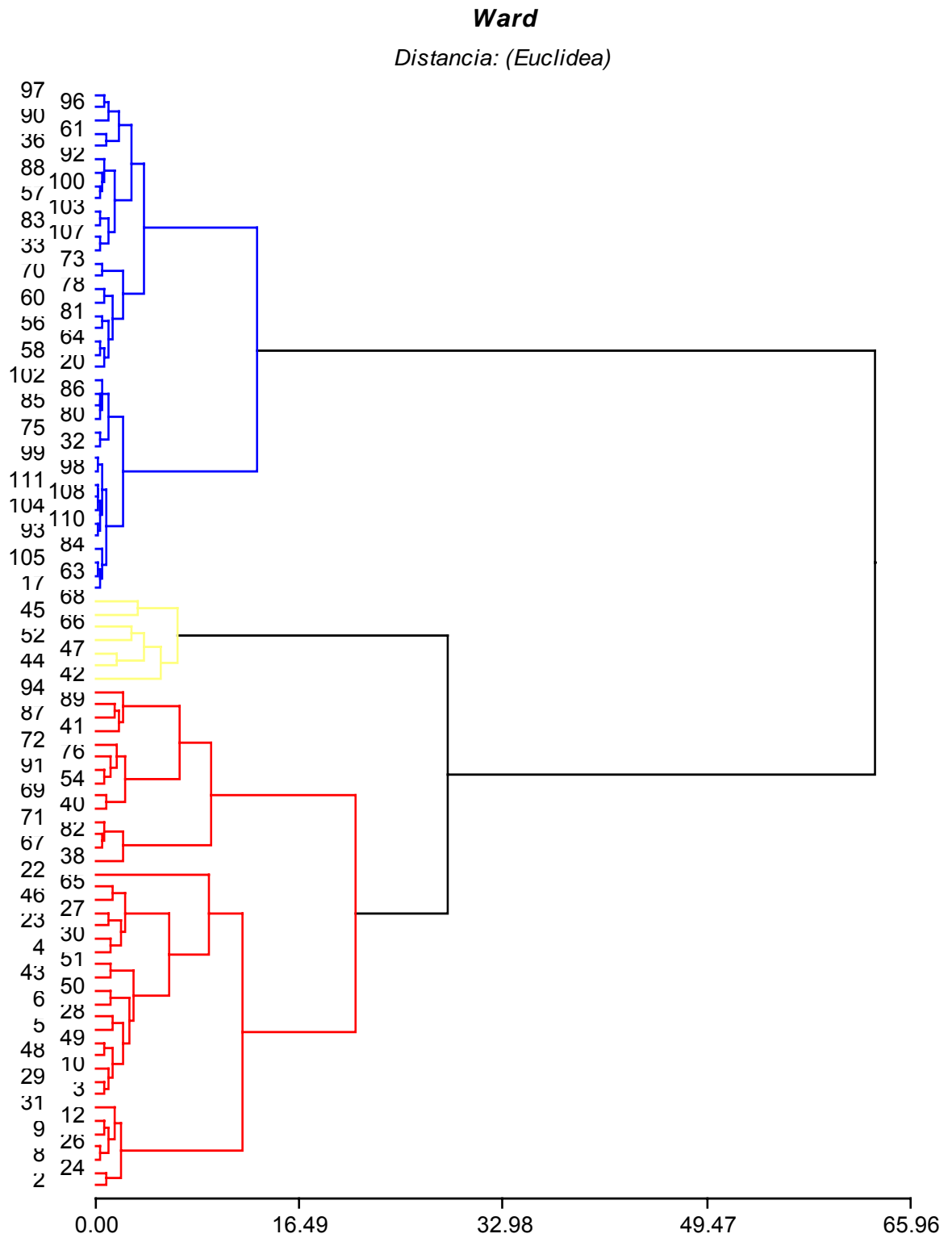
No.	Coefficientes F.O.	Descripción	Unidad
1.	C_{lvipn}	Contribución marginal de la leche de pasto natural en invierno al ingreso efectivo de la finca	Ingreso efectivo/litro de leche/año
2.	C_{lvipm}	Contribución marginal de la leche de pasto mejorado en invierno al ingreso efectivo de la finca	Ingreso efectivo/litro de leche/año
3.	C_{lvvpn}	Contribución marginal de la leche de pasto natural en verano al ingreso efectivo de la finca	Ingreso efectivo/litro de leche/año
4.	C_{lvvpm}	Contribución marginal de la leche de pasto mejorado en verano al ingreso efectivo de la finca	Ingreso efectivo/litro de leche/año
5.	C_{cvpn}	Contribución marginal de la carne de pasto natural al ingreso efectivo de la finca	Ingreso efectivo/kg de carne/año
6.	C_{cvpm}	Contribución marginal de la carne de pasto mejorado al ingreso efectivo de la finca	Ingreso efectivo/kg de carne/año

No.	Líneas de restricción	Descripción
1.	$a_{pnlti} X_{ltipn} + a_{pnct} X_{ctpn} \leq b_{pn}$	Se refiere a las ha de pasto natural requeridas para producir leche en invierno y carne por año
2.	$a_{pmlti} X_{ltipm} + a_{pmct} X_{ctpm} \leq b_{pm}$	Se refiere a las ha de pasto mejorado requeridas para producir leche en invierno y carne por año
3.	$a_{pnliv} X_{ltvyn} + a_{pnct} X_{ctpn} \leq b_{pn}$	Se refiere a las ha de pasto natural requeridas para producir leche en verano y carne por año
4.	$a_{pmliv} X_{ltvym} + a_{pmct} X_{ctpm} \leq b_{pm}$	Se refiere a las ha de pasto mejorado requeridas para producir leche en verano y carne por año
5.	$a_{c,ltipn} X_{ltipn} + a_{c,ltipm} X_{ltipm} + a_{c,ltvyn} X_{ltvyn} + a_{c,ltvym} X_{ltvym} + a_{c,cvyn} X_{cvyn} + a_{c,cvpm} X_{cvpm} \leq b_c$	Se refiere al capital requerido para producir leche en invierno, leche en verano y carne por año según el tipo de pastura (natural o mejorada)
6.	$a_{fjc} (X_{ltipn} + X_{ltipm} + X_{ltvyn} + X_{ltvym}) = X_{ctpn} + X_{ctpm}$	Ecuación de equilibrio que muestra la relación de los kilogramos de carne producidos en el sistema derivados de la actividad lechera
7.	$X_{ltipn} - X_{lacipn} = X_{lvipn}$	Muestra el origen de la leche de pastura natural de invierno para la venta
8.	$X_{ltipm} - X_{lacipm} = X_{lvipm}$	Muestra el origen de la leche de pastura mejorada de invierno para la venta
9.	$X_{ltvyn} - X_{lacvyn} = X_{lvvyn}$	Muestra el origen de la leche de pastura natural de verano para la venta
10.	$X_{ltvym} - X_{lacvym} = X_{lvvym}$	Muestra el origen de la leche de pastura mejorada de verano para la venta
11.	$X_{ctpn} - X_{cacpn} = X_{cvpn}$	Muestra el origen de la carne de pastura natural para la venta
12.	$X_{ctpm} - X_{cacpm} = X_{cvpm}$	Muestra el origen de la carne de pastura mejorada para la venta
13.	$X_{lacipn} \geq b_{lacipn}$	Se refiere a la cantidad mínima de leche para autoconsumo proveniente de pasto natural en invierno
14.	$X_{lacipm} \geq b_{lacipm}$	Se refiere a la cantidad mínima de leche para autoconsumo proveniente de pasto mejorado en invierno
15.	$X_{lacvyn} \geq b_{lacvyn}$	Se refiere a la cantidad mínima de leche para autoconsumo proveniente de pasto natural en verano
16.	$X_{lacvym} \geq b_{lacvym}$	Se refiere a la cantidad mínima de leche para autoconsumo proveniente de pasto mejorado en verano
17.	$X_{cacpn} \geq b_{cacpn}$	Se refiere a la cantidad mínima de carne para autoconsumo proveniente de pasto natural
18.	$X_{cacpm} \geq b_{cacpm}$	Se refiere a la cantidad mínima de carne para autoconsumo proveniente de pasto mejorado
19.	$X_{ltipn}, X_{ltipm}, X_{ltvyn}, X_{ltvym}, X_{ctpn}, X_{ctpm} \geq 0$	Condiciones de no negatividad

No.	Coefficientes Insumo- Producto	Descripción	Unidad
1.	a_{pnlti}	ha requeridas de pasto natural para producir un litro de leche en invierno por año	ha naturales/litro de leche/año
2.	a_{pnct}	ha requeridas de pasto natural para producir un kilogramo de carne en un año	ha naturales/ kilogramo de carne/año
3.	a_{pnlvt}	ha requeridas de pasto natural para producir un litro de leche en verano por año	ha naturales/litro de leche/año
4.	a_{pmlti}	ha requeridas de pasto mejorado para producir un litro de leche en invierno por año	ha mejoradas/litro de leche/año
5.	a_{pmct}	ha requeridas de pasto mejorado para producir un kilogramo de carne en un año	ha mejoradas/ kilogramo de carne/año
6.	a_{pmlvt}	ha requeridas de pasto mejorado para producir un litro de leche en verano por año	ha mejoradas/litro de leche/año
7.	a_{cltipn}	Capital (\$) requerido para producir un litro de leche de pastura natural en invierno por año	Dólares/litro de leche/año
8.	a_{cltipm}	Capital (\$) requerido para producir un litro de leche de pastura mejorada en invierno por año	Dólares/litro de leche/año
9.	a_{cltvpn}	Capital (\$) requerido para producir un litro de leche de pastura natural en verano por año	Dólares/litro de leche/año
10.	$a_{cltvp m}$	Capital (\$) requerido para producir un litro de leche de pastura mejorada en verano por año	Dólares/litro de leche/año
11.	a_{cctpn}	Capital (\$) requerido para producir un kilogramo de carne de pasto natural por año	Dólares/kilogramo de carne/año
12.	a_{cctpm}	Capital (\$) requerido para producir un kilogramo de carne de pasto mejorado por año	Dólares/kilogramo de carne/año
13.	a_{flc}	Factor de equilibrio que establece la relación de producción leche- carne	%

No.	Coeficientes de los Recursos	Descripción	Unidad
1.	b_{pn}	Cantidad disponible de pasturas naturales por año	ha naturales/año
2.	b_{pm}	Cantidad disponible de pasturas mejoradas por año	ha mejoradas/año
3.	b_c	Cantidad disponible de capital por año	Capital (\$)/ año
4.	b_{lacipn}	Cantidad mínima de autoconsumo de leche de pasto natural en invierno por año	Litros de leche para autoconsumo/año
5.	b_{lacipm}	Cantidad mínima de autoconsumo de leche de pasto mejorado en invierno por año	Litros de leche para autoconsumo/año
6.	b_{lacvpn}	Cantidad mínima de autoconsumo de leche de pasto natural en verano por año	Litros de leche para autoconsumo/año
7.	b_{lacvpm}	Cantidad mínima de autoconsumo de leche de pasto mejorado en verano por año	Litros de leche para autoconsumo/año
8.	b_{cacpn}	Cantidad mínima de autoconsumo de carne de pasto natural por año	Kilogramos de carne para autoconsumo/año
9.	b_{cacpm}	Cantidad mínima de autoconsumo de carne de pasto mejorado por año	Kilogramos de carne para autoconsumo/año

Anexo 6a: Dendrograma de los clusters



Anexo 6b: ANDEVA y Prueba de Duncan para los tres clusters

Cuadro 6b.1: ANDEVA para los tres clusters

Variable	Pr > F	Observación
Edad	0.5730	No significativo
Tamaño de finca	<.0001	Significativo
Producción de leche época lluviosa	<.0001	Significativo
Vacas ordeñadas en época lluviosa	<.0001	Significativo
Producción de leche época seca	<.0001	Significativo
Vacas ordeñadas en época seca	<.0001	Significativo
Unidades animales	<.0001	Significativo
Carga animal	0.0624	No significativo

Cuadro 6b.2: Prueba de Duncan para los tres clusters

Variable	Cluster 1*	Cluster 2*	Cluster 3*
Edad	A	A	A
Tamaño de finca	B	A	A
Producción de leche época lluviosa	C	B	A
Vacas ordeñadas en época lluviosa	C	B	A
Producción de leche época seca	C	B	A
Vacas ordeñadas en época seca	C	B	A
Unidades animales	C	B	A
Carga animal	B	B	A

* Letras distintas indican diferencias entre los grupos

Anexo 7: Estructura de costos Cluster 1

ESTRUCTURA ANUAL DE INGRESOS Y COSTOS SISTEMA DE DOBLE PROPÓSITO 2004

Descripción	Parciales (L)	Parciales (L)	Totales (L)	Gran Total (L)	% del Concepto	% del Total	Valor (\$)
1. INGRESOS			L. 106,360.00	L. 106,360.00			\$5,777.29
1.1 INGRESOS EFECTIVOS		L. 82,600.00				77.66%	\$4,486.69
Venta de leche fluida	L. 63,600.00				77.00%		\$3,454.64
Venta de productos procesados	L. 0.00				0.00%		\$0.00
Venta de novillos	L. 15,000.00				18.16%		\$814.77
Venta de vacas de descarte	L. 4,000.00				4.84%		\$217.27
1.2 INGRESOS NO EFECTIVOS		L. 23,760.00				22.34%	\$1,290.60
Auto- consumo leche	L. 2,760.00				11.62%		\$149.92
Auto- consumo carne	L. 5,000.00				21.04%		\$271.59
Cambio de inventario	L. 16,000.00				67.34%		\$869.09
2. COSTOS				L. 80,407.00			\$4,367.57
2.1 COSTOS EFECTIVOS			L. 62,977.00			78.32%	\$3,420.80
2.1.1 Costos Variables		L. 31,677.00				50.30%	\$1,720.64
Alimentos, suplementos y minerales	L. 5,232.00				16.52%		\$284.19
Manejo de pastos	L. 4,200.00				13.26%		\$228.14
Sanidad animal	L. 3,970.00				12.53%		\$215.64
Mano de obra temporal	L. 9,600.00				30.31%		\$521.46
Herramientas y materiales	L. 8,675.00				27.39%		\$471.21
Transporte	L. 0.00				0.00%		\$0.00
Gastos de operación CREL	L. 0.00				0.00%		\$0.00
2.1.2 Costos Fijos		L. 31,300.00				49.70%	\$1,700.16
Mano de obra fija	L. 28,800.00				92.01%		\$1,564.37
Administración	L. 0.00				0.00%		\$0.00
Bienes y servicios	L. 0.00				0.00%		\$0.00
Cargas sociales (Impuestos)	L. 500.00				1.60%		\$27.16
Mantenimiento	L. 2,000.00						
2.2 COSTOS NO EFECTIVOS		L. 17,430.00	L. 17,430.00			21.68%	\$946.77
Depreciaciones	L. 3,030.00				17.38%		\$164.58
Costo de oportunidad m.o. familiar	L. 14,400.00				82.62%		\$782.18

Tasa de cambio Dólar*
18.41

* Tasa promedio del 2004

Indices Económicos	Valor (Lps.)	Valor (\$)
Margen bruto	L. 74,683.00	\$4,056.65
Margen bruto por ha utilizada	L. 1,867.08	\$101.42
Margen bruto por área total de finca	L. 1,310.23	\$71.17
Costo efectivo por litro de leche	L. 2.51	\$0.14
Costo total por litro de leche	L. 3.44	\$0.19

Anexo 8a: Estructura de costos finca leche caliente Cluster 2

ESTRUCTURA ANUAL DE INGRESOS Y COSTOS SISTEMA DE DOBLE PROPÓSITO 2004

Descripción	Parciales (L)	Parciales (L)	Totales (L)	Gran Total (L)	% del Concepto	% del Total	Valor (\$)
1. INGRESOS			L. 320,700.00	L. 320,700.00			\$17,419.88
1.1 INGRESOS EFECTIVOS		L. 270,900.00				84.47%	\$14,714.83
Venta de leche fluida	L. 0.00				0.00%		\$0.00
Venta de productos procesados	L. 198,900.00				73.42%		\$10,803.91
Venta de novillos	L. 60,000.00				22.15%		\$3,259.10
Venta de vacas de descarte	L. 12,000.00				4.43%		\$651.82
1.2 INGRESOS NO EFECTIVOS		L. 49,800.00				15.53%	\$2,705.05
Auto- consumo leche	L. 13,800.00				27.71%		\$749.59
Auto- consumo carne	L. 5,000.00				10.04%		\$271.59
Cambio de inventario	L. 31,000.00				62.25%		\$1,683.87
2. COSTOS				L. 158,645.33			\$8,617.35
2.1 COSTOS EFECTIVOS			L. 123,692.00			77.97%	\$6,718.74
2.1.1 Costos Variables		L. 96,912.00				78.35%	\$5,264.10
Alimentos, suplementos y minerales	L. 19,566.00				20.19%		\$1,062.79
Manejo de pastos	L. 4,200.00				4.33%		\$228.14
Sanidad animal	L. 10,640.00				10.98%		\$577.95
Mano de obra temporal	L. 36,000.00				37.15%		\$1,955.46
Herramientas y materiales	L. 16,906.00				17.44%		\$918.31
Transporte	L. 9,600.00				9.91%		\$521.46
Gastos de operación CREL	L. 0.00				0.00%		\$0.00
2.1.2 Costos Fijos		L. 26,780.00				21.65%	\$1,454.64
Mano de obra fija	L. 0.00				0.00%		\$0.00
Administración	L. 14,400.00				53.77%		\$782.18
Bienes y servicios	L. 0.00				0.00%		\$0.00
Cargas sociales (Impuestos)	L. 880.00				3.29%		\$47.80
Mantenimiento	L. 11,500.00						
2.2 COSTOS NO EFECTIVOS		L. 34,953.33	L. 34,953.33			22.03%	\$1,898.61
Depreciaciones	L. 6,153.33				17.60%		\$334.24
Costo de oportunidad m.o. familiar	L. 28,800.00				82.40%		\$1,564.37

Tasa de cambio Dólar*
18.41

* Tasa promedio del 2004

Índices Económicos	Valor (Lps.)	Valor (\$)
Margen bruto	L. 223,788.00	\$12,155.78
Margen bruto por ha utilizada	L. 2,111.21	\$114.68
Margen bruto por área total de finca	L. 1,398.68	\$75.97
Costo efectivo por litro de leche	L. 1.95	\$0.11
Costo total por litro de leche	L. 2.41	\$0.13

Anexo 8b: Estructura de costos finca leche fría Cluster 2

ESTRUCTURA ANUAL DE INGRESOS Y COSTOS SISTEMA DE DOBLE PROPÓSITO 2004

Descripción	Parciales (L)	Parciales (L)	Totales (L)	Gran Total (L)	% del Concepto	% del Total	Valor (\$)
1. INGRESOS			L. 233,424.00	L. 233,424.00			\$12,679.20
1.1 INGRESOS EFECTIVOS		L. 187,040.80				80.13%	\$10,159.74
Venta de leche fluida	L. 153,040.80				81.82%		\$8,312.92
Venta de productos procesados	L. 0.00				0.00%		\$0.00
Venta de novillos	L. 30,000.00				16.04%		\$1,629.55
Venta de vacas de descarte	L. 4,000.00				2.14%		\$217.27
1.2 INGRESOS NO EFECTIVOS		L. 46,383.20				19.87%	\$2,519.46
Auto- consumo leche	L. 11,383.20				24.54%		\$618.32
Auto- consumo carne	L. 5,000.00				10.78%		\$271.59
Cambio de inventario	L. 30,000.00				64.68%		\$1,629.55
2. COSTOS				L. 152,898.13			\$8,305.17
2.1 COSTOS EFECTIVOS			L. 98,084.80			64.15%	\$5,327.80
2.1.1 Costos Variables		L. 55,968.80				57.06%	\$3,040.13
Alimentos, suplementos y minerales	L. 9,000.00				16.08%		\$488.86
Manejo de pastos	L. 8,900.00				15.90%		\$483.43
Sanidad animal	L. 4,875.00				8.71%		\$264.80
Mano de obra temporal	L. 10,800.00				19.30%		\$586.64
Herramientas y materiales	L. 9,753.00				17.43%		\$529.77
Transporte	L. 4,356.00				7.78%		\$236.61
Gastos de operación CREL	L. 8,284.80				14.80%		\$450.02
2.1.2 Costos Fijos		L. 42,116.00				42.94%	\$2,287.67
Mano de obra fija	L. 0.00				0.00%		\$0.00
Administración	L. 14,400.00				34.19%		\$782.18
Bienes y servicios	L. 15,876.00				37.70%		\$862.36
Cargas sociales (Impuestos)	L. 1,840.00				4.37%		\$99.95
Mantenimiento	L. 10,000.00						
2.2 COSTOS NO EFECTIVOS		L. 54,813.33	L. 54,813.33			35.85%	\$2,977.37
Depreciaciones	L. 11,613.33				21.19%		\$630.82
Costo de oportunidad m.o. familiar	L. 43,200.00				78.81%		\$2,346.55

Tasa de cambio Dólar*
18.41

* Tasa promedio del 2004

Indices Económicos	Valor (Lps.)	Valor (\$)
Margen bruto	L. 177,455.20	\$9,639.07
Margen bruto por ha utilizada	L. 2,648.59	\$143.87
Margen bruto por área total de finca	L. 2,304.61	\$125.18
Costo efectivo por litro de leche	L. 2.45	\$0.13
Costo total por litro de leche	L. 4.09	\$0.22

Anexo 9a: Estructura de costos finca leche caliente Cluster 3

ESTRUCTURA ANUAL DE INGRESOS Y COSTOS SISTEMA DE DOBLE PROPÓSITO 2004

Descripción	Parciales (L)	Parciales (L)	Totales (L)	Gran Total (L)	% del Concepto	% del Total	Valor (\$)
1. INGRESOS			L. 458,620.00	L. 458,620.00			\$24,911.46
1.1 INGRESOS EFECTIVOS		L. 405,720.00				88.47%	\$22,038.02
Venta de leche fluida	L. 0.00				0.00%		\$0.00
Venta de productos procesados	L. 297,720.00				73.38%		\$16,171.65
Venta de novillos	L. 100,000.00				24.65%		\$5,431.83
Venta de vacas de descarte	L. 8,000.00				1.97%		\$434.55
1.2 INGRESOS NO EFECTIVOS		L. 52,900.00				11.53%	\$2,873.44
Auto- consumo leche	L. 6,900.00				13.04%		\$374.80
Auto- consumo carne	L. 4,000.00				7.56%		\$217.27
Cambio de inventario	L. 42,000.00				79.40%		\$2,281.37
2. COSTOS				L. 314,781.00			\$17,098.37
2.1 COSTOS EFECTIVOS			L. 262,116.00			83.27%	\$14,237.70
2.1.1 Costos Variables		L. 134,696.00				51.39%	\$7,316.46
Alimentos, suplementos y minerales	L. 25,380.00				18.84%		\$1,378.60
Manejo de pastos	L. 18,300.00				13.59%		\$994.02
Sanidad animal	L. 49,535.00				36.78%		\$2,690.66
Mano de obra temporal	L. 0.00				0.00%		\$0.00
Herramientas y materiales	L. 29,481.00				21.89%		\$1,601.36
Transporte	L. 12,000.00				8.91%		\$651.82
Gastos de operación CREL	L. 0.00				0.00%		\$0.00
2.1.2 Costos Fijos		L. 127,420.00				48.61%	\$6,921.24
Mano de obra fija	L. 105,600.00				82.88%		\$5,736.01
Administración	L. 0.00				0.00%		\$0.00
Bienes y servicios	L. 8,820.00				6.92%		\$479.09
Cargas sociales (Impuestos)	L. 2,500.00				1.96%		\$135.80
Mantenimiento	L. 10,500.00				8.24%		
2.2 COSTOS NO EFECTIVOS		L. 52,665.00	L. 52,665.00			16.73%	\$2,860.67
Depreciaciones	L. 9,465.00				17.97%		\$514.12
Costo de oportunidad m.o. familiar	L. 43,200.00				82.03%		\$2,346.55

Tasa de cambio Dólar*
18.41

* Tasa promedio del 2004

Índices Económicos	Valor (Lps.)	Valor (\$)
Margen bruto	L. 323,924.00	\$17,595.00
Margen bruto por ha utilizada	L. 5,398.73	\$293.25
Margen bruto por área total de finca	L. 2,892.18	\$157.10
Costo efectivo por litro de leche	L. 2.51	\$0.14
Costo total por litro de leche	L. 3.09	\$0.17

Anexo 9b: Estructura de costos finca leche fría Cluster 3

ESTRUCTURA ANUAL DE INGRESOS Y COSTOS SISTEMA DE DOBLE PROPÓSITO 2004

Descripción	Parciales (L)	Parciales (L)	Totales (L)	Gran Total (L)	% del Concepto	% del Total	Valor (\$)
1. INGRESOS			L. 808,892.00	L. 808,892.00			\$43,937.64
1.1 INGRESOS EFECTIVOS		L. 719,920.00				89.00%	\$39,104.83
Venta de leche fluida	L. 505,920.00				70.27%		\$27,480.72
Venta de productos procesados	L. 0.00				0.00%		\$0.00
Venta de novillos	L. 190,000.00				26.39%		\$10,320.48
Venta de vacas de descarte	L. 24,000.00				3.33%		\$1,303.64
1.2 INGRESOS NO EFECTIVOS		L. 88,972.00				11.00%	\$4,832.81
Auto- consumo leche	L. 18,972.00				21.32%		\$1,030.53
Auto- consumo carne	L. 5,000.00				5.62%		\$271.59
Cambio de inventario	L. 65,000.00				73.06%		\$3,530.69
2. COSTOS				L. 461,679.67			\$25,077.66
2.1 COSTOS EFECTIVOS			L. 448,863.00			97.22%	\$24,381.48
2.1.1 Costos Variables		L. 218,639.00				48.71%	\$11,876.10
Alimentos, suplementos y minerales	L. 97,960.00				44.80%		\$5,321.02
Manejo de pastos	L. 16,350.00				7.48%		\$888.10
Sanidad animal	L. 28,020.00				12.82%		\$1,522.00
Mano de obra temporal	L. 0.00				0.00%		\$0.00
Herramientas y materiales	L. 18,709.00				8.56%		\$1,016.24
Transporte	L. 28,800.00				13.17%		\$1,564.37
Gastos de operación CREL	L. 28,800.00				13.17%		\$1,564.37
2.1.2 Costos Fijos		L. 230,224.00				51.29%	\$12,505.38
Mano de obra fija	L. 91,200.00				39.61%		\$4,953.83
Administración	L. 120,000.00				52.12%		\$6,518.20
Bienes y servicios	L. 3,024.00				1.31%		\$164.26
Cargas sociales (Impuestos)	L. 2,000.00				0.87%		\$108.64
Mantenimiento	L. 14,000.00				6.08%		
2.2 COSTOS NO EFECTIVOS		L. 12,816.67	L. 12,816.67			2.78%	\$696.18
Depreciaciones	L. 12,816.67				100.00%		\$696.18
Costo de oportunidad m.o. familiar	L. 0.00				0.00%		\$0.00

Tasa de cambio Dólar*
18.41

* Tasa promedio del 2004

Índices Económicos	Valor (Lps.)	Valor (\$)
Margen bruto	L. 590,253.00	\$32,061.54
Margen bruto por ha utilizada	L. 5,902.53	\$320.62
Margen bruto por área total de finca	L. 3,935.02	\$213.74
Costo efectivo por litro de leche	L. 3.70	\$0.20
Costo total por litro de leche	L. 3.78	\$0.21

Anexo 10: Información técnica y de recursos para los tres clusters

Datos Técnicos Estandar de la región

Tipo de pasto*	C.A.(UA/ha)
Pasto natural en invierno leche	0.7
Pasto mejorado en invierno leche	1.5
Pasto natural en verano leche	0.5
Pasto mejorado en verano leche	1
Pasto natural en el año carne	1
Pasto mejorado en el año carne	1.5

* En promedio C.A. en leche es 0.5 UA/ha de pn y 1.5 UA/ha de pm (datos de técnicos proyecto norad, zamorano y productores)

Productividad de vacas por tipo de pasto* (*)	lts/vaca/día	lts por U.A./ha de pasto/día**
1 vaca en invierno en pasto natural	3	2.10
1 vaca en invierno en pasto mejorado	4	6
1 vaca en verano en pasto natural	2	1
1 vaca en verano en pasto mejorado	3	3
1 vaca en invierno en pasto natural + [] ó CA de 1	4.5	3.15
1 vaca en invierno en pasto mejorado + [] ó CA de 2	5.5	8.25
1 vaca en verano en pasto natural + [] ó CA de 0.75	3	1.5
1 vaca en verano en pasto mejorado + [] ó CA de 1.5	4.5	4.5

Datos técnicos base de la finca leche caliente cluster 1

Inventario Animal*	Valor	U. A.**
Total vacas lecheras:	15	15
Vacas en ordeño en invierno	12	12
Vacas secas en invierno	3	3
Vacas en ordeño en verano	8	8
Vacas secas en verano	7	7
Vaquillas 2 años	8	4
Vaquillas 3 años	2	1.5
Toros	1	1.5
Termeros 1 - 2 años para venta	5	1.75
Total	31	23.75

Dato real

* No se incluyen termeros en ordeño pq usan un área asignada al par del establo (1 ha natural)

** 23.75/(19 ha de pn+ 15 ha de pm)= 0.7 UA/ha de carga animal promedio de la finca

** La CA ideal sería el área de cada tipo de pasto por su capacidad de carga en cada época y eso entre el área total (34) para ver CA por época ideal

Áreas de cada pasto disponible por época	Valor
ha de pasto natural disponible para leche o carne en inv	9.71
ha de pasto mejorado disponible para leche o carne en inv	15
ha de pasto natural disponible para leche o carne en ver	5.50
ha de pasto mejorado disponible para leche o carne en ver	10.25

Datos técnicos base de la finca leche fría cluster 2

Inventario Animal*	Valor	U. A.**
Total vacas lecheras:	25	25
Vacas en ordeño en invierno	19	19
Vacas secas en invierno	6	6
Vacas en ordeño en verano	16	16
Vacas secas en verano	9	9
Vaquillas 2 años	3	1.5
Vaquillas 3 años	9	6.75
Toros	1	1.5
Termeros 1 - 2 años para venta	8	2.8
Total	46	37.55

Dato real

* No se incluyen termeros en ordeño pq usan un área asignada al par del establo (2 ha natural)

** $37.55 / (45 \text{ ha de pn} + 20 \text{ ha de pm}) = 0.6 \text{ UA/ha}$ de carga animal promedio de la finca

** La CA ideal sería el área de cada tipo de pasto por su capacidad de carga en cada época y eso entre el área total (65) para ver CA por época ideal

Áreas de cada pasto disponible por época	Valor
ha de pasto natural disponible para leche o carne en inv	22.50
ha de pasto mejorado disponible para leche o carne en inv	20
ha de pasto natural disponible para leche o carne en ver	7.50
ha de pasto mejorado disponible para leche o carne en ver	20

Datos técnicos base de la finca leche fría cluster 3

Inventario Animal*	Valor	U. A.**
Total vacas lecheras:	76	76
Vacas en ordeño en invierno	60	60
Vacas secas en invierno	16	16
Vacas en ordeño en verano	40	40
Vacas secas en verano	36	36
Vaquillas 2 años	27	13.5
Vaquillas 3 años	12	9
Toros	3	4.5
Termeros 1 - 2 años para venta	44	15.4
Total	162	118.4

Dato real

* No se incluyen termeros en ordeño pq usan un área asignada al par del establo (2 ha natural)

** $118.4 / (40 \text{ ha de pn} + 60 \text{ ha de pm}) = 1.184 \text{ UA/ha}$ de carga animal promedio de la finca

** La CA ideal sería el área de cada tipo de pasto por su capacidad de carga en cada época y eso entre el área total (100) para ver CA por época ideal

Áreas de cada pasto disponible por época	Valor
ha de pasto natural disponible para leche o carne en inv	1.43
ha de pasto mejorado disponible para leche o carne en inv	47.33
ha de pasto natural disponible para leche o carne en ver	1.00
ha de pasto mejorado disponible para leche o carne en ver	13.00

Anexo 11: Información para escenario de aspectos técnicos

Datos intensivos estándar de la región

Tipo de pasto*	C.A.(UA/ha)
Pasto natural en invierno leche	1
Pasto mejorado en invierno leche	2
Pasto natural en verano leche	0.75
Pasto mejorado en verano leche	1.5
Pasto natural en el año carne	1
Pasto mejorado en el año carne	1.5

Productividad de vacas por tipo de pasto* (*)	lts/vaca/día	lts por U.A./ha de pasto/día**
1 vaca en invierno en pasto natural	3	2.10
1 vaca en invierno en pasto mejorado	4	6
1 vaca en verano en pasto natural	2	1
1 vaca en verano en pasto mejorado	3	3
1 vaca en invierno en pasto natural + [] ó CA de 1	4.5	3.15
1 vaca en invierno en pasto mejorado + [] ó CA de 2	5.5	8.25
1 vaca en verano en pasto natural + [] ó CA de 0.75	3	1.5
1 vaca en verano en pasto mejorado + [] o CA de 1.5	4.5	4.5