UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS AGRÓNOMOS Y DE MONTES

DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA, SOCIOLOGIA Y POLÍTICAS AGRARIAS

ANÁLISIS MULTICRITERIO DE LA EFICIENCIA ECONÓMICA DE LAS EXPLOTACIONES AGROGANADERAS DE LAS AZORES (PORTUGAL)

TESIS DOCTORAL

DOCTORANDO:

Emiliana Leonilde Diniz Gil Soares da Silva

DIRECTORES DE TESIS:

D. Julio Berbel Vecino

D. Francisco Xavier M. Avillez

ABRIL, 2001

UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS AGRÓNOMOS Y DE MONTES

Tesis que presenta para optar al grado de Doctor Ingeniero Agrónomo D. Emiliana Leonilde Diniz Gil Soares da Silva, bajo la dirección de los Drs. D. Julio Berbel, Profesor Titular de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y de Montes de la Universidad de Córdoba, y D. Francisco Avillez, Profesor Catedrático, de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y de Montes, de la Universidad Técnica de Lisboa.

Firma del doctorando:

Firma de los Directores:

A mis hijos

António Pedro y Luís Miguel

LISTA DE TABLAS 7

LISTA DE ESQUEMAS 9

LISTA DE GRÁFICOS 10

LISTA DE SIGLAS 12

AGRADECIMIENTOS 14

RESUMEN 16

ABSTRACT 18

CAPITULO I – INTRODUCCION 19

1.1. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL OBJETO DE ESTUDIO 20
1.2. JUSTIFICACIÓN DE LAS ÁREAS DE ESTUDIO 22
1.3. ANTECEDENTES CIENTÍFICOS 22
1.4. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN 24
1.5. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN 26
1.6. AVANCE DEL PLAN DE TESIS 26
1.7. RESULTADOS ESPERADOS DE LA INVESTIGACIÓN 28

CAPÍTULO II - CARACTERIZACION GENERAL DE LAS AZORES 30

2.1. DESCUBRIMIENTO Y LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA 31
2.2. MEDIOS FÍSICO Y BIÓTICO 33
2.3. POBLACIÓN 34
2.4. CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS 36
2.5. SISTEMA POLÍTICO 38
2.6. POLÍTICA AGRÍCOLA COMÚN Y EL SECTOR LÁCTEO 40
2.7. MODELOS Y PROGRAMAS DE DESARROLLO 44

CAPITULO III – TIPOLOGIA DE LAS EXPLOTACIONES AGROGANADERAS DE LAS ISLAS TERCEIRA Y S. MIGUEL DEL ARCHIPIELAGO DE LAS AZORES 45

3.1. LA BASE DE DATOS – LA RED CONTABLE AGRÍCOLA DE LAS AZORES (RICA-A) 46
3.1.1. LA RED DE INFORMACIÓN DE CONTABILIDAD AGRÍCOLA EN LAS AZORES 47
3.1.2. EVOLUCIÓN DE LAS EXPLOTACIONES DE LA RICA(A) EN LAS AZORES DE 1988 A 1996 47

3.1.3. CARACTERIZACIÓN DE LAS EXPLOTACIONES AGROGANADERAS DE LA RICA(A) EN 1996 50
3.1.4. CARACTERIZACIÓN DE LAS EXPLOTACIONES AGROGANADERAS DE LA RICA TERCEIRA Y S. MIGUEL, EN 1996 54
3.2. ASPECTOS TEÓRICOS DEL ANÁLISIS "CLUSTER" O ANÁLISIS DE GRUPO .57
3.2.1. CLUSTER DE VARIABLES – PRIMERA FASE.....73
3.2.2. CLUSTER DE EXPLOTACIONES AGROGANADERAS - SEGUNDA FASE: 83
3.2.3. "FORCING" DE CLUSTERS O CLUSTERS ARTIFICIALES DE CASOS 90

CAPITULO IV – ENFOQUE TEORICO DE LAS METODOLOGIAS MULTICRITERIO EN LA TOMA DE DECISION EN AGRICULTURA.....98

4.1. PROBLEMAS DE DECISIÓN MULTIATRIBUTO 102
4.2. PROBLEMAS DE DECISIÓN MULTIOBJETIVO.....105
4.2.1. PROGRAMACIÓN POR METAS.....109
4.2.2. PROGRAMACIÓN MULTIOBJETIVO 116
4.2.3. MÉTODOS PARA GENERAR LA SOLUCIÓN COMPROMISO 125
4.2.4. LA DECISIÓN EN AGRICULTURA EN UN CONTEXTO DE RIESGO Y LOS MODELOS MULTICRITERIO.....134
4.3. LOS MODELOS MULTICRITERIO Y FUNCIONES DE UTILIDAD.....144
4.4. APLICACIÓN DE LOS MODELOS DE DECISIÓN MULTIOBJETIVO A LA ACTIVIDAD AGRÍCOLA 145
4.4.1. LA TOMA DE DECISIÓN EN MODELOS DE PROGRAMACIÓN MULTIOBJETIVO.....145
4.4.2. LA TOMA DE DECISIÓN EN MODELOS DE PROGRAMACIÓN POR METAS 150
4.4.3. LA TOMA DE DECISIÓN EN MODELOS DE PROGRAMACIÓN QUE INCLUYEN EL RIESGO.....152

CAPITULO V- ELABORACIÓN Y RESULTADOS DEL MODELO 159

5.1. DESCRIPCIÓN DE MODELO - 1ª ETAPA 161
5.1.1. LAS VARIABLES DE DECISIÓN DEL MODELO 161
5.1.2. OBJETIVOS 163
5.1.3. RESTRICCIONES.....171
5.1.4. PROGRAMA INFORMÁTICO UTILIZADO 181
5.2. ESTIMACIÓN DE LA MATRIZ DE PAGOS - 2ª ETAPA.....183
5.3. ESTIMACIÓN DE LOS VALORES OBSERVADOS EN LA REALIDAD – 3ª ETAPA 186
5.4. MODELO DE PROGRAMACIÓN POR METAS Y ESTIMACIÓN DE LOS PESOS DE LOS OBJETIVOS- 4ªETAPA.....186
5.5. ESTIMACIÓN DE LAS FUNCIONES UTILIDAD- 5ª Y 6ª ETAPA 189
5.6. CONCLUSIONES 203

CAPÍTULO VI – ANÁLISIS NO PARAMÉTRICO DE EFICIENCIA (DEA) DE LAS EXPLOTACIONES LECHERAS DE LAS AZORES 205

6.1. ANÁLISIS NO PARAMÉTRICO DE EFICIENCIA (DAE) 206
6.2. ESTRUCTURA ANALÍTICA DEL MODELO DEA 210
6.3. APLICACIONES DEL DEA A LA AGRICULTURA 217
6.4. FASES DE APLICACIÓN DEL ANÁLISIS NO PARAMÉTRICO DE EFICIENCIA (DEA) 221
6.5. CONCLUSIONES 230

CAPITULO VII– CONCLUSIONES Y LIMITACIONES 231

BIBLIOGRAFIA 237

ANEXOS 254

ANEXO I - RESULTADOS DEL ANÁLISIS CLUSTER 255

ANEXO II- RESULTADO DEL ANÁLISIS MULTICRITERIO 270

ANEXO III- RESULTADOS DEL ANÁLISIS NO PARAMETRICA DE EFICIENCIA 291

LISTA DE TABLAS

Tabla 3.1. Evolución de la dimensión media de las explotaciones agroganaderas de la RICA(A)

Tabla 3.2. Evolución del número de cabezas ganaderas de las explotaciones agroganaderas de la RICA(A)

Tabla 3.3. Evolución de la unidad hombre trabajo en las explotaciones agroganaderas de la RICA(A)

Tabla 3.4. Evolución de la orientación técnico-económica de las explotaciones agroganaderas de la RICA(A)

Tabla 3.5. Composición de los Grupos de Explotaciones para las Islas Terceira y S. Miguel

Tabla 3.6. Caracterización de los grupos de las Islas Terceira y S. Miguel

Tabla 5.1. Matriz de Pagos para el Cluster I

Tabla 5.2. Matriz de Pagos para el Cluster II

Tabla 5.3. Matriz de Pagos para el Cluster II

Tabla 5.4. Ponderaciones de los Clusters

Tabla 5.5. Matriz de Pagos para el Cluster I – Modelo Alternativo

Tabla 5.6. Matriz de Pagos para el Cluster II – Modelo Alternativo

Tabla 5.7. Matriz de Pagos para el Cluster III – Modelo Alternativo

Tabla 5.8. Ponderaciones de los Objetivos para los Clusters de Ganaderos de las Azores

Tabla 5.9. Priorización de los Objetivos de los Ganaderos de Leche

Tabla 6.1. Eficiencia Técnica Media en Explotaciones Lecheras de las Azores

Tabla 6.2. Estadísticas de la Eficiencia Estimada para el Modelo (con subvenciones)

Tabla 6.3. Comparación con Otros Estudios de Ganadería de Leche

LISTA DE ESQUEMAS

Esquema 1.1. Metodología de Investigación

Esquema 3.1. Comparación de los métodos de Análisis Cluster

Esquema 3.2. Tipología de las Explotaciones Agroganaderas de las Azores

Esquema 4.1. Árbol de Análisis de Decisión

Esquema 4.2. Modelo “Target MOTAD” en la forma Matricial

Esquema 5.1. Actividades, Tipos y niveles utilizados en el Modelo

Esquema 5.2. Sucesión de Cultivos en la altitud media y baja en explotaciones de las Azores

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 2.1. El Archipiélago de las Azores

Gráfico 3.1. Estructura del Producto Agrícola de las Azores

Gráfico 3.2. Estructura del Producto Ganadero de las Azores

Gráfico 3.3. Estructura de los Gastos de las Azores

Gráfico 3.4. Estructura del Producto Agrícola de Terceira y S.Miguel

Gráfico 3.5. Estructura del Producto Animal de Terceira y S.Miguel

Gráfico 3.6. Estructura de los Gastos de Terceira y S.Miguel

Gráfico 3.7. Dendograma Resultado del Test 1 de Cluster de Variables para la Isla Terceira

Gráfico 3.8. Dendograma Resultado del Test 2 de Cluster de Variables para la Isla Terceira

Gráfico 3.9. Dendograma Resultado del Test 3 de Cluster de Variables para la Isla Terceira

Gráfico 3.10. Dendograma Resultado del Test 1 de Cluster de Variables para la Isla de S.Miguel

Gráfico 3.11. Dendograma Resultado del Test 3 de Cluster de Variables para la Isla de S.Miguel

Gráfico 3.12. Dendograma Resultado del Test 3 de Cluster de Variables para la Islas Terceira y S.Miguel

Gráfico 3.13. Dendograma Resultado del Cluster de Casos para la Isla Terceira

Gráfico 3.14. Dendograma Resultado del Cluster de Casos para la Isla S.Miguel

Gráfico 3.15. Dendograma Resultado del Cluster de Casos para la Isla Terceira y S.Miguel

Gráfico 3.16. Clusters Terceira y S.Miguel Dimensión-SAU y Especialización

Gráfico 3.17. Clusters Terceira y S.Miguel Dimensión-CNt y Especialización

Gráfico 3.18. Clusters Terceira y S.Miguel Dimensión-CNt e Intensificación

Gráfico 3.19. Clusters Terceira y S.Miguel Dimensión-SAU e Intensificación

Gráfico 3.20. Clusters Terceira y S.Miguel Especialización e Intensificación

Gráfico 5.1. Evolución del margen bruto y de las Subvenciones de 1990 a 1996

Gráfico 5.2. Valores de los Objetivos del Cluster I

Gráfico 5.3. Valores de los Objetivos del Cluster II

Gráfico 5.4. Valores de los Objetivos del Cluster III

Gráfico 5.5. Valores Estimados y Valores Reales para los Objetivos

Gráfico 6.1. Producción de leche y Eficiencia Técnica de las ganaderías de las Azores

Gráfico 6.2. Costes de leche por litro y Producción de Leche por Hectárea en las Azores

LISTA DE SIGLAS

Alimcomp – Alimentos comprados

Amortiza – Amortización

Ca - Calcio

CN – Cabezas animales

CNt – Cabezas animales total

CE – Comunidad Europea

Carlub – Carburantes y lubricantes

Conrep – Conservación y reparación de bienes materiales

CRSTE – Eficiencia técnica a rendimientos constantes

DAE- Análisis No Paramétrico de Eficiencia

DAPA – Plan de Desarrollo para las Azores

DMMO – Desviación a la meta de mano de obra

EEUU – Estados Unidos

ELECTRE – "Elimination choice Translating Algorithm"

Esp – Especialización

Est - Estacionalidad

Fertcorr – Abono

Ha - Hectárea

INTERREG – Programa interregional

Km. – Kilómetros

LEADER – Relación entre actividades de desarrollo de la economía rural

Maobra – Mano de obra

MAUT – Teoría de la utilidad multiatributo

MB – Margen bruto

MN – Margen neto

Mm – Milímetros

MO – Mano de obra

MOTAD – "Minimization of total Absolute desviation"

MS – Materia seca

NISE – "Non inferior estimation set"

Ogganad – Otros gastos de ganadería

OTE – Orientación técnico-económica

PEDRAA- Programa de desarrollo rural de las Azores

PB – Producto bruto

Pbruto – Producción bruto

PDI – Proteína digestible en el intestino

PDIE - Proteína digestible en el intestino (energía limitante)

PDIN - Proteína digestible en el intestino (nitrógeno limitante)

Prod. - Producción

POSEIMA – "Programa de Opções Específicas para fazer face à insularidade da Madeira e Açores"

PRODESA – Programa operativo para el desarrollo económico y social de las Azores

RICA(A)- Red Contable Agrícola de las Azores

Reg – Reglamento

RLE – Resultado neto de la explotación

SAU – Superficie agrícola utilizada

SCAL – Eficiencia de escala

SIARA – Sistema de Información Central de las explotaciones agroganaderas de las Azores

Subpre – Subvenciones y premios

UHT – Unidad hombre trabajo

UFL – Unidad forrajera de leche

Ventle – Venta de leche

Ventani – Venta de animales (carne)

VRSTE – Eficiencia a rendimientos variables

AGRADECIMIENTOS

Agradezco en primer lugar la oportunidad que la “Junta Nacional de Investigação Científica e Tecnológica” y “Fundação para a Ciência e Tecnologia”, por haberme concedido una beca predoctoral (PRAXIS XXI, BD 9253/96), bajo cuya financiación se ha desarrollado gran parte de esta investigación en una universidad extranjera, la Universidad de Córdoba, y sin la cual no seria posible desarrollar este trabajo. Gracias por confiar en mi trabajo.

Agradezco tanto al Rector de la Universidad de las Azores, Profesor Vasco Garcia, como al Director del “Departamento de Ciências Agrárias”, Profesor Alfredo Borba y al coordinador del área de Economia, Profesor Tomaz Dentinho, por permitir mi salida del departamento.

Agradezco a todos los profesores que contribuyeran en mi formación académica, especialmente a los Profesores Francisco Avillez, Julio Berbel y Tomaz Dentinho, por las tareas de orientación y dirección de esta tesis, y sus sabios, prácticos y humanos consejos. También fueron valiosas las conversaciones con los investigadores Profesores José Matos, Alfredo Borba, Paulo Fialho e Ingenieros Anabela Gomes, Anabela Borba y Francisco Rodrigues y los agricultores Aurelio Azevedo y Nélia Romeiro.

Agradezco tanto al “Secretário Regional de Agricultura Pescas e Ambiente”, Profesor Fernando Lopes como al “Director Regional do Desenvolvimento Agrário” Ingeniero Joaquim Pires, y al Ingeniero Manuela Alves por permitieren el uso de la base de datos y todas las facilidades concedidas.

Agradezco a Oihane Abaurrea, a Marjorie Casares y a Manuel Goméz por todas las sugestiones en la redacción del castellano.

Agradezco muy especialmente a mi marido, Miguel y a mi madre, Emiliana, por cuidar de los niños y todo el apoyo dado a la familia.

Agradezco también a mi sobrina, Sandra; a mi suegra, Dores; mi hermana, Helena; mi cuñada, Luisa; a Angela, a Angelina, a Dª. Fernanda y a todos los que cuidaron de mis hijos en mis grandes ausencias.

A todos los demás que no he podido citar, pero que no olvido…

¡Muchas Gracias!

RESUMEN

En la agricultura los modelos de decisión tradicionales buscaban una solución óptima a partir de un solo objetivo. Desde los años 70 se ha venido demostrando que la decisión en el caso de la agricultura se hace a partir de varios objetivos, normalmente en conflicto, y se busca más que una solución óptima una solución de compromiso entre los objetivos considerados. Es a partir de este paradigma, la teoría de la de decisión multicriterio, de dónde se desarrollará este trabajo de investigación.

Esta tesis doctoral se compone de dos partes principales. En la primera, se analiza la fuente de información agrícola utilizada, la Red Contable Agrícola Europea (RICA), para las Azores y para el período de 1996. A partir del uso de estos datos se definen diferentes tipologías de explotaciones ganaderas para las Azores, utilizando el análisis cluster (método o técnica de agregación de Ward). Se han definido tres tipos de explotaciones ganaderas de las Azores: de producción de leche, carne o mixta, dependiendo del grado de intensificación del sistema productivo (intensivo, extensivo y semiextensivo o semiintensivo).

En la segunda parte del trabajo, se estiman las funciones de utilidad para cada uno de los grupos de productores establecidos previamente. Para tal fin elaboramos modelos de decisión multicriterio para cada grupo, en los cuales los objetivos considerados 'a priori' fueron la maximización del margen bruto, la racionalización de la mano de obra (minimización de las necesidades de mano de obra, minimización de la estacionalidad de mano de obra y minimización de las desviaciones a una meta de mano de obra) y el riesgo asociado a la actividad agrícola.

Los funciones de utilidad estimadas para los ganaderos de las Azores, ponderan principalmente la estacionalidad de mano de obra. Se observa una ausencia de la importancia del margen bruto. Solamente el grupo II de ganaderos (los más extensivos del sistema productivo) presentaban una ponderación del objetivo margen bruto, pero infinitesimal.

El margen bruto no se presentaba como objetivo prioritario de los ganaderos de las Azores. Para complementar nuestro análisis, se elaboró un análisis no paramétrico de eficiencia para las explotaciones lecheras en base al análisis DEA y se verificó que pocas explotaciones eran eficientes. La eficiencia técnica encontrada es inferior a la que han encontrado en el análisis de otras zonas (EEUU, Canada, etc.) lo que implica que las ganaderías de las Azores tienen que mejorar para ser más competitivas en todos los tipos, ya que no se ha encontrado relación entre el tipo de orientación y el grado de eficiencia.

Lo que intentamos fue utilizar la investigación operativa, especificamente el método cluster, el análisis multicriterio para apoyo a la decisión y el análisis no paramétrico de eficiencia, como hierramientas de análisis de la realidad cuando la información de la que se dispone es de una calidad média. Aunque ayude a compreender la realidad de las Azores no tiene la precisión que nos gustaria.

Palabras-Clave: Azores, Análisis Cluster, Análisis multicriterio, Análisis no paramétrico de eficiencia (DEA), Ganadería de Leche, Eficiencia, RICA (FADN).

ABSTRACT

Traditional decision models in agriculture looked for the optimal solution based on a single objective. Recent research as show that decisions in agriculture has several conflicting objectives. Rather than searching for an optimal solution, the aim is a compromise between the different objectives.

In this work the purpose is to apply the multicriteria decision models to agriculture.

This thesis has two many bodies. The first describe de data source FADN (Farm Accountancy Data Network), and characterization and grouping of dairy farms by cluster analysis, resulting in three groups (intensive, extensive, semi-extensive).

In the second part, the utility functions for each group are estimated. In the order to do so, multicriteria models for each group are used, in which the considered objectives are maximization of gross margin, rationalization of labor (minimizations of needs, sazonality and variability) and minimization of the risk associated to agricultural activity.

The utility functions obtained weight the sazonality of labor. Gross margin is ignored by almost all the groups of farmers.

Finally, a data envelopment analysis for dairy farm was conducted, resulting in the conclusion that only few farms were efficient and there is a great need of improvement of Azorean farms.

Key Words: Azores, Cluster Analysis, Analyses Multicriteria, Data Envelopment Analysis (DEA), Dairy, Efficiency, and FADN.

CAPITULO I – INTRODUCCION

CAPITULO I – INTRODUCCION

Las Azores es un archipiélago portugués, que se sitúa en el medio del océano Atlántico.

En las nueve islas, que componen las Azores, la economía depende en gran medida de la agricultura y principalmente del sector lácteo, bien por el peso de la agricultura en el producto interior bruto total, bien por la importancia que tiene en el empleo.

Los condicionantes de la política europea, a niveles ambiental y económico, prevén cambios en la estructura y funcionamiento de las explotaciones ganaderas de las Azores. Estos son debidos al decrecimiento de subvenciones a la producción, de la cuota lechera y al incremento de medidas que apoyan una agricultura menos perjudicial para el medio ambiente.

1.1. Objetivo de la Investigación y Justificación del Objeto de Estudio

Para ir al encuentro de este modelo europeo, menos productivo y más acorde con el medio ambiente, y para que los agricultores de las Azores tengan capacidad de sobrevivir, en este trabajo se tienen como objetivos generales:

1) Profundizar el conocimiento del proceso de toma de decisión de los ganaderos de las Azores;

2) establecer modelos que permitan simular el comportamiento de los mismos, cuando se dan situaciones de cambio externas al ganadero, como por ejemplo, cambios de política agraria.

Para alcanzar estos objetivos, recurrimos a otros objetivos más específicos:

1) Obtener una tipología de los ganaderos de las islas Terceira y S. Miguel.

2) Elaborar un modelo decisión multiobjetivo.

3) Estimar la eficiencia de las explotaciones lecheras de las Azores (objetivo complementario).

En el primer objetivo especifico, se intentan encontrar tipos de explotaciónes agroganaderas homogéneas de las Azores. La tipología de clasificación europea, la orientación técnico económica, no parece la más adecuada a las explotaciones agroganaderas de las islas en estudio, por los criterios utilizados, margen bruto standard y unidades de dimensión económica, por sí, son poco explicativos del funcionamiento de la explotación. Algunos estudios previos intentan obtener una tipología de explotaciones homogéneas en las Azores (Avillez, 1991 y Enes, 1999); el presente estudio, pretenderá pués, establecer una relación con los ya elaborados.

Al obtener grupos de explotaciones ganaderas homogéneas, se pueden prever comportamientos, tomar decisiones de ganaderos por cada grupo encontrado, o prever políticas a aplicar a cada grupo de explotaciones semejantes.

Las tipologías se definen por las estructuras del producto agrícola y los gastos totales.

En el segundo objetivo, se intenta conocer la toma de decisión, de los productores agroganaderos de las Azores, cuando se confrontan con múltiples objetivos. Ha sido muy discutida la problemática de la toma de decisiones en los productores agrícolas. Estos muchas veces no tienen solamente como objetivo la maximización del beneficio, sino otros objetivos, como el ocio, manutención en la familia, minimización del riesgo, entre otros. Estos temas han sido profundamente analizados en Romero y Rehman (1989) y Romero (1993).

Estos dos objetivos intentan explicar como las diferentes características de la estructura del producto y gasto agrícola de las explotaciones agrarias, influyen en la toma de decisión y por otro lado, modelizar las decisiones de

los productores agroganaderos, mediante la teoría de la decisión multiobjetivo.

1.2. Justificación de las Áreas de Estudio

Se ha elegido las Azores para base de estudio, porque ejerzo mi actividad profesional en una de las islas. Se ha elegido la muestra de la Red Contable Agrícola de las Azores, por ser la base de datos utilizada por la Unión Europea como base a la aplicación de Política Agrícola Común a este archipiélago. Se han elegido las islas Terceira y S. Miguel por que nos interesa la actividad ganadera, principalmente la producción de la leche, y estas dos islas son responsables de la mayor parte de la producción de leche de las Azores. En estas dos islas se presenta un mayor grado de intensificación del sistema de producción principalmente por la carga animal, y por la cantidad de abono nitrogenado aplicado por hectárea, de que en las restantes islas del archipiélago.

Otro factor a considerar en la elección de las Azores, es la toma de decisión de los agricultores y políticos, cuando se intenta introducir medidas coercitivas pero que protegen el medio ambiente y disminuyen los excesos de producción de leche, que es una preocupación muy actual de la Unión Europea. Para alcanzar este objetivo recurrimos a los modelos de decisión multiobjetivo cuya aplicación es escasa en Portugal.

1.3. Antecedentes Científicos

Los procesos de toma de decisiones se han analizado tradicionalmente con base en un paradigma, en el cual se obtiene una solución óptima. Esto es, se establece el conjunto de soluciones posibles con base a un solo objetivo, que es maximizar el beneficio. Este puede ser calculado por la programación lineal en la cual se define una función objetivo, sujeta a restricciones técnicas y se alcanza un valor óptimo. Mientras este paradigma posee una gran solidez desde el punto de vista lógico, desde el punto de vista empírico, presenta algunas debilidades. Estas resultan que la toma de decisiones no

se efectúa con base a un sólo criterio, como en el paradigma tradicional, sino en múltiples criterios u objetivos.

Cabanes et al. (1988) presentan una clasificación de los múltiples objetivos que influyen en la toma de decisiones en agricultura. Así, los clasifican en objetivos de naturaleza económica-financiera (minimización del riesgo, obtención de una cifra mínima de beneficio, entre otros) y objetivos económico-sociales (minimización de la estacionalidad de mano de obra, prestigio del productor en su medio social, entre otros). Rodríguez Ocaña (1996) refiere los trabajos de investigadores como Romero y Rehman (1987) y de Gasson (1973) entre otros, en que se observa la necesidad de tener en cuenta varios objetivos en las decisiones en agricultura.

La distinción de problemas tecnológicos (paradigma tradicional) y económicos se presenta en Romero (1993). En el problema tecnológico la toma de decisiones se basa en un solo objetivo y en el problema económico es condicionada por varios objetivos en conflicto, de acuerdo con las preferencias o juicios de valor que tenga el consumidor, con respecto a los criterios considerados.

En política agrícola tradicional se consideraban como objetivos principales de los agricultores, el beneficio, los precios agrícolas y el comercio agrícola. Las externalidades de la actividad agrícola, positivas o negativas, eran analizadas en un plan secundario. En este momento, se intenta determinar estas externalidades, y se pretende disminuir las que tenga un carácter negativo e incrementar las de la agricultura en el medio que la rodea. Esto es, hay un mayor esfuerzo en interconectar la política agrícola con la ambiental.

Las externalidades negativas principales de la agricultura, pueden ser por contaminación del agua, aire o suelo, por ejemplo por la aplicación de fertilizantes nitrogenados. Para que no se den o disminuyan las externalidades negativas algunos países como Australia, Suecia, Estados Unidos, Canadá o Dinamarca, utilizan instrumentos de política,

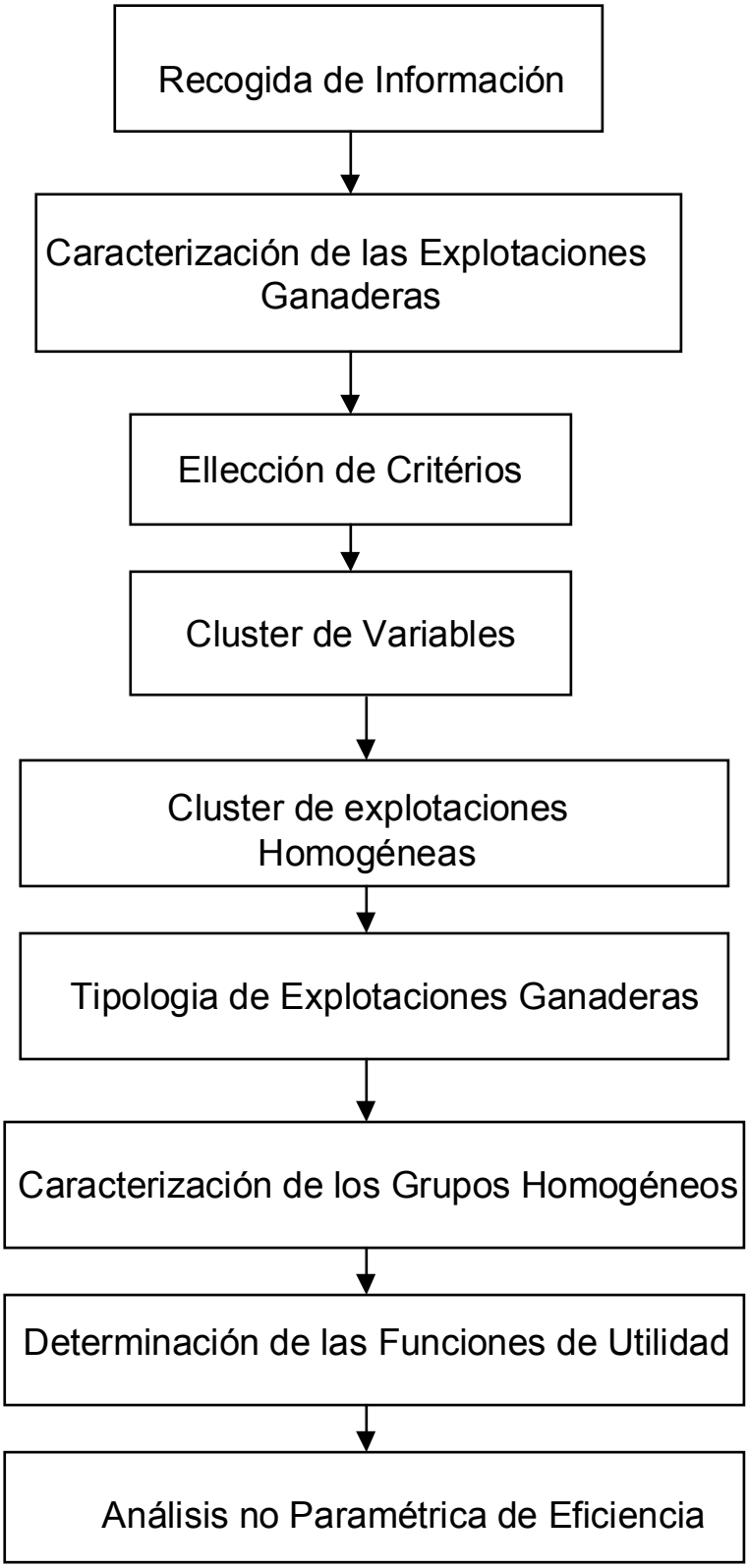
subvenciones o tasas a inputs agrícolas (a fertilizantes o pesticidas), para tener un mayor control ambiental a nivel del agricultor (Shortle y Asle, 1999).

1.4. Metodología de Investigación

En primer lugar, se analiza la situación socio económico de las explotaciones agroganaderas. Se elabora la recogida de información y se caracteriza la muestra de explotaciones agroganaderas de la RICA(A) a partir su estructura de producto y gastos totales de las explotaciones agroganaderas que la constituyen, y se eligen las variables a incluir en el análisis de grupo.

En segundo lugar, se clasifican las explotaciones agroganaderas. Se elabora la tipología de las mismas, mediante el análisis cluster o grupo (variables y explotaciones), señalado en la técnica o método de agregación Ward, para obtener grupos de explotaciones agroganaderas homogéneas y se les caracteriza utilizando algunos indicadores económicos. Se ha elegido este método porque se ajustaba más a la realidad de las Azores, tal como era percibida por nosotros y por haber sido aplicada a otros trabajos previos en las Azores con éxito. Se definen los tipos de ganaderos de las Azores, por el grado de intensificación (número de animales por hectárea).

En tercer lugar, se modeliza la decisión de los productores agroganaderos. Así formalizamos las funciones de utilidad para cada grupo de explotaciones agroganaderas, utilizando modelos de decisión multiobjetivo. Las funciones de utilidad así determinadas permiten conocer las preferencias reales de los agricultores hacia los diferentes objetivos. La determinación de la importancia de los pesos que los agricultores atribuyen a los diferentes objetivos tenidos en cuenta a la vista de las decisiones adoptadas en realidad se encuentra en Gómez y Berbel (1995) y en Gómez et al. (2000). Se complementa esta análisis con una encuesta a los objetivos de los ganaderos de las Azores.



Esquema 1.1. Metodología de Investigación

Se ha elegido esta metodología porque parece ser la más adecuada para simular el comportamiento del ganadero ante diferentes objetivos económicos, sociales y ambientales. Esta metodología tiene una gran

potencialidad para simular cambios de política agraria o de otros cambios estructurales, como se podrá observar en algunos de los trabajos revisados.

Por último, se ha elaborado el análisis no paramétrico de eficiencia de datos (DAE) para estimar la eficiencia técnica de las explotaciones ganaderas de leche, que surge como un complemento al análisis multicriterio elaborado.

Las etapas seguidas a lo largo del trabajo se presentan en el esquema 1.1. ya presentado.

1.5. Hipótesis de Investigación

Hipótesis de heterogeneidad de las explotaciones:

De un modo general, las explotaciones agrarias de una zona constituyen grupos homogéneos, en el ámbito físico, económico, social, tecnológico o ambiental. Cuanto más homogéneas sean las características de las explotaciones se prevén toma de decisiones más semejantes. De este modo, se han de determinar las variables que más caracterizan los grupos de explotaciones similares.

Hipótesis de Política Agrícola Común y desarrollo rural influenciada por la política ambiental:

La política agrícola en vigor en la Unión Europea está dependiendo hasta cierto punto de la política ambiental. Así, se prevé que la política ambiental pueda influir en la agricultura, llegando a cambiar algunas prácticas de cultivo por otras prácticas agrícolas menos perjudiciales al medio ambiente.

1.6. Avance del Plan de Tesis

Este trabajo se divide en siete secciones. En el capítulo II se hace una caracterización general y muy resumida de las Azores, haciendo referencia a su localización geográfica, medio físico y biótico, población, características socioeconómicas y sistema político.

También en este capítulo, se hace referencia a los modelos y programas de desarrollo aplicados a esta región.

En el capítulo III se busca la tipología de las explotaciones agroganaderas en las islas Terceira y S.Miguel del archipiélago de las Azores. Así se empieza con una caracterización da la base de datos utilizada, La Red Contable Agrícola de las Azores (RICA-A), y a continuación con una caracterización de la estructura de producción de la muestra RICA-A, profundizando para las islas en análisis, Terceira y S. Miguel. Con base en esta muestra se eligen las variables que serán la base de análisis de grupo que permitirán buscar las explotaciones agroganaderas tipo.

Por último, en este capítulo se hace referencia a los principales métodos de análisis de grupo aplicados a las ciencias sociales, y se elije el método "Ward" como el más adecuado a nuestro análisis. Al final de este capítulo y después de algunos tests en los "clusters" de variables y casos se obtienen tres tipos principales de explotaciones agroganaderas para las islas de las Azores estudiadas.

En el capítulo IV se revisa el tema de la programación multiobjetivo. En el enfoque de la metodología multicriterio se diferencian los problemas de decisión multiatributo de los problemas de decisión multiobjetivo y se caracterizan. Se presentan con más profundidad los problemas de decisión multiobjetivo por ser el centro de este estudio.

Así, se subdividen estos métodos de programación multiobjetivo en dos grupos principales, la programación por metas y la programación multiobjetivo, como métodos que permiten obtener el conjunto de soluciones eficientes u óptimas de Pareto, y se describen los principales métodos utilizados para cada un de los tipos referidos. Se sigue, con los principales métodos utilizados en la determinación de la solución compromiso, por el método solución compromiso y los métodos interactivos. Al final, se presentan algunas aplicaciones de esta metodología a la realidad.

En el capítulo V se habla con un grupo de especialistas en las áreas de producción de leche, alimentación animal y manejo de pastos para buscar la información que nos falta y se elabora el modelo pretendido, y se presenta los principales resultados obtenidos a partir del modelo. Se estiman las funciones utilidad para cada uno de los grupos de ganaderos y verificase la gran importancia de la estacionalidad de mano de obra y la poca importancia del margen bruto en las preferencias de los ganaderos de las Azores.

En el capítulo VI, estimase la eficiencia de las explotaciones lecheras de las Azores, por el análisis no paramétrico de eficiencia. Las explotaciones ganaderas de las Azores, son en la mayor parte, no eficientes, desde el punto de vista técnico.

En el capítulo VII se presentan las conclusiones, limitaciones y futuras líneas de investigación, en que el modelo se presenta productivo, pero que se puede desarrollar a partir de información complementaria y se quede más ajustado a la realidad de las Azores.

1.7. Resultados Esperados de la Investigación

Como resultados a priori y debidos a la aplicación de la metodología cluster se espera obtener entre tres a cuatro grupos de explotaciones agroganaderas homogéneas, en las Azores que podrían ser definidos con relación a la dimensión, bien por hectáreas de área, bien por el número de vacas de leche en la explotación, y también diferentes tipo de sistema de producción, variando de intensivo a extensivo. Así después de definir explotaciones tipo en las Azores, se sigue con actividades de las explotaciones tipo ganaderas, en el modelo.

De la metodología de la decisión multiobjetivo se espera que la toma de decisión por los productores de leche sea condicionada por objetivos en conflicto, como sean el beneficio, el riesgo y la racionalización de la mano de obra, y que puedan influir de una manera determinante en la opción de utilización de una forma adecuada de los factores de producción,

principalmente de los que constituyen fuente importante de la alimentación del ganado vacuno.

CAPÍTULO II - CARACTERIZACION GENERAL DE LAS AZORES

CAPÍTULO II - CARACTERIZACION GENERAL DE LAS AZORES

Este capítulo tiene el propósito de encuadrar la región objetivo de este estudio, mediante una caracterización muy general del archipiélago de las Azores.

2.1. Descubrimiento y localización geográfica

Las Azores, juntamente con el archipiélago de Madeira y con el Continente Portugués, constituyen Portugal.

Existe alguna incertidumbre sobre el descubrimiento de las Azores. Ferreira Serpa defiende que estas islas fueron descubiertas a partir de 1351, en el decurso de sus viajes a Canarias. Además, planos genoveses de esta época, muestran islas que han sido asociadas a las Azores. Se cree que los primeros portugueses, pertenecían a una expedición dirigida por el marinero Diogo de Silves, que desembarcó en Santa María, alrededor de 1427, siendo las otras islas descubiertas a partir de este momento. En resumen, se dice que las islas fueron reconocidas y no descubiertas por los portugueses (www.ip.pt).

El poblamiento de las Azores se inició alrededor de 1439, en la primera isla descubierta, Santa María (www.geocities.com y www.ip.pt). El origen del nombre del archipiélago parece controverso, algunos historiadores apuntan la posibilidad de que Diogo de Silves y Diogo Teves hubieren confundido un azor con un milano. Pero otros investigadores defienden que se debe a la devoción de Diogo de Silves a Santa María de las Azores y otros investigadores apuntan como origen de este nombre a que los primeros pobladores eran de origen de una localidad del Continente Portugués, llamada Azores.

La designación de los nombres de las islas resultan de la inspiración en patrones y otras figuras religiosas, como es el caso de S. Jorge, S. Miguel y Santa María. Otros nombres, dependen de aspectos físicos, como Graciosa isla poco montañosa y de figura graciosa y Pico, debido a su elevada

montaña, la más alta de Portugal (www.geocities.pt). Faial estaba cubierto por densas matas de hayas, “faias” y Corvo por el tipo de vegetación y árboles que tenia y que proporcionaban la creación de cuervos, “corvos”, marinos. Por delante de Corvo hay una isla muy florida y por eso fue designada como Flores. La isla Terceira fue la única designada por haber sido la tercera, “terceira” en ser descubierta.

Las Azores comprende un área total de 2327 kilómetros cuadrados. Son nueve pequeñas islas (S.Miguel, Santa María, Terceira, Faial, Graciosa, S.Jorge, Pico, Flores y Corvo) que se sitúan en el centro del Atlántico Norte, entre los continentes europeo y americano, como se puede ver en el gráfico 2.1. La isla más grande, S. Miguel, tiene un área de 747 kilómetros cuadrados, y la isla menor, Corvo, 17 kilómetros cuadrados (Silva, 1994 y Matos, 1997).

Gráfico 2.1. El archipiélago de las Azores.

Fuente: Ciberaçores, 1996.

Las islas de las Azores están muy dispersas unas de las otras y también con relación a los continentes europeo y americano, lo que provoca problemas de aislamiento, y como consecuencia dificulta el comercio con el exterior e

incluso entre las propias islas del archipiélago. Las islas más cercanas entre sí son Pico y Faial (cerca de 6 Km) y las más alejadas entre sí son Santa Maria y Corvo (cerca de 600 Km).

La latitud y longitud de Santa Maria es 36º55'43''N y 24º46'15''W, y Corvo es: 39º43'23''N y 31º16'24''WG (http:/drepa.pt).

2.2. Medios físico y biótico

El clima es templado, con pequeños cambios de temperatura durante las diferentes estaciones. La temperatura media en Enero es de 16 grados centígrados y en Agosto de 22 grados centígrados. La lluvia es abundante y el viento fuerte, cerca de 762 a 1525 mm y de 30 a 60 nudos anualmente, pero son más frecuentes en invierno (Dentinho, 1994). La humedad relativa del archipiélago es superior al 80% durante la mayor parte del año. Este clima favorece la ganadería, especialmente la producción de leche y el crecimiento de los pastos (Matos, 1997).

El suelo tiene origen volcánico y es compacto (basalto, arcilla y "bagacina") con mucha materia orgánica. La erosión es un problema en las zonas de gran altitud, donde el bosque fue transformado en pasto. La pendiente es muy variable, pero acentuada, y el paisaje está formado mayoritariamente por pasto. El agua no es un problema debido a que llueve de una forma continua durante todo el año (casi todos los días) (Matos, 1997).

Los recursos naturales en las Azores incluyen reservas naturales, un paisaje protegido y lugares clasificados (Carretas, 1987). Las áreas clasificadas ocupan 76 kilómetros cuadrados, pero no existen en las islas Graciosa, Flores y Corvo. Melo et al. (1994) hacen referencia a 10 reservas naturales, 3 "objetos" clasificados, 3 zonas protegidas y 22 reservas forestales de recreo. En las islas hay cerca de 150 especies vegetales endémicas. No se considera la existencia de problemas ambientales graves en las Azores y dependen de una actividad lechera semi-intensiva, se abona un poco más y los animales se quedan en el pasto, lo cual puede afectar a las aguas

subterráneas (Silva, 1994). También se hace referencia a algunos problemas de residuos sólidos. La legislación ambiental en las Azores, deriva de la legislación comunitaria referente a la actividad agraria, así como de las medidas agroambientales, que ya fueron aplicadas en las Azores, con algún éxito (Silva, 1994).

2.3. Población

Demografía

La población de las islas se localiza en las zonas de baja altitud y cerca del mar, pues la montaña es una característica de estas islas, que varía entre los 402 metros en Graciosa hasta los 2.351 metros en Pico, el punto más alto de Portugal (Silva, 1994).

El número de habitantes en las Azores en 1996 era cerca de 250.000, representando las islas S. Miguel y Terceira más del 75% del total de la población (SREA, 1996). S. Miguel constituye casi la mitad de la población de las Azores.

La densidad de población es de 102 habitantes por kilómetro cuadrado (1991), y está disminuyendo con el tiempo, pues era de 124 en 1970. Esto fue debido a la emigración de los azorianos a la península y al extranjero, principalmente a los Estados Unidos de América del Norte y a Canadá (Silva, 1994).

La población de las Azores está compuesta mayoritariamente por adultos y ancianos, lo que se puede ver en las pirámides de población, las cuales son más anchas en el vértice (adultos y ancianos) y más estrechas en la base (jóvenes). S. Miguel es la única isla en que la base es más ancha (Silva, 1994). El índice de envejecimiento en 1996, era de 51,4% (SREA, 1996).

La evolución demográfica está influenciada por el alto índice de natalidad (20,4% en 1982 y 14,7% en 1996), por el índice de mortalidad (cerca de 11,4% en 1982 y 11,2% en 1996), por una gran emigración debida en parte

a volcanes (Faial en 1959) y fuertes terremotos (Terceira, S. Jorge y Graciosa, 1980) y también por la falta de empleo en la Región (Silva, 1994 y SREA, 1996).

Empleo

La evolución de la población en las Azores depende de las posibilidades de empleo, que varían en las diversas islas: en Santa Maria se construyó el aeropuerto internacional de las Azores y se instauró el control aéreo después de la II Guerra Mundial; en Terceira se implantó la base militar Norteamericana, y en Faial se introdujó el cable telegráfico, para comunicaciones (Dentinho, 1994), lo que incrementó la oferta de empleo en estas islas de las Azores en el inicio del siglo. Actualmente, estas tres fuentes de empleo están en crisis.

El sector terciario es la mayor fuente de empleo de las Azores con más del 60,3% de la población en activo en 1996 (SREA, 1996). Cabe mencionar que con la constitución del gobierno regional, y sus correspondientes conserjerías aumentaron las posibilidades de empleo en este sector (Silva, 1994 y Dentinho, 1994).

El sector secundario, principalmente constituido por agroindustria, proporcionó empleo a más del 22,9% de la población, en 1996 (SREA, 1996).

El sector primario, principalmente la agricultura y ganadería, contribuyeron con cerca del 16,9% del empleo en la Región (SREA, 1996).

El desempleo en las Azores aumentó del 3,7% en 1993, hasta casi el doble (6,3%) en 1996 (SREA, 1996). Esto se debe a la mayor participación de la mujer en el mercado laboral, pues los hombres ocupaban casi la totalidad de la población activa en 1989 (Silva, 1994). Se evidencia, que en la mayoría de los empleos, la fuerza masculina es más representativa, pero la mujer se está introduciendo en el mercado de trabajo. Del total de inactivos, las mujeres constituían el 65%, hasta 1990 (Silva, 1994).

Recursos financieros, humanos, y materiales

Los recursos financieros, humanos y materiales son escasos. Los recursos financieros dependen casi exclusivamente de Portugal Península, de la Unión Europea y de acuerdos internacionales (Estados Unidos de América del Norte y Francia). Los recursos humanos disponen de poco personal técnico especializado, debido a la dificultad de mantener la población permanentemente en las islas. Los recursos materiales son los geotérmicos y los hídricos (Silva, 1994).

2.4. Características Socioeconómicas

La contribución de los sectores para el producto interior bruto y la composición del empleo, no cambió mucho entre 1981 y 1991 (Dentinho, 1994), presentando una pequeña disminución en los sectores primarios y secundarios y consecuente incremento en el sector terciario. El sector agrícola contribuyó al producto interior bruto con un 21,6% en 1989 a precios constantes de 1986, el sector secundario con un 26,5% en 1989 a precios constantes de 1986. El sector terciario es el que más contribuyó para el producto interior bruto, con un 51,97% en 1989 a precios constantes de 1986 (Silva, 1994 y Dentinho, 1994).

Ya que la agricultura se presenta como una importante actividad económica, que se tendrá que desarrollar, se van a resumir sus principales aspectos con fecha de 1989, última encuesta elaborada por las instituciones portuguesas.

La población agrícola disminuyó desde 1950 (superior a 40%) hasta 1981 cerca de la mitad (inferior a 20%) (Silva, 1994). Es posible que ahora sea más baja. La población agrícola a tiempo parcial en las Azores es de 32,15%, y está constituida en su mayoría por hombres (89,5%). En el caso de existir un segundo empleo, en la mayoría (61,3%) de los casos son obtenidos en el sector terciario. La fuente de ingreso es principalmente de origen no agrícola (en cerca del 71% de los productores).

La mayoría de las explotaciones agrícolas (87%) de las Azores tienen menos de 10 hectáreas y ocupan 13,7% de la SAU (superficie agrícola utilizada). La media de SAU en las Azores es de 4,83 ha, y la SAU (97,8%) casi coincide con la superficie total. La SAU es utilizada en su mayoría (84,9%) por pastos (Silva, 1994). En definitiva, podremos imaginar las Azores como un manto verde.

La explotación propia es la más representativa (83%) en las Azores, y utilizando en la mayoría (95%) de los casos a los miembros de la familia para realizar el trabajo (Silva, 1994).

Las producciones agrícolas más representativas son las animales. Las hortícolas y frutícolas casi no existen, lo que origina una importación (por la región) de estos productos de cerca del 90%. Las producciones animales más relevantes son de bovinos (23,5%) y de aves (32,6%) (Silva, 1994).

En las Azores, el número de las explotaciones agroganaderas (ganado vacuno) han disminuido de 1985 a 1995, cerca de 14,6%, pero el número de estos animales se ha incrementado en este período en un 21,8% (SREA, 1996). Del total de ganado vacuno en 1995, más de la mitad (51,4%) eran vacas lecheras. También siguiendo la tendencia general, del total de explotaciones, las lecheras han disminuido, cerca de 42,79%, en el período referido, pero el número de vacas lecheras se ha incrementado en 20,8%.

La producción de la leche en las Azores, se ha incrementado cerca del 70,9% de 1986 a 1996, siendo en este último año de 367.748.815 litros. Las islas Terceira y S.Miguel contribuyen para esta producción en cerca de 87% (62,2% para S. Miguel y 24,8% para Terceira). Matos (1997) hace referencia a que la producción de la leche en las Azores constituye el 30% de la producción de la leche en Portugal.

La leche producida en las Azores se destina al consumo directo, comercializándose como leche UHT (71,4%) y leche pasteurizada (leche del día) (28,6%). También se produce queso, crema (natas), mantequilla y

yogur, pero estos tienen menos importancia. En el período de 1986/96 la leche del día (pasteurizada) disminuyó su producción en cerca del 12%, pero la producción de la leche UHT tuvo un “boom” de producción (121%) (SREA, 1996).

De 1986 a 1996, disminuyó la producción de la leche en polvo, e incrementó la producción de mantequilla y de yogures. La producción de queso se ha incrementado en cerca de 106%, en 1986/96, siendo en 1996 de cerca de 15.000 toneladas (SREA, 1996).

En suma se puede decir, que en las Azores, el sistema de producción es entre semi-intensivo a extensivo con relación a la producción de leche y ganado vacuno (carne), basándose en el aprovechamiento de pastos naturales y mejorados lo que conlleva a una producción más ambiental.

Como indicadores del nivel de vida en las Azores, se tiene que en 1995, el 99,5% de la población tenía cocina, el 23,7% microondas, el 93,8% frigorífico, el 54% congelador, el 97,2% televisión, el 75,9% lavadora, el 46,3% vídeo, el 40,3% un coche por familia y el 7,7% dos coches por familia (SREA, 1996).

Como punto de interés se puede indicar que los ingresos del turismo rural aumentaron de 63.896.000 escudos a 93.692.000 escudos en 1996 (SREA, 1996).

2.5. Sistema Político

En el ámbito político, antes de 1976 las islas de las Azores dependían totalmente de la política nacional, principalmente del sistema de dictadura de Salazar. En este período no hubo un desarrollo marcado de las islas, porque la política nacional concentraba sus fuerzas en las ex-colonias portuguesas (Angola, Mozambique, Cabo Verde, S. Tomé y Príncipe y Guiné) donde había mucha riqueza y guerra. Con el fin de la dictadura en 1974, se abrió camino para la constitución de la región autónoma de las Azores, obteniendo gobierno propio en 1976. El Gobierno Regional de las Azores, tiene

competencia que le permite legislar, y en algunos casos ajustar las políticas nacionales a la región de acuerdo con su especificidad, con excepción de la defensa, justicia y relaciones con países extranjeros.

En los primeros años de gobierno propio (hasta 1996) el partido político social demócrata (centro-derecha) dominó el sistema político regional. La situación cambió en las últimas elecciones, gobernando el partido socialista, pero no hubo cambios relevantes de actuación.

La política regional intenta disminuir las diferencias entre las islas y la península, y uno de los medios en que actúa es colocando precios del transporte aéreo más baratos para sus habitantes, incluso precios especiales para los estudiantes que tienen que salir de sus islas. Como política inicial, los primeros gobiernos construyeron aeropuertos y puertos en las nueve islas. También construyeron hospitales de distrito en tres islas (S.Miguel, Terceira y Faial) y cuando los organismos de salud que existen en el archipiélago no son suficientes, el gobierno paga todos los costes de desplazamiento a la península a sus habitantes. Todas las islas tienen escuelas hasta el 9º año, con excepción de Corvo, que solo tiene hasta el 7º año. La universidad está en 3 islas (S.Miguel, Terceira y Faial), pero no ofrece todas las carreras, como por ejemplo, medicina (humana, veterinaria), farmacia, educación física, etc. La política de turismo, intenta limitar la entrada de gran número de visitantes, e intenta crear un turismo de calidad para ancianos y amigos de la naturaleza.

Por decisión política, los órganos legislativos están en tres islas: Faial (Asamblea Regional, Consejería de Agricultura, Pesca y Ambiente; y de Turismo); Terceira (Ministro del República, representante del gobierno nacional, consejería de salud, educación y solidaridad social); en S. Miguel (residencia oficial del presidente del gobierno regional, y las demás consejerías; juventud, economía, trabajo, administrativa, de las comunidades emigrantes…). En suma, se intentan compartir los poderes gubernamentales.

2.6. Política Agrícola Común y el Sector Lácteo

El sector de la leche en las Azores es regulado por el Reglamento (CE) nº 1.255 del Consejo de 17 de Marzo de 1999, que establece la organización común de mercado en el sector de la leche y productos derivados, mientras existan programas específicos para las Azores, debido a la importancia de este sector en la economía regional.

De un modo general se consideran tres tipos de medidas de política agrícola regional a desarrollarse hasta el año 2000: 1) ayudas al rendimiento, 2) ayudas a la inversión y 3) ayudas a la comercialización. Pero en este mismo mes y año se estaban llevando a cabo negociaciones con la Unión Europea. La aplicación de las leyes comunitarias y nacionales, se hace mediante ajustamiento a la región que se designan por "portarías".

En las ayudas al rendimiento se destacan las medidas agroambientales, el Poseima y el sistema integrado.

Las ayudas relativas a la extensificación de la producción ganadera (portaria,nº48/94), prevista en el ámbito de las medidas agroambientales (Reg (CE) nº2.078/92), son aplicadas a explotaciones cuya carga animal varía entre 0,6 y 1,4 CN/ha de superficie forrajera, y tiene como objetivo mantener una producción extensiva, aplicar abonos nitrogenados hasta 60 unidades de nitrógeno por hectárea y por año, no renovar pastos, efectuar solo un corte de hierba (entre meses específicos dependiendo de las altitudes de los pastos) y mantener los pastos limpios.

En el ámbito de las medidas agroambientales las que tuvieron mayor impacto en las Azores fueron las medidas de extensificación, la protección de razas autóctonas y manutención de la viña. Mientras haya candidaturas aceptadas (alrededor de 5) para especies endémicas, terrenos incultos y lagos, hube poca adherencia.

El reglamento (Reg(CE) nº2.078/92), de las medidas agroambientales, está revocado y será sustituido por el reglamento del desarrollo rural, aunque en el año 2000, siga su aplicación o su transición para el nuevo reglamento.

El sistema integrado comprende premios para bovinos, vacas de leche y "al abate" de bovinos.

El POSEIMA, "Programa de Opções Específico para fazer face, à insularidade da Madeira e Açores", es un programa que tiene una área especial para la manutención de las vacas lecheras.

En las ayudas a la inversión cabe destacar el DAPA (plan de desarrollo para las Azores) y el reglamento de ayudas a la mejoría de la eficacia de estructuras agrícolas.

El DAPA está definido por la portaría nº81/97, que establece el régimen de ayudas a conceder en el área de desarrollo agroganadero de las Azores, integrado en el área "incentivos a la modernización de la medida de agricultura del PEDRAA-II (programa de desarrollo rural de la región autónoma de las Azores). Esta medida tiene como objetivos: 1) incrementar el rendimiento de los agricultores por el crecimiento y mejora de la producción de forrajes, pero preservando el medio ambiente y 2) mejorar la calidad de los productos. Para obtener estos objetivos se incluyen acciones, como por ejemplo, la construcción de caminos en la explotación, la construcción de bebederos, silos, casas de ordeña entre otros.

La portaría nº195/98, que adapta el reglamento (CE)nº950/97 del Consejo de 20 de Mayo, y que revoca el antiguo Reg(CE)nº 2.328/91, se refiere a la mejora de la eficacia de las estructuras agrícolas, establece el régimen de ayudas a conceder por el referido reglamento. Esta medida tiene como objetivos: 1) la mejora cualitativa y la reconversión de la producción en función de las necesidades de mercado y de ajuste a las normas de calidad de la Unión Europea, 2) la diversificación de las actividades en la explotación, principalmente, mediante las actividades turísticas y artesanales

o de fabricación y venta directa de productos de la explotación, 3) el ajuste de la explotación para que se disminuya el coste de producción, la mejora de las condiciones de vida de los agricultores y la reducción de los costes de energía, 4) la mejora de las condiciones de higiene de las explotaciones ganaderas con la orientación de las normas comunitarias relativas al bienestar animal y 5) la mejora y protección del medio ambiente.

Algunos programas comunitarios de desarrollo rural, que de algún modo influyen en las explotaciones agroganaderas de producción de leche son el LEADER (Relación entre actividades de Desarrollo de la Economia Rural), el INTERREG, y PRODESA (Programa operativo para el desarrollo económico y social de las Azores) que substituye el PEDRA(A).

El LEADER tiene como objetivo promover nuevas estrategias de desarrollo rural de abajo-arriba, donde los grupos de acción local promoven las propuestas.

El INTERREG, es una iniciativa comunitaria que recurre a fondos estructurales de la Unión Europea, así como el LEADER, y tiene como objetivo promover el desarrollo en las regiones fronterizas y la cooperación transregional y transnacional.

El PRODESA tiene por objetivos, potenciar el desarrollo económico y regional, la promoción de la calidad de los recursos humanos y estabilización de los mercados de empleo, el fomento de las redes de estructuración del territorio y el refuerzo de la posición geoestrategica de las Azores, y además el equilibrio sostenible del territorio y de las condiciones de vida de la población (Diário Insular, 2000). Este programa, posee las siguientes líneas de acción: 1) modernización de la base productiva (sector primario); 2) dinamización del desarrollo (diversificación de la economía, del medio ambiente, ciencia, tecnología y formación profesional); 3) desarrollo local (ayuntamiento, medio ambiente, accesos, educación, ordenamiento comercial y industrial); 4) estructura empresarial (apoyo a las empresas, turismo, transformación, servicios, transportes y Empresa de Electricidad de

Azores - EDA); y 5) refuerzo de la competitividad regional (infraestructuras, equipos, educación, sanidad y protección civil).

En negociación con la Unión Europea se encuentra el reglamento del desarrollo rural Reg(CE)nº1.750/1999, referente al apoyo del Fondo Europeo de Orientación y Garantía Agrícola y que tiene como objetivo, obtener un desarrollo rural sostenible, en que se incluyen las medidas de desarrollo y ajuste estructural de las regiones menos desarrolladas y medidas de apoyo a la reconversión económica y social de las zonas con dificultades estructurales.

El programa de cesación de la actividad agrícola, (Reg(CE)nº2.079/92), también será sustituido por el gran reglamento del desarrollo rural. Para ser candidato a este reglamento tendría que respetar las condiciones de ser agricultor a tiempo parcial, más de 55 años de edad y menos de 65 años (edad normal de cesación de la actividad). En las Azores este reglamento tenia como objetivos principales, el "emparcelamento" o incremento de la explotación ganadera, y el rejuvenecimiento, aunque también pueda haber contribuido a algún decrecimiento de la producción ganadera.

La cuota de leche atribuida a las Azores es de 400.000 toneladas, mientras existen negociaciones con la Unión Europea para incrementarla (Jornal de Jovens Agricultores, 2000).

Para terminar esta sección de política agrícola debemos referir como problema principal: la producción de leche de las Azores que sobrepasa la cuota establecida para esta región, con las consecuencias en la Unión Europea, de las multas. Jorge (2000) considera que la organización común de mercado tendrá efectos negativos para los productores de leche en las Azores, por causa de la disminución de algunas ayudas consideradas para algunos derivados de la leche.

2.7. Modelos y Programas de Desarrollo

El desarrollo de la economía de las Azores se caracteriza por ciclos económicos del monocultivo, que fueron desde la naranja, al trigo, al pastel y más recientemente a la vaca lechera (Silva, 1994) y que influyen en la variación de la población (Dentinho, 1994). El pastel es una planta brasica de cuyas hojas se extrae un color azul utilizado en tintorería (Dicionário Prático Ilustrado, 1990) y que fue exportada a Inglaterra, Flandes y España hasta el siglo XVII.

Los modelos de desarrollo regional presentados en las Azores hasta 1996, destacan la importancia del sector de bovinos (producción de leche) y el turismo como objetivos de desarrollo.

El modelo de Casaca (1985) indica al sector lechero (bovino) como el promotor de desarrollo.

El Gobierno Regional apunta como promotores de desarrollo del turismo de calidad y el desarrollo del sector agrícola (el lechero), la geotermia, y el aprovechamiento de los recursos del mar, la pesca (Amaral, 1987).

Maio (1990) indica como modelo de desarrollo, una mayor diversificación agrícola (leche y otras actividades), aprovechamiento de la geotermia, el desarrollo de agroindustria, el turismo, recursos del mar y una modernización e información agrícola.

En suma, todos los modelos apuntan a la importancia del turismo y del sector de la leche.

CAPITULO III – TIPOLOGIA DE LAS EXPLOTACIONES AGROGANADERAS DE LAS ISLAS TERCEIRA Y S. MIGUEL DEL ARCHIPIELAGO DE LAS AZORES

CAPITULO III – TIPOLOGIA DE LAS EXPLOTACIONES AGROGANADERAS DE LAS ISLAS TERCEIRA Y S. MIGUEL DEL ARCHIPIELAGO DE LAS AZORES

De acuerdo con el objetivo principal de este trabajo, diseñar un modelo de decisión para los productores de leche de ganado vacuno en las islas Terceira y S. Miguel, y teniendo sensibilidad para prever algunas diferencias en el sistema productivo y tecnológico entre los productores, se pretende, hallar grupos de diferentes productores que tengan algunas características en el sistema de producción similares entre sí. Como se utilizan los datos de la Red Contable Agrícola (RICA), es importante describir un poco las características de la base de datos, la metodología utilizada para obtener los grupos homogéneos de explotaciones agroganaderas y los ajustes necesarios para tener datos que se adapten a la realidad.

3.1. La Base de Datos – La Red Contable Agrícola de las Azores (RICA-A)

La base de datos utilizada para clasificar o tipificar las explotaciones agrícolas de las islas Terceira y S.Miguel del archipiélago de las Azores, fue la Red Contable Agrícola "Rede de Informação de Contabilidade Agrícola dos Açores - RICA(A)".

Aunque existe otra base de datos agrícolas en las Azores, el Sistema de Información Central de las Explotaciones Agroganaderas de las Azores (SIARA), no se ha utilizado porque la mayoría de la información no estaba disponible y también porque la información de la RICA(A) era suficiente para permitir encontrar los grupos de explotaciones agroganaderas, que era el objetivo de este capítulo (Chagas, 1992; SIARA, 1993 y SIARA, 1992).

La RICA ha sido cuestionada por la representatividad de la agricultura portuguesa y europea por Judez y Chaya (1999), Siqueira de Carvalho (1993), Ministério de Agricultura (1993) y Manaças (1990), por las características de adhesión voluntaria y metodología de muestreo. Pero son

varios los trabajos que utilizan esta fuente de información en Portugal como por ejemplo: Enes (1999), Hallam y Machado (1996), Manaças (1990), y en otros países europeos, por ejemplo: Reinhard y Thijssen (2000), Reinhard et al. (2000), Reinhard et al. (1999), Allanson y Hubbard (1999), Judez y Chaya (1999).

3.1.1. La Red de Información de Contabilidad Agrícola en las Azores

La Red de Información Contable Agrícola (RICA) surgió en 1965 en la entonces designada Comunidad Económica Europea, por el Reglamento (CEE) nº 79/65. En este sistema de información, los objetivos eran obtener información agrícola, principalmente información de los rendimientos de las explotaciones agrícolas; analizar el funcionamiento económico de las explotaciones, para fomentar las políticas agrícolas más ajustadas a los Estados Miembros de la Comunidad, así como, servir de base al establecimiento por parte de la Comisión Europea de informes sobre la agricultura, los mercados agrícolas y de los rendimientos agrícolas, que permitían fijar anualmente los precios de los productos agrícolas (Lommez, 1984).

3.1.2. Evolución de las explotaciones de la RICA(A) en las Azores de 1988 a 1996

La caracterización de la muestra de la RICA(A) se hace de 1988 a 1996 e intenta dar una idea general de la estructura de las explotaciones agroganaderas basándose en la siguiente información: número de explotaciones, dimensión de la explotación (superficie agrícola utilizada), número de cabezas ganaderas, unidad hombre trabajo y orientación técnico económica.

El número de explotaciones que constituyen la muestra de la RICA(A) ha variado de 200 a 367, en el período considerado, mientras los cambios a lo largo del tiempo han sido muy diferentes. En 1996, año en el cual se recogieran datos, para tipificar las explotaciones ganaderas en este trabajo, las islas Terceira y S. Miguel, contribuían con 50,31% del total de las

explotaciones de las Azores, mientras Terceira tenía una mayor participación (30,7%).

La dimensión media de las explotaciones agroganaderas de la RICA(A) en 1996 era de 23,7 hectáreas. Las explotaciones con áreas inferiores a 3 hectáreas desaparecen de la muestra y las de dimensión inferior a 9 hectáreas han disminuido, pero con más expresión que las de gran dimensión (50 hectáreas). Las empresas agrícolas con áreas de 9 a 50 hectáreas han incrementado, y en 1996 representaban el 87,6%. Las empresas con áreas superiores a 50 hectáreas se mantuvieron a lo largo del período, y en 1996, eran cerca de 2,7%.

Tabla 3.1. Evolución de la dimensión media de las explotaciones agroganaderas de la RICA(A).

	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Inferior a 3	3,2	6,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	0,0
de 3 a 9	9,7	8,9	6,9	18,5	15,4	19,0	10,2	9,9	9,7
de 9 a 20	40,3	42,2	55,6	51,9	48,1	52,4	55,1	55,9	52,2
de 20 a 50	35,5	33,3	33,3	27,8	30,8	26,2	30,6	31,5	35,4
Superior 50	6,5	2,2	4,2	1,9	5,8	2,4	4,1	1,8	2,7

Fuente: Elaboración propia a partir de RICA(A) de 1988 a 1996.

El número de cabezas ganaderas en las explotaciones, con más expresión eran las que tenían de 16 a 30 cabezas vacunas, representando el 54% en 1996. Estas explotaciones se han incrementado a lo largo del período considerado. El valor medio del número de cabezas vacunas era de 22,7 en 1996.

Tabla 3.2. Evolución del número de cabezas ganaderas de las explotaciones agroganaderas de la RICA(A).

	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Inferior a 7	16,1	15,6	2,8	1,9	0,0	0,0	1,0	2,7	1,8
de 7a 15	16,1	17,8	20,8	38,9	30,8	31,0	20,4	18,9	11,5
de 16 a 30	35,5	44,4	48,6	35,2	46,2	57,1	55,1	52,3	54,0
Superior 30	32,3	22,2	27,8	24,1	23,1	11,9	23,5	26,1	32,7

Fuente: Elaboración propia a partir de RICA(A) de 1988 a 1996.

La unidad hombre trabajo (UHT) es de uno a tres trabajadores por explotación en la mayoría de las mismas (95,6% en 1996, pero con más de la mitad para explotaciones hasta un trabajador). En el período referido, las explotaciones hasta de un UHT se han incrementado y en cambio las de dos a tres han disminuido. Las explotaciones con tres o más UHT se mantuvieron a lo largo del tiempo considerado. La media de UHT en 1996 era de 1,5.

Tabla 3.3. Evolución de la unidad hombre trabajo en las explotaciones agroganaderas de la RICA(A).

	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Inferior a 1	29,0	35,6	25,0	51,9	53,8	71,4	44,9	40,5	57,5
de 2 a 3	64,5	62,2	70,8	42,6	40,4	28,6	51,0	50,5	38,1
Superior a 3	6,5	2,2	4,2	5,6	5,8	0,0	4,1	9,0	4,4

Fuente: Elaboración propia a partir de RICA(A) de 1988 a 1996.

La orientación técnico-económica (OTE) más característica en la muestra de RICA(A) es la 4 (explotaciones especializadas en bovinos) e incluida en estas la 4.1.1. (bovinos de producción lechera) con 91,2% de las explotaciones en 1996 y 4.3 (bovinos de producción lechera, cárnica o de aptitud mixta) con 1,8% de las explotaciones en 1996. Hubo una disminución de las explotaciones en la muestra de la OTE 4.3. y un incremento grande de las 4.1. Las otras clases de OTE han disminuido a favor de la 4.1.

Tabla 3.4. Evolución de la orientación técnico-económica de las explotaciones agroganaderas de la RICA(A).

	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
4.1.1	58,1	66,7	75,0	70,4	44,2	38,1	71,4	85,6	91,2
4.1.2	12,9	8,9	13,9	22,2	7,7	19,0	8,2	1,8	4,4
4.2	3,2	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	0,9
4.3	12,9	6,7	11,1	5,6	46,2	40,5	19,4	9,9	1,8
Otras	12,9	15,6	0,0	1,9	1,9	2,4	1,0	1,8	1,8

Fuente: Elaboración propia a partir de RICA(A) de 1988 a 1996.

3.1.3. Caracterización de las explotaciones agroganaderas de la RICA(A) en 1996

En esta sección se analiza la muestra de la RICA Azores en 1996, y se sigue con la caracterización profundizada de la muestra, o sea, la RICA de las islas Terceira y S. Miguel. Se han analizado 174 explotaciones agrícolas que pertenecían a la RICA(A) de 1996, siendo 111 de la isla Terceira y 63 de la isla S. Miguel. Cabe destacar, que se han eliminado de nuestro análisis dos (2) explotaciones de la Terceira pues tenían una OTE 1 y 8; y también se eliminaron nueve (9) explotaciones de S. Miguel que tenían las OTE`s 1, 3 y 9. Así, de un total de 185 explotaciones agroganaderas de la RICA(A), se estudiaron 174, cuyas OTE`s son la 4, según la tipología de la Unión Europea.

Al utilizar el análisis “cluster” en las empresas de la RICA(A), se han de considerar las variables más ajustadas a nuestro análisis. El uso de la totalidad de las variables o información de las explotaciones agroganaderas, puede originar problemas de redundancia, así como dificultar el análisis, al profundizar mucho el tema. Como resultado de esto, se ha optado por analizar solo las variables cuantitativas, una vez que estas son suficientes en número, para efectuar el análisis y también porque el uso de variables cualitativas es muy criticada, mientras su utilización siga siendo frecuente en investigación en ciencias sociales.

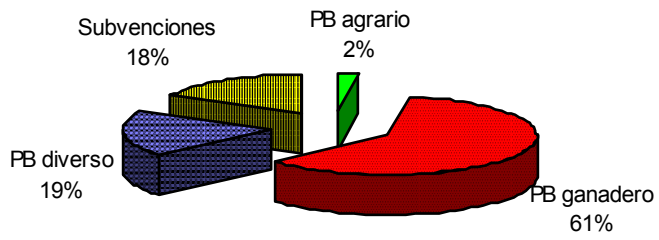
Las principales críticas apuntadas al uso de variables cualitativas, se refieren al hecho de utilizar el concepto de distancia, lo que dificulta su ajuste.

Algunos trabajos transforman los datos cualitativos en variables discretas o binarias. Todavia, hay quién considere que se introduce gran grado de subjetividad, aunque sea la única manera de hacer el análisis en cuestión.

Para caracterizar las explotaciones agroganaderas de la RICA(A) en 1996 se van a utilizar las variables elegidas para clasificar los grupos de explotaciones homogéneas en las dos islas analizadas, Terceira y S. Miguel. Para elegir las variables en este estudio, se han considerado los trabajos previos de Enes (1999) y Avillez (1991) que utilizan los indicadores de especialización e intensificación y de estructura de los gastos, del producto y los índices de dimensión y de especialización.

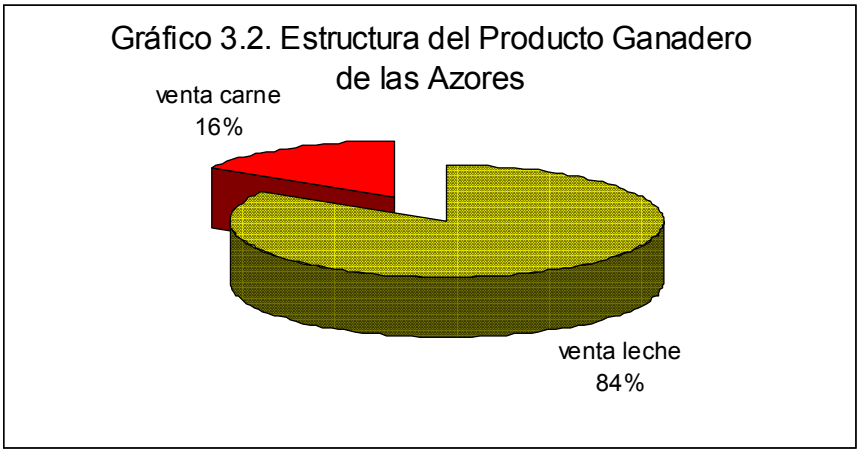
Las variables utilizadas se obtienen de los elementos de contabilidad agrícola. Se considera en la estructura del producto, la venta de la leche, la venta de la carne, el producto bruto diverso y las subvenciones. En la estructura de los gastos se incluyen los abonos, piensos, conservación y reparación de equipos, carburantes y lubricantes, gastos en mano de obra, amortizaciones, rentas de terrenos agrícolas, otros gastos ganaderos y los demás gastos. Para finalizar, se incluirán en este análisis los índices de área media de explotación, número medio de vacas lecheras, producción media de leche y unidad hombre trabajo (UHT).

Gráfico 3.1. Estructura del Producto Agrícola de las Azores



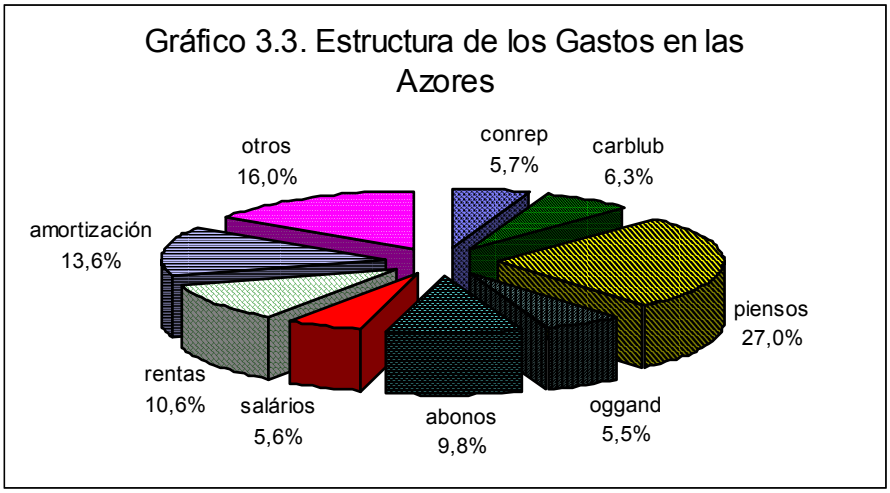
Fuente: Elaboración propia a partir de RICA(A) 1996.

En la estructura del producto de las empresas agroganaderas de la RICA(A) 1996, se verifica una gran importancia del producto bruto ganadero, cerca de 61,3% del producto total. El producto agrario casi no tiene importancia (2,3% del producto total agrícola). También puede obtenerse una gran importancia de las subvenciones, 17,6%, en el producto agrícola total, que está muy cerca de la contribución del producto agrícola diverso (18,8%).



Fuente: Elaboración propia a partir de RICA(A), 1996.

El producto bruto ganadero está constituido en su mayoría por la producción de leche y carne. Al considerar solo las actividades de venta de leche y carne, se verifica que la venta de la leche se presenta como el 84,1% del total de ingresos, y la venta de carne contribuye en las ventas con el 15,9%, lo que muestra una especialización de la actividad vacuna lechera y que la producción de carne de vacuno se presenta como una actividad más complementaria que una actividad alternativa. Estos datos acompañan la tendencia agrícola en las Azores (predominancia de actividad vacuna lechera) ya referida en la caracterización de las islas de las Azores.



Fuente: Elaboración propia a partir de RICA(A), 1996.

En la estructura de los gastos se constata que los alimentos comprados (piensos) representan el 27% del total de los gastos, lo que se debe a un sistema de producción de leche exigente en piensos. También las amortizaciones, principalmente de los equipos, son del 13,6% del total de los gastos, y que resultan de una gran inversión en equipos (tractores, equipos de ordeño, entre otros) promovida por programas de inversión de la Unión Europea, como la primera instalación de los jóvenes, y por otros programas de ámbito nacional.

Las rentas de terrenos agrícolas y los gastos en abono, siguen en importancia en los gastos totales, con el 10,6% y el 9,8% respectivamente. Las rentas de terrenos agrícolas se deben a un sistema de explotación de la tierra, con su naturaleza mixta, se utiliza tierra agrícola propia y de otros propietarios. Los gastos salariales en relación al total de los gastos son cerca del 5,6%. Este bajo valor es debido a que la mayoría de las explotaciones utilizadas en este análisis, pertenecen al tipo de explotación familiar, en las que no se contabiliza la mano de obra de la familia del productor agrícola (incluyendo la suya).

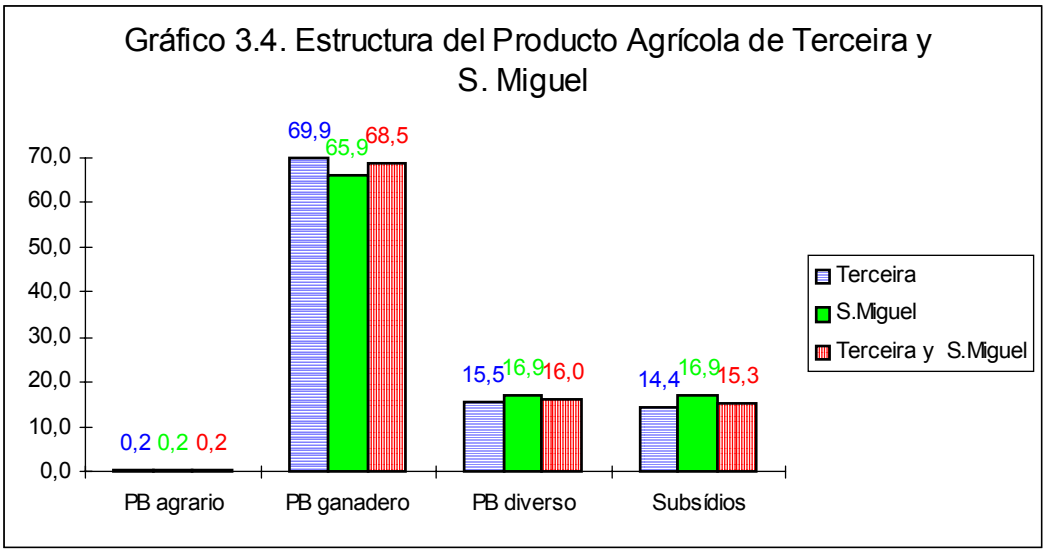
Los gastos de conservación, reparación y funcionamiento de equipos (carburantes y lubricantes) en conjunto, representan el 12%. Los otros

gastos, representan el 16% del total e incluyen, aquellos con porcentaje inferior a 5%.

Para continuar con la caracterización de las empresas que integran la RICA Azores, se considera importante caracterizar las empresas que constituyen la muestra en estudio y referentes a las islas Terceira y S. Miguel.

3.1.4. Caracterización de las explotaciones agroganaderas de la RICA Terceira y S. Miguel, en 1996

Las variables estructura del producto y gastos utilizadas en esta caracterización, son las mismas que caracterizaron la muestra de la RICA 1996 Azores.

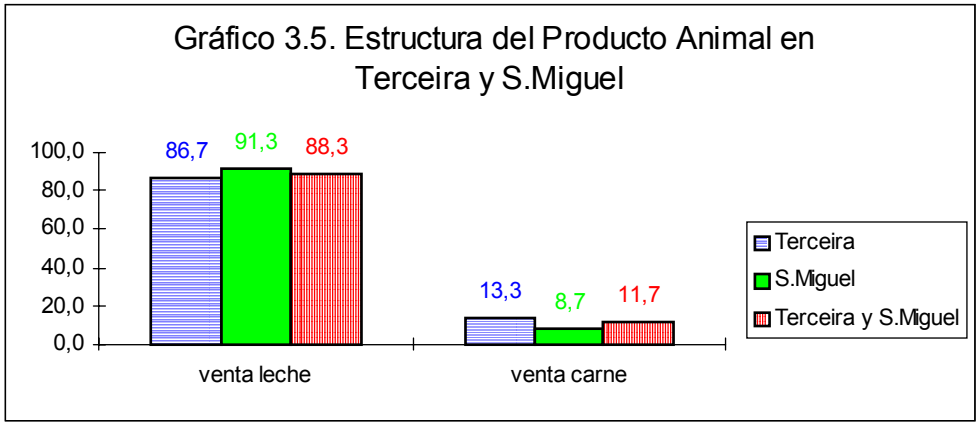


Fuente: Elaboración propia a partir de RICA(A), 1996

En la estructura del producto agrícola en la isla Terceira se comprueba que la mayor parte (69,9%), se presenta como producto bruto ganadero. Las subvenciones son muy relevantes y contribuyen con un 14,4% en el producto bruto total. El producto agrario solo constituyó 0,2% del producto bruto agrícola. En la isla de S. Miguel, la situación es muy similar, o sea, el producto bruto ganadero (65,9%) constituye la mayor parte del producto bruto agrícola total y las subvenciones siguen en importancia (16,9%). En S. Miguel, también la producción agraria es muy pequeña y sigue la tendencia de las Azores.

Comparando los datos de la muestra, Terceira y S. Miguel, con la RICA Azores de 1996, se constata un incremento del 0,2 a 2,3% en el producto bruto agrario, lo que evidencia la poca representatividad de las actividades vegetales en las Azores. Mientras la producción ganadera sigue siendo la actividad más predominante en Terceira (69,9%) y S. Miguel (65,9%) es más representativa que en la RICA Azores (61,3%).

Al verificarse la importancia del producto bruto ganadero, parece interesante analizar las componentes venta de leche y venta de carne. En Terceira y S. Miguel, la casi totalidad del producto ganadero está compuesto por venta o producción de leche, respectivamente, 86,7% y 91,3%, mientras la producción de carne se presenta con menos importancia en las dos islas.



Fuente: Elaboración propia a partir de RICA(A), 1996

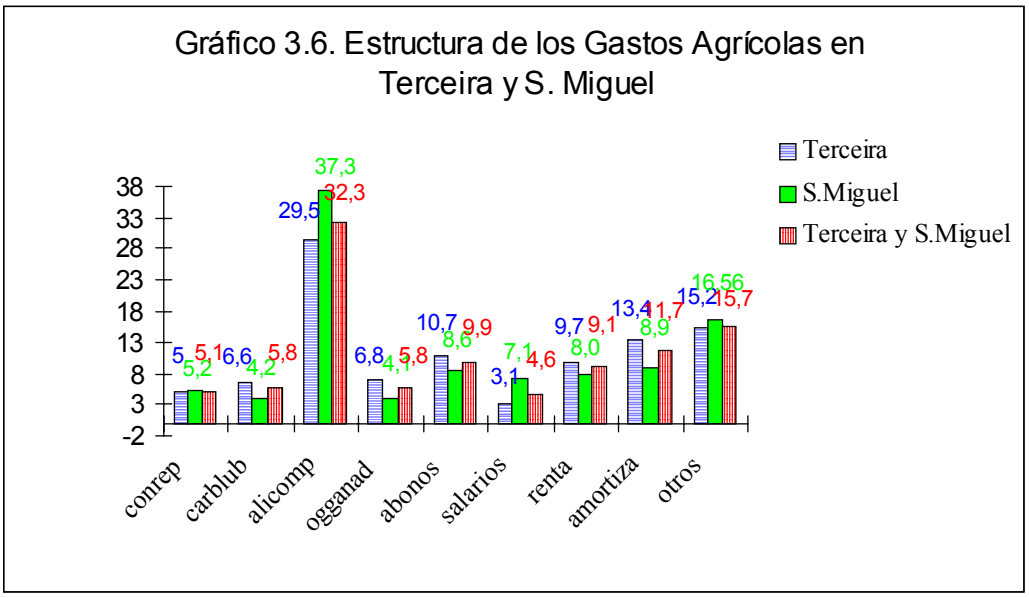
Comparando con la RICA-A, se verifica un incremento en la importancia de producción de carne y un decrecimiento pequeño en la producción de leche, esto está influenciado por el hecho de que en la muestra del archipiélago, las islas con mayor producción de la leche son S.Miguel, Terceira, S.Jorge y también Faial. Las otras islas tenderán a producir más carne y menos leche.

En resumen, las variables elegidas para utilizar en el análisis “cluster” y que resultan del análisis anterior son: la venta de la leche, venta de carne y las subvenciones.

En la estructura de los gastos de la Terceira, considerando en primer lugar los gastos fijos, se constata que en los gastos totales, las amortizaciones (13,4%) y las rentas de terrenos agrícolas (9,7%) son los más importantes. En los gastos variables (o considerados como tal) los piensos (29,5%) y los abonos (10,7%) se presentan como los más importantes en el gasto total, seguidos por los otros gastos de ganadería y por los carburantes y lubricantes. Debemos recordar que en el capítulo de otros gastos se han considerado los gastos inferiores a 5%, como por ejemplo, semillas compradas y alquiler de equipos, entre otros.

En S. Miguel se sigue la misma tendencia que en Terceira. O sea, en los gastos fijos, los que más contribuyen para los gastos totales son, las amortizaciones de equipos (8,9%) y las rentas de tierras agrícolas (8,0%). La mayor diferencia está en el ámbito de los gastos salariales donde en S.Miguel (7,1%) es más del doble que en Terceira (3,1%). También en los gastos variables, los piensos y abonos son los que más influyen en los gastos totales con un 37,3% y un 8,6%. En la estructura de los gastos, cuando se consideran las islas como un todo, se verifica que la mayor importancia de los gastos es en piensos y abonos.

Comparando las islas Terceira y S.Miguel con la totalidad de la muestra de las Azores de la RICA 1996, los valores son muy similares, mientras se disminuya el peso de los piensos y se incremente el peso contributivo de las amortizaciones y de las rentas de terrenos agrícolas.



Fuente: Elaboración propia a partir de RICA(A), 1996

De este análisis se ha elegido un conjunto de 16 variables para caracterización de los grupos de explotación agroganaderas de las islas Terceira y S. Miguel.

A continuación se describirá el procedimiento realizado para la constitución de los grupos homogéneos de explotaciónes agrícolas, pero antes se van a revisar de un modo general, algunos temas relacionados con el análisis de grupo o "cluster".

3.2. Aspectos Teóricos del Análisis "Cluster" o Análisis de Grupo

Para clasificar explotaciones agroganaderas, es decir, constituirse grupos homogéneos cuyos elementos tengan características comunes, se recurre al análisis de grupo, análisis multivariante o también designado de una manera más universal, análisis "cluster".

Para encuadrar el análisis "cluster" en el ámbito de los métodos de clasificación, primeramente, se hace una revisión de los métodos del análisis multivariante más referidos en la bibliografía actual, en que se intenta explicar por qué unos son elegidos en detrimento de otros.

Pero antes de iniciar la descripción de los métodos de análisis, debemos definir el concepto de clasificación, pues este es muy importante para definir grupos de elementos similares. Así, por clasificación, se entiende la reunión de elementos de características similares en grupos más o menos homogéneos, para pasar a ser tratadas como entidades aisladas (Santana, 1986). Los grupos se forman con base en su grado de similitud, o sea, los elementos de un "cluster" son similares y los elementos de otros grupos son no similares (http:/www.statistik.tuwien.ac.at). Así se organiza la información de las variables en grupos homogéneos (http:/trochim.human.cornell.edu). Esto es, la finalidad de utilizar el análisis cluster es identificar grupos homogéneos o clusters (Norusis, 1994), simplificando la realidad con la menor perdida posible de información (Fernandez-Palacios y Los Santos, 1996), para obtener un elemento u observación tipo de cada grupo, que sea entonces el elegido para efectuar el análisis (Damas Rico, 1996).

El análisis cluster, es un tipo de análisis multivariante, para clasificar los elementos semejantes con base en más de una variable, estructurando los datos (Jongman et al., 1987). El análisis multivariante es contrario al análisis univariante, una vez que este solo considera una variable en la constitución de los grupos (Fernández- Palacios y Los Santos, 1996). Al considerar solo una variable se corre el riesgo de simplificar mucho el problema.

La clasificación, puede reagruparse de acuerdo con los criterios utilizados en la asociación de variables. La clasificación será monotética, cuando se utiliza solo uno criterio en la constitución de los grupos, y será politética, cuando se consideran varios (Fernández- Palacios y Los Santos, 1996).

En el análisis de grupo se pueden considerar dos tipos de modelos, los de ordenación, cuando se organizan las variables de acuerdo con los gradientes; y los de clasificación, cuando se organizan las parcelas de una forma jerárquica o no, en grupos o clases (Fernández- Palacios y Los Santos, 1996).

La clasificación se puede agrupar dependiendo de la ordenación de las variables, en tabular, no jerárquica y jerárquica.

En la clasificación tabular, se hace el inventario de los datos, buscándose patrones de respuestas agrupando aquellas observaciones que comparten una serie de elementos.

En la clasificación no jerárquica, se permite crear clases por afinidad entre sus elementos, aunque no exista una jerarquía entre ellos (Fernández-Palacios y Los Santos, 1996).

En los métodos jerárquicos (que permiten la clasificación jerárquica) se forman los grupos considerando que un criterio es más importante que otro y así tendría un nivel jerárquico superior (Jongman et al., 1987).

En la clasificación jerárquica se considera 2 grupos de métodos, según el tipo de observación, los métodos de clasificación divisiva y aglomerativa.

En los métodos divisivos, la clasificación parte del total de observaciones como un grupo, repitiéndose las desagregaciones hasta llegar a un grupo que puede ser constituido por solo una observación o elemento (sentido descendente). Aquí las grandes diferencias prevalecen sobre las pequeñas diferencias (Fernández- Palacios y Los Santos, 1996, Jongman et al., 1987, Digby y Kempton, 1991 y Dias, 1989).

En los métodos aglomerativos, se pasa al revés de lo que pasa en los métodos divisivos. O sea, la clasificación, parte de las observaciones individuales como un grupo, con diversas combinaciones intermedias, hasta llegar a un solo grupo que puede incluir todas las observaciones o elementos (sentido ascendente). Así parece que las pequeñas diferencias prevalecen sobre las grandes diferencias (Fernández- Palacios y Los Santos, 1996, Jongman et al., 1987, Digby y Kempton, 1991 y Dias, 1989). Estos autores y Norusis (1994) hacen referencia a que los métodos aglomerativos, son los más utilizados en los diferentes campos de investigación, por su facilidad de uso en ordenadores. Los métodos aglomerativos para clasificar las variables,

se basan en la medida de la distancia entre sus elementos. Hay muchas formas de medir la distancia, pero la más utilizada es la distancia euclidiana al cuadrado, o su raíz cuadrada (Norusis, 1994). La fórmula utilizada para la distancia euclidiana entre dos puntos d(x,y), es la siguiente:

$$D(x,y) = [(x_1 - y_1) + (x_2 - y_2) + ... + (x_n - y_n)]^{1/2}$$

Los métodos aglomerativos se pueden subdividir según la distancia que separa un grupo de observaciones o individuos de otro grupo, constituyendo grupos homogéneos de elementos, mientras todos estos métodos se basen en la matriz de las semejanzas.

Los métodos aglomerativos referidos, más comúnmente en la bibliografía revisada son:

- "Single linkage" o "nearest neighbour clustering" (algoritmo de conexión simple o método del vecino más cercano)
- "Complete linkage" o "Furthest neighbour clustering" (algoritmo de conexión completa o método del vecino más alejado)
- "Average linkage clustering" (algoritmo medio de conexión)
- Método centroide o (método de centros móviles de gravedad)
- Método "Ward"

<u>Métodos Aglomerativos de Análisis de grupo</u>

En este trabajo se consideran tres grandes grupos de métodos aglomerativos, el "Single linkage" o "nearest neighbour clustering" (algoritmo de conexión simple o método del vecino más cercano); él "Complete linkage" o "Furthest neighbour clustering" (algoritmo de conexión completa o método del vecino más alejado) y un grupo de métodos intermedios a los dos anteriores y constituido por "Average linkage clustering" (algoritmo medio de conexión), método "centroid" y método "Ward".

“Single linkage” o “nearest neighbour clustering” (algoritmo de conexión simple o método del vecino más cercano).

Es uno de los métodos más simple, y se basa en constituir el primer grupo entre los dos primeros casos (observaciones) que tienen la más pequeña distancia posible entre dos elementos, o sea, los dos casos más semejantes (http:/www.sbg.ac.at, Norusis, 1994 y Jongman et al.,1987). Después de la formación del primer grupo, se verificará su semejanza con otros grupos y entonces el grupo inicial crece o constituye otro grupo de elementos semejantes (Digby y Kempton, 1991). Este proceso termina cuando se obtiene un solo grupo, o los grupos que se pretenden.

La ventaja de este método es la simplicidad de utilización en el ordenador. La desventaja, es la propensión a constituirse cadenas (elos o “chaining”) en que las se obtiene un gran grupo, pero poco homogéneo, o sea, persisten algunas grandes diferencias entre los elementos de cada grupo (Digby y Kempton, 1991). Este método permite así formar un gran “cluster” y no es muy adecuado para tipificar datos, pero puede mostrar los elementos con comportamiento diferente (outliers) (http:/www.astro.rug.nl/~midas).

“Complete linkage” o “Furthest neighbour clustering” (algoritmo de conexión completa o método del vecino más alejado)

Es un método opuesto al anterior, pues la distancia entre los “clusters” está determinada por los elementos más alejados y estos definen o no su semejanza (http:/www.sbg.ac.at, Norusis, 1994). La distancia elegida entre los dos elementos es siempre la mayor posible (Fernandez-Palacios y Los Santos, 1996). La desventaja de este método resulta de la imposición de la estructura de los datos y de originar grupos “estrechos”, en que las diferencias entre grupos puede ser sobrestimada y constituir “clusters” esféricos muy compactos (Fernandez-Palacios y Los Santos, 1996; Digby y Kempton, 1991).

- “Average linkage clustering” (algoritmo medio de conexión)

Este método es considerado por Digby y Kempton (1991), como intermedio al “single linkage” y “complete linkage”, en que la distancia entre dos “clusters” es la media entre todas las parejas de casos (elementos). O sea, se considera la distancia entre parejas de elementos y no entre los elementos per si (Norusis, 1994). La semejanza entre la unidad *k* y el nuevo grupo constituido por las unidades *i* y *j*, es la media aritmética entre la unidad *i* y *k*, y entre *j* y *k* (Digby y Kempton, 1991). Para estos autores, en términos geométricos, se puede considerar que cada “cluster” tiene un único centro. Existen modificaciones en esta técnica, como por ejemplo, UPGMA, WPGMA y el “Average group within group”. Este último método es muy completo, pues se determinan las distancias entre todas las parejas ínter e intra los “clusters” (Norusis, 1994 y Jongman et al., 1987).

- <u>Método del centroide (método de centros móviles de gravedad)</u>

Este método es también considerado por Digby y Kempton (1991), como intermedio al “single linkage” y “complete linkage”, pero presenta diferencias con relación al método del algoritmo medio de conexión, pues el centro del nuevo “cluster” formado está definido por la conexión a los centroides de las unidades del “cluster”. Este método calcula las distancias entre dos “clusters”, como la distancia entre las medias para todos sus elementos (Norusis, 1994). Para esta autora, la desventaja de este método, es debida a la disminución de la distancia de los clusters cuando se pasa de una fase a otra posterior, en que los últimos clusters formados, son más diferentes que los primeros. Entonces, la distancia entre clusters es determinada por la distancia entre los centroides de los clusters, en que los centroides son puntos definidos por la abundancia de elementos en los clusters (Jongman et al., 1987). La similitud entre dos clusters formados es igual a la distancia entre sus centroides, donde el centroide se define como el centro de masa de dicho cluster (Rodríguez et al., 1998).

- <u>Método “Ward”</u>

Este método es designado por Jongman et al. (1987) por error de la suma del cuadrado de Orlócis, y es semejante a los métodos algoritmo medio de conexión y centroide. La distancia entre los clusters, puede ser medida como la distancia al cuadrado entre todos los pares de elementos, en un cluster ponderado por la dimensión del cluster (similar al algoritmo medio de conexión), o como un incremento de la distancia al cuadrado al centroide del cluster, cuando dos clusters se funden (similar al centroide) (Jongman et al., 1987). O sea, se calcula el cuadrado de la media de la distancia euclidiana para cada caso, cuya distancia es la suma para todos los casos (Norusis, 1994).

El método Ward se basa en la varianza entre los grupos y produce grupos compactos de dimensión bien distribuida (http:/www.sbg.ac.at). Este método forma clusters con la mínima varianza internamente (esto es, compactos), y con la máxima varianza externamente (esto es, aislados). Es útil para resumir los clusters (http:/www.astro.rug.nl).

La desventaja es debida a usarse la distancia al cuadrado, lo que origina clusters más “apretados o concentrados” que en el método algoritmo medio de conexión, siendo más similar al “complete linkage” (Jongman et al., 1987).

En el algoritmo del método Ward la suma de la distancia es cero o nula, cuando se consideran todas los casos en un cluster separado, pues cada elemento coincide con el centroide de cada cluster. En cada fase, en que hay fusión de cada pareja de clusters, sigue una disminución del total de la suma de los cuadrados entre los grupos, o sea, se minimiza el aumento, dE, del total del cuadrado de la suma.

Para Jongman et al. (1987) se puede usar la siguiente fórmula:

$$dE = Ep + q - Ep - Eq$$

en donde,

E es el error total de los cuadrados,

Ep + q es la distancia al cuadrado entre los grupos para el cluster, donde p y q se juntaron,

Ep y Eq son la suma al cuadrado para los clusters individuales p y q.

El método Ward junta en cada fase los dos grupos que tengan menor inercia o menor entropía. La inercia mide la dispersión de los grupos con el centro de gravedad de todos los elementos del grupo o cluster (Bouroche y Saporta, 1980, in: Dentinho y Silva, 1996). Es decir, cuanto mayor sea la agregación y menor el número de grupos, más entropía hay, o sea, más diferencias hay entre los grupos. Para elegir el número de los grupos adecuados al análisis, tiene de considerar los "saltos" de entropía que hay en cada fase de agregación de los grupos.

Resultados presentados del análisis cluster

Una de las ventajas que presentan estos métodos de análisis de grupo (cluster) es la presentación de los resultados y estos dependen de los métodos utilizados, de los paquetes informáticos y de los criterios considerados. Pero la visualización de los resultados obtenidos por estos métodos son muy perceptibles, siendo las formas más comunes de presentarlos, los dendogramas o árbol de análisis, los "icicle plots", diagramas sombreados, cuadros, tablas de aglomeración, la matriz de correlación de variables y gráficos de espacios (Fernandez-Palacios y Los Santos, 1996 y Norusis, 1994).

El dendograma o fenograma, diagrama de árbol, o árbol de similitud, resulta de la aplicación de los métodos aglomerativos, y se presenta como un racimo de uvas. Este se forma paso a paso, en todo el proceso de formación del grupo, de modo que se cuantifica las conexiones por afinidad entre los diferentes elementos u observaciones (Fernandez-Palacios y Los Santos, 1996).

Ejemplo: en el árbol, se muestra que en una fase x los clusters 1 y 2, , se han mezclado a una determinada distancia 5, o sea, d (1,2) = 5 (Rodríguez et al., 1998). La altura del cluster dentro del árbol nos indicará la distancia, medida de similitud entre grupos, a la que cada agrupación se ha formado. La utilidad del árbol, radica en que proporciona un ordenamiento jerarquizado de las similitudes que comienza en la base del mismo, donde cada objeto está separado de los demás, en su propio cluster y solo es semejante a sí mismo (Rodríguez et al., 1998). En el punto más alto del árbol, se tolera todas las diferencias existentes, al colocarse todos los objetos en un solo grupo.

La matriz de semejanza (o no-semejanza) expresa las distancias entre cada pareja de elementos, o sea, la matriz enseña la no-similaridad existente entre las parejas de elementos (http:/www.statistik.tuwien.ac.at). Es una matriz cuadrada, en que la celda formada por la intersección de una columna y una fila contiene el valor del coeficiente de similitud entre un par de casos. La distancia entre dos puntos es simétrica, o sea, d(a,b) = d(b,a). La matriz de semejanza también muestra la distancia entre elementos, pero solo se conoce las semejanzas entre parejas en una determinada fase del proceso, mientras que en árbol se ofrece de manera simultanea todas las fases (Rodríguez et al., 1998).

También se puede optar por la estandarización de la matriz de datos, en que se transforman los atributos en nuevos atributos adimensionales (Rodríguez et al., 1998).

Hay que mencionar la importancia de la estandarización de la matriz de datos, bien porque se eliminan efectos arbitrarios, bien porque se transforman las medidas en unidades no dimensionales, y porque los atributos contribuirán de manera más igual a las semejanzas entre objetos.

Los “icicle plots” se parece a una árbol, con “pinjantes” suspendidos (Enes, 1999).

Los paquetes que existen en el mercado y que permiten hacer análisis multivariante (cluster) son el BMDP, GenStat, SAS, y el SSPS.

Aplicaciones del análisis cluster a la realidad

El análisis cluster es muy utilizado en varios campos científicos, biológicos, geológicos (Norusis, 1994), y económicos como lo demuestran los trabajos de Silva y Bezerra (2000), Enes (1999), Solano et al. (1999), Rodríguez y Ocaña (1998), Martin y McLeay (1998), Damas Rico (1996), Fernández et al. (1996), Dentinho y Silva (1996), Mello (1996), Santos (1994), Delgado y Caldentey (1993), Picazo Tadeo y Hernandez Sancho (1993), Avillez (1991), Judez (1989), entre otros.

Silva y Bezerra (2000) definen cuatro tipos de explotaciones lecheras de las Azores recurriendo a caracteríticas financieras y de rentabilidad de las mismas. El método utilizado es el "Ward".

Una tipología para la isla Terceira (Azores) es definida por Enes (1999), en la cual el criterio es la dimensión: pequeña (0-30 CN), media (30-75 CN) y grande (más de 75CN). Las explotaciones de pequeña dimensión, pueden ser de leche, carne o mixtas. Las explotaciones de media y grande dimensión, tienen especialización, leche o mixta (producción de leche y carne).

El análisis cluster, técnica de agregación centroide, paquete SAS, ha sido utilizada por Solano et al. (1999) para definir tipos de ganaderos en Bolivia. Estos investigadores recogieron información cualitativa y cuantitativa de 319 explotaciones lecheras, de las características estructurales y económicas de las explotaciones y de las características personales de los ganaderos. Se elaboraron clusters de las variables técnicas económicas y sociales y por último, se obtuvieron tres grupos de acuerdo con la orientación productiva, designados como: 1) explotaciones lecheras con gran especialización comercial, 2) explotaciones mixtas de leche y cereales y 3) explotaciones

medias de producción leche/cereales pero con especialización semi-comercial.

En cuanto a las características personales (sociológicas y de información), Solano et al. (1999) definieron tres grupos: productores muy informados, productores informados a medias y productores no informados. Todos estos grupos fueron caracterizados con la información técnica económica y sociológica recogida.

Rodríguez et al. (1998) utilizan el análisis cluster para los diferentes tipos de variables características de la explotación agraria. Dependiendo del tipo de variables que considera, obtiene diferentes números de grupos, en que totaliza 18 grupos.

Martin y McLeay (1998) utilizan el análisis multivariante (método centroide) para definir grupos de agricultores de Nueva Zelanda, que difieren en prácticas de riesgo. Se obtienen cinco grupos de agricultores que difieren entre sí en las fuentes de riesgo y en algunas características de ellos mismos y de sus explotaciones.

Dentinho y Silva (1996) utilizan el método Ward para identificar la estructura de la información (interna o externa a la explotación) y la decisión de los agricultores azorianos, apoyándose en la tipología presentada por Avillez (1991). Dentinho y Silva, obtienen cinco tipos de sistemas de información agrícola para las Azores.

Damas Rico (1996) establece un grupo homogéneo de cooperativas recurriendo al análisis cluster. Utilizan como variables, la solvencia, inmovilizado y otros indicadores financieros. Utilizan el paquete BMDP y obtienen cuatro grupos de almazaras.

Mello (1996) hace la caracterización de grupos homogéneos de productores agrícolas, en que se obtienen cinco grupos, utilizando el método centroide. Esto trabajo tiene como objeto contribuir para el plano de política de marketing para el “Ministerio de Agricultura de Portugal”.

Fernández et al. (1996) aplican el análisis cluster (método centroide y BMDP) para delimitar unidades territoriales homogéneas en Andalucía a partir de la distribución de cultivos. Se obtienen ocho grupos de explotaciones para el secano y ocho para el regadío.

La aplicación del análisis cluster, método centroide, fue utilizada por Santos (1994), para la isla de S.Jorge (Azores). Utiliza el programa informático "startgraphics", versión 4, y obtiene seis explotaciones tipo para la isla referida.

Picazo y Hernandez (1993) estudian la profundidad y conocimiento de la diversidad de la agricultura de tres zonas, del litoral, interior e intermedia a ambas. Con base en un conjunto de variables que recogen la orientación productiva y la estructura de las explotaciones y la utilización de factores productivos. Estos autores intentan obtener tipologías agrarias valencianas, con el análisis clusters, y resultan tres grupos de explotaciones agrarias.

Delgado y Caldenty (1993) utilizan el análisis cluster para segmentar el mercado de vino de Córdoba. Se utiliza como instrumento de cálculo el PKM (K-Means clustering cases), centroide, que establece un número fijo de grupos homogéneos de casos, utilizando la distancia euclidiana entre cada caso y la media de los casos en el cluster. Los resultados apuntan cinco grupos de consumidores de vino y cinco grupos de no consumidores. Se utilizan como criterios variables cualitativas de consumo y socioeconómicas.

Avillez (1991) propone para las Azores, los siguientes sistemas de producción agrícola, con base en el paquete informático Lotus, 1,2,3:

1) Sistemas de producción tradicional, que integra las explotaciones agrícolas de pequeña dimensión, en las que no hay una especialización agrícola definida.

2) Sistemas de producción ganadera, en los que subdividió estos dependiendo de su grado de especialización, en sistemas de producción de leche, mixta o carne. Estos, se subdividen de acuerdo con el número

de animales. En los sistemas de producción de carne se considera inferior a 6 vacas, y de 7 a 15 vacas. En los sistemas de producción de leche se considera de 7 a 15 vacas, de 16 a 30 vacas y más de 30 vacas. En el sistema de producción mixta se considera de 7 a 15 vacas y más de 15 vacas.

3) Sistemas de producción vegetal, que integran las explotaciones agrícolas que presentan alguna especialización, en actividad de producción vegetal.

Dentinho (1998) referido por Enes (1999), presenta una tipología de producción de leche, de carne o mixta. Cada una de estas producciones las subdivide dependiendo de sí son, extensivas, intensivas o semi-extensivo/intensivas, considerándose 16 sistemas de producción.

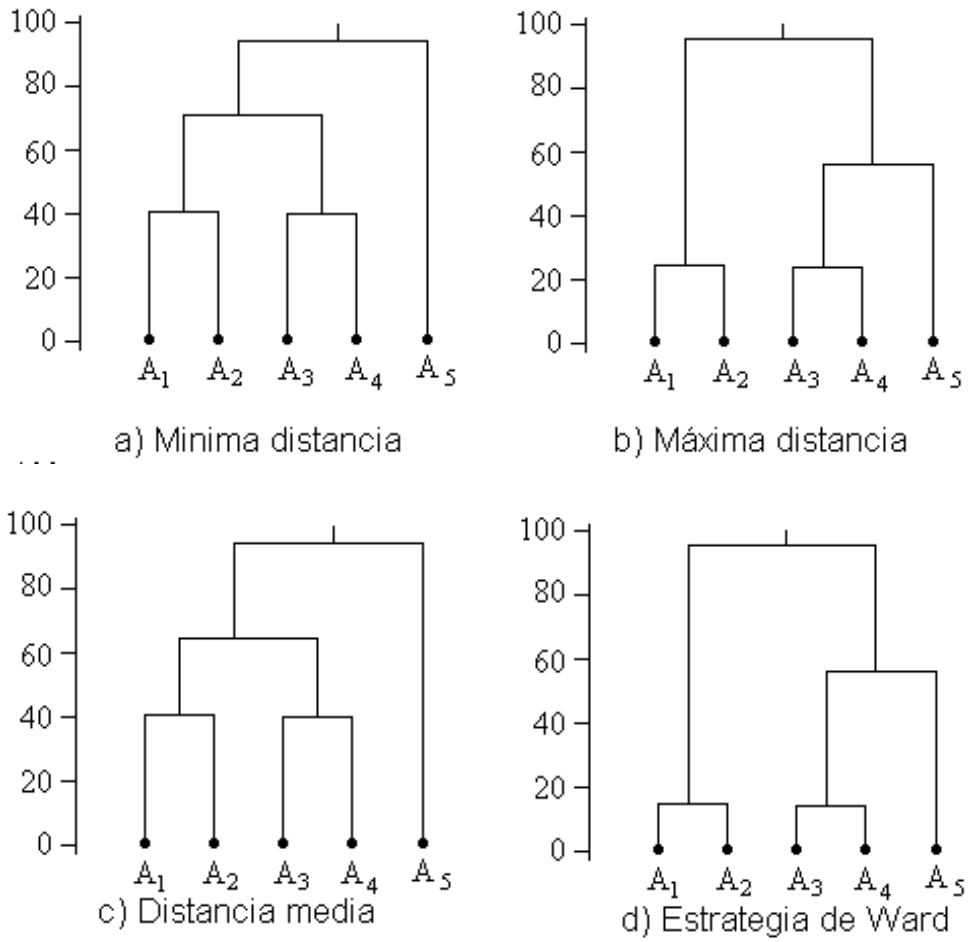
Judez (1989) presenta un estudio de la estructura del factor trabajo en un conjunto de explotaciones agrícolas con el fin de establecer una tipología de las explotaciones con respecto al mencionado factor. Se utilizan siete categorías de trabajadores. Para el análisis cluster utiliza la estrategia agregación de Ward, en 30 explotaciones y obtiene tres grupos de explotaciones.

Elegir un método de análisis cluster es desde nuestro punto de vista muy difícil, y depende de los criterios internos, como la naturaleza heurística de los datos y de los métodos y también de criterios externos, que depende de las diferencias entre los elementos de variables, o del número de elementos o unidades utilizadas (Jongman et al. 1987).

En el esquema de Judez (1989), a continuación, se constata que el método Ward se diferencia más del “single linkage” y “average linkage” al formar los grupos de elementos. O sea, los métodos Ward y “complete linkage” son más compactos al formar los grupos. Pero lo interesante es verificar que siempre se juntan los mismos elementos, A_1 con A_2, A_3 con A_4, y se queda A_5 solo, en una primera fase. Este nos facilita el uso de un método en

detrimento de otro. Se ha elegido el método “Ward” por haber sido utilizado en clasificaciones de las Azores con éxito Enes, (1999), Dentinho y Silva (1996) y Silva y Bezerra (2000).

Esquema 3. 1. Comparación de los Métodos de Análisis Cluster



Fuente: Adaptado de Judez (1989).

<u>Metodología utilizada en el análisis de grupo o “cluster”</u>

La metodología utilizada en este trabajo sigue las etapas también utilizadas por Rodríguez et al. (1998).

Estas etapas son: 1) obtención de la matriz *mxn*, de datos, donde las *m* filas son las 174 explotaciones agoganaderas, y las *n* columnas, las 16 variables definidas; 2) estandarización de la matriz de datos; 3) elección de una medida de proximidad entre elementos, la distancia euclidiana; 4) obtención de la matriz de semejanza; 5) establecer una estrategia de agregación, el método Ward; 6) obtención de un dendograma o árbol de semejanza; 7) cortar el árbol, y 8) definición de clusters, si es necesario, incluyendo la clasificación, el forzado de cluster o “clumping”.

El forzado de clusters o "clumping" es una técnica en la que a los grupos principales se les va agregando los diferentes grupos menores o casos aislados, siguiendo la regla de aglomeración, de los grupos pequeños a los grupos principales con los cuales tengan una mayor semejanza.

El procedimiento en el ordenador con el programa SSPS fue el siguiente: se ha elegido el paquete SPSS, versión 8, por estar disponible en el centro informático de la Universidad de las Azores. En el menú se ha elegido “statistics” → “classify” → “hierachical cluster” → “clustering variables (cases)” → “cluster method” → “mesure” → “tranform values and measures”

El método utilizado fue, en la clasificación jerárquica, el “Ward”, se elegieron cluster de variables o casos, la distancia considerada fue la euclidiana al cuadrado, se efectuó normalización (Z score) y se utilizó de cero a uno de los datos, por existir algunos con variaciones de dimensión considerable, o sea, utilizar medida monetarias (escudos) y físicas (hectáreas). Para los resultados se eligió en los “plots” el dendograma y para el final la matriz de semejanza.

Se comenzó haciendo un análisis cluster experimental, sólo con los índices que caracterizaban la dimensión (CN y SAU) y la especialización ((CNt-CNvacas)/ CNt).

El criterio de la especialización se basa en el segundo criterio de Avillez (1981), pero hubo necesidad de ajustarlo a los datos disponibles, o sea,

cuando el índice utilizado en este trabajo, es igual o próximo a uno (1) el sistema es de producción de carne, cuando es cero (0), o próxima a cero, es un sistema de producción de leche.

También el primer criterio de Avillez (1981), tuvo que ser ajustado porque al considerar sólo las explotaciones agroganaderas se eliminan las explotaciones con producción vegetal.

Utilizando los índices de especialización y dimensión obtuviemos un gran grupo homogéneo de explotaciones. De éste modo, hubo necesidad de buscar otros índices que permitiesen obtener los grupos de explotaciones homogéneas.

Entonces en un primer análisis, se ha optado por 16 variables:

1). Variables tecnológicas: venta de leche y de carne, subvenciones, rentas de terrenos agrícolas, amortizaciones, salarios, conservación y reparación de equipos, alimentos comprados (piensos), carburantes y lubricantes, abonos y otros gastos de ganadería (medicinas, veterinario).

2).Variables de dimensión: Cabezas normales (CN) totales y para vacas lecheras, superficie agrícola utilizada (SAU) y área de pasto.

3).Variables de especialización e intensificación: CNtotales / SAU y ((CNt-CNvacas)/ CNt).

El análisis de los cluster se hace en dos fases, el cluster de variables y el cluster de casos (naturales y artificiales). El primero permite elegir las variables que se van a utilizar en el cluster de casos (explotaciones). El segundo permite constituir grupos de explotaciones agroganaderas, y los clusters artificiales la clasificación final (los grupos finales). Estas dos fases distintas (cluster de variables y casos) se analizan para las islas Terceira y S. Miguel, por separado y en conjunto.

3.2.1. Cluster de variables – primera fase.

En esta fase se han hecho tres tests: 1) recurriendo a variables de decisión y tecnológicas en valor absoluto; 2) incluyendo las variables de decisión tecnológicas, de intensificación, de especialización, y los índices construidos en función de la dimensión (área, o cabezas normales); y 3) test final, con las variables elegidas para elaborar los cluster de los casos (de las explotaciones agroganaderas).

<u>Cluster de variables para la isla Terceira:</u>

Gráfico 3.7. Dendograma Resultado del test 1 de cluster de variables para la isla Terceira.

```
  C A S O      0         5        10        15        20        25
Label     Num  +---------+---------+---------+---------+---------+

SAU         1   -+-----------+
PASTO       2   -+           +-----------------------------------+
MAOBRA     16   -------------+                                   I
ALIMCOMP    7   -------+-----+                                   I
VENTLEI    12   -------+     +-------------+                     I
CNT         3   -+---------+ I             I                     I
CNLECHE     4   -+         +-+             +-----+               I
FERTCORR    9   -----------+               I     I               I
VENTANIM   11   ---------------------------+     +-------+       I
OTENCARP    8   -------------+-----------------+ I       I       I
AMORTIZA   14   -------------+                 I I       I       I
CONREP      5   ---------+-----------+         +-+       +-------+
CARBLUB     6   ---------+           +---+     I         I
SUBPRE     13   ---------------------+   +-----+         I
RENTAS     10   -------------------------+               I
RLE        15   ----------------------------------------+
```

Se han eliminado las variables CNvacas y área de pasto por ser redundantes, con las variables CNt y SAU respectivamente, y también porque cuantas más variables se consideren más se complica el análisis.

Esto es, las áreas de pasto y de superficie agrícola utilizada casi coincidían, y el número de vacas lecheras y de animales era casi idéntico.

La agregación de las variables tiene sentido cuando se considera la estructura de los gastos y productos de las explotaciones ganaderas de las Azores consideradas. Por ejemplo: se unen los gastos con piensos con la venta de leche, los abonos con él número de vacas de producción de leche, entre otros. Se han obtenido así en este test un conjunto de 14 variables.

Después del test 1, se ha considerado la importancia de tomar en cuenta la especialización (más leche o más carne) utilizando el índice (CNt-CNvacas)/CNt, (que se presenta en el dendograma por el símbolo Esp.); y también la intensificación (número de vacas por área), utilizando el índice CNt/ha. La especialización nos indica la aptitud de la explotación (leche, carne o mixta) y la intensificación si el sistema es intensivo, extensivo o semi-intensivo (extensivo).

Así se han considerado los índices de intensificación y de especialización; las 14 variables obtenidas en el primer test en valor absoluto; y todos los indicadores que resultan de las variables por área (ha) o por animal (CNt).

Resultado Cluster test 2 de variables para la isla Terceira:

Se observa que muchas de las variables están muy relacionadas, como por ejemplo la mano de obra, las subvenciones, por área o por animal; y por otras que se relacionan con los valores absolutos relativos a ellos, como por ejemplo: rentas de terrenos agrícolas y rentas de terrenos agrícolas / ha, entre otros.

Como resultado y para evitar la redundancia de las variables consideradas y porque las dos variables de dimensión estarán conectadas (SAU y CNt) se ha considerado que algunas variables dependían más de los animales (vacas de leche), como: alimentos comprados (piensos)/CNt; rentas/CNt; otros gasto de ganadería/CNt; venta de la leche/CNt; venta de carne de vacuno/CNt; subvenciones/CNt.

Gráfico 3.8. Dendograma del resultado del test 2 de cluster de variables para la isla Terceira

```
  C A S O      0         5        10        15        20        25
Label     Num  +---------+---------+---------+---------+---------+

SAU         1   -+-+
PASTO       2   -+ +-------+
MAOBRA     15   ---+       I
OTENCARP    7   ---+---+   +-----------+
AMORTIZA   13   ---+   I   I           I
ALIMCOMP    6   -+-+   +---+           I
VENTLEI    11   -+ +---+               I
CNT         3   -+-+   I               I
CNLECHE    16   -+ I   I               +-------------------------+
FERTCORR    8   ---+   I               I                         I
CARBLUB     5   -----+-+               I                         I
SUBPRE     12   -----+                 I                         I
RENTAS      9   ---+-------------+     I                         I
RENDACN    24   ---+             +-----+                         I
MAOBRACN   32   -+---------+     I                               I
MAOBRAHA   33   -+         +-----+                               I
CONREP      4   ---+-------+                                     I
CONREPHA   19   ---+                                             I
ALIMCOCN   21   -----+-----+                                     I
FERTHA     23   -----+     I                                     I
CNTSAU     17   -----+-+   +-------------------+                 I
CARBLUHA   20   -----+ I   I                   I                 I
OTENCPCN   22   -------+---+                   I                 I
AMORTHA    29   -------+                       +-----------------+
REHA       30   ---+                           I
RECN       31   ---+---+                       I
RLE        14   ---+   +-----------------+     I
LEITECN    26   -------+                 +-----+
VENTANIM   10   ---+---------------+     I
CARNECN    25   ---+               +-----+
SUBCN      27   ---+-----+         I
SUBHA      28   ---+     +---------+
Esp.       18   ---------+
```

Las variables que se han considerado más dependientes del área fueron: carburantes y lubricantes/ha; las amortizaciones/ha; la conservación y reparación de los equipos y otros /ha, la mano de obra/ha y como índice general de la explotación el resultado de la explotación/ha.

Este test se ha hecho para los índices buscados relativos, sin los valores absolutos, es decir, solo considerando los de dimensión de la estructura del producto y gastos de las explotaciones ganaderas de las Azores.

En este test se decidió mantener las variables subvenciones/CNt, el resultado de la explotación/ha y mano de obra/ha y eliminar las variables subvenciones/ha, el resultado de la explotación/CNt y mano de obra/CNt y se siguió para un test final.

<u>Resultado del test 3 de variables para la isla Terceira:</u>

Gráfico 3. 9. Dendograma del resultado del test 3 de cluster de variables para la isla Terceira

```
  C A S O      0         5        10        15        20        25
Label     Num  +---------+---------+---------+---------+---------+

SAU         1   -+-----------------------------+
CNT         2   -+                              +-----------------+
ESP         4   -------------+---------+        I                 I
CARNECN    11   -------------+         +-------+                  I
RENDACN    10   -----------------+-----+                          I
SUBCN      13   -----------------+                                I
LEITECN    12   -------+-----------------+                        I
REHA       15   -------+                 I                        I
ALIMCOCN    7   -----+-------------+     +------------------------+
FERTHA      9   -----+             I     I
CONREPHA    5   ---------+-------+ +-----+
MAOBRAHA   16   ---------+       I I
CNTSAU      3   -----+---+       +-+
CARBLUHA    6   -----+   +-+     I
OENCPCN     8   ---------+ +-----+
AMORTHA    14   -----------+
```

Para un nivel entre 10 y 15 se obtuvieron 3 clusters:

Cluster I - Cluster de ingresos y especialización:

- venta de carne /CNt
- subvenciones/CNt
- (CNt - CNvacas)/CNt
- Renta de terrenos agrícolas/CNt

Cluster II – Cluster de la dimensión:

- SAU (área agrícola utilizada)
- CNt (cabezas animales totales)

Cluster III – Cluster de los gastos, ingresos y intensificación:

- Conservación y reparación/ha
- Mano de obra/ha
- Alimentos comprados/CNt
- Abonos/ha
- Carburantes y lubricantes/ha
- Otros gastos de ganadería/CNt
- Amortizaciones/ha
- CNt/ha
- venta de leche/CNt
- resultado de la explotación/ha

Cluster de variables para la isla S. Miguel

En esta isla se han considerado los tests 1 y 3 que se han hecho para la isla Terceira.

El cluster de variables para S.Miguel es similar al de Terceira, pero con una mayor relación entre las cabezas normales (totales y de vacas lecheras) y la venta de leche, mientras en Terceira la venta de leche esta más relacionada con los gastos de piensos. En el test 1 de S. Miguel, también urge eliminar las variables redundantes (área de pasto y cabezas normales vaca de leche) y se mantiene la venta de la leche por ser una actividad importante en el conjunto de explotaciones analizadas.

Gráfico 3. 10. Dendograma del resultado del test 1 de cluster de variables para la isla S.Miguel

```
  C A S O      0         5        10        15        20        25
Label     Num  +---------+---------+---------+---------+---------+
SAU        11   -+-------+
PASTO      12   -+       +---------+
CNVACAS    14   -+       I         I
CNTOTAL    16   -+-------+         I
VENTALET    9   -+                 +-+
ALIMCOM     3   ---------+---+     I I
SUBVENC    15  ---------+   +-+   I +---------------------------+
FERTL       5   -------------+ +---+ I                           I
AMORT       7   ---------------+     I                           I
RENTAS      6   ---------------------+                           I
CONREP      1   -------------+-------------+                     I
CARLUB      2   -------------+             +-------+             I
OTENCPEC    4   -------------------+-------+       +---------+   I
MAOBRA     13   -------------------+               I         +---+
VENDANIM   10   -----------------------------------+         I
RE          8   ---------------------------------------------+
```

Para un nivel entre 10 y 15 se verifica que se pueden obtener cuatro clusters naturales de variables:

Cluster I – Cluster de dimensión:

- SAU
- CN

Cluster II – Cluster de la actividad lechera (ingresos y gastos):

- Piensos/CNt
- Venta de leche/CNt
- Otros gastos de ganadería/CNt
- Resultado contable/ha
- Subvenciones/CNt

Cluster III – Cluster de intensificación, especialización, ingresos y gastos (fijos y variables):

- Cnt/ha (v30)
- (CNt-CNvacas)/CNt (v31)
- Carburantes y lubricantes/ha
- Conservación y reparación de equipos/ha
- Abonos/ha
- Amortización de equipos/ha
- Venta de animales/CN
- Mano de obra/ha
- Renta de terrenos agrícolas/ha

Se ha optado por la utilización de las 16 variables para el análisis del cluster de variables para el conjunto de las dos islas y para formar los grupos de explotaciones agroganaderas homogéneas.

Gráfico 3. 11. Dendograma del resultado del test 3 de cluster de variables para la isla S.Miguel

```
  C A S O      0         5        10        15        20        25
Label     Num  +---------+---------+---------+---------+---------+
SAU        11   -+-----------------------------+
CNTOTAL    13   -+                              I
REHA        8   -------------+---+              +-----------------+
SUBSCN     16   -------------+   I              I                 I
ALIMCOMC    3   -----+---------+ I              I                 I
LECHECN     9   -----+         +-+-------------+                 I
OENCPECN    4   ---------------+ I                                I
RENTACN     6   -----------------+                               I
CONREPHA    1   -----+-------------+                              I
CARLUBHA    2   -----+             I                              I
V30        14   -------+---+       +------------------------------+
V31        15   -------+   +---+   I
FERTHA      5   -----------+   +---+
AMOTHA      7   -----+---------+
VENDANIC   10   -----+         I
MAOBRAHA   12   ---------------+
```

<u>Cluster de variables para las isla Terceira y S. Miguel</u>

En este cluster de variables se han utilizado el conjunto de variables ya referidas (16) y el test final de variables (el test 3).

Gráfico 3. 12. Dendograma del resultado del test 3 de cluster de variables para las islas Terceira y S.Miguel

```
  C A S O      0         5        10        15        20        25
Label     Num  +---------+---------+---------+---------+---------+

SAU         1   -+-----------------------------------------------+
CNT         5   -+                                               I
CARNECN     3   -------+---------+                               I
ALIMCOMC    8   -------+         +-------------+                 I
FERTCORH   10   -----------------+             +---------------+ I
SUBCN       4   -------------------+-----+     I               I I
REHA       14   -------------------+     +-----+               I I
RENTACN    12   -------------------------+                     +-+
LEITECN     2   -----------------+---+                          I
V32        16   -----------------+   +-------------+           I
MAOBRAHA   11   ---------------------+             I           I
CARBLUBH    7   -------+-------+                   +-----------+
CNTHA      15   -------+       +-+                 I
AMORTHA    13   ---------------+ +-----+           I
CONREPHA    6   -----------------+     +-----------+
OENCPECC    9   -----------------------+
```

Para un nivel cercano a 15, se obtienen cuatro clusters:

Cluster I – <u>Cluster de dimensión</u>:

- SAU
- CN

Cluster II – <u>Cluster de los ingresos, gastos variables y fijos</u>:

- Subvenciones /CNt
- Resultado contable/ha
- Venta de animales/CNt
- Abonos/ha

- Piensos/CNt

- Renta de terrenos agrícolas/ha

Cluster III - Cluster de la especialización, ingresos y gastos fijos:

- (CNt-CNvacas)/CNt

- Venta de la leche/CNt

- Mano de obra/ha

Cluster IV – Cluster de intensificación y gastos (fijos y variables):

- Cnt/ha

- Carburantes y lubricantes/ha

- Conservación y reparación de equipos/ha

- Amortización de equipos/ha

- Otros gastos de ganadería/CNt

Como resultado del cluster de variables para las islas en cuestión, se elijieron las siguientes variables agrupadas en los siguientes grupos de variables:

1). Variables tecnológicas:

venta de la leche/CNt; venta de carne/CNt); subvenciones/CNt; piensos/CNt; abonos/CNt; otros gastos de ganadería/CNt; carburantes y lubricantes/ha; conservación y reparación/ha; salarios/ha; amortización/ha; renta de terrenos agrícolas/ha y resultado de la explotación/ha.

2). Variables de dimensión:

SAU (superficie agrícola utilizada) y CNt (cabezas normales totales).

3). Variables de especialización:

((CNt- CNvacas)/ CNt).

4). Variables de intensificación:

CNt/ha.

Estas son las variables elegidas como las más representativas para constituir los grupos homogéneos de explotaciones agroganaderas de las islas Terceira y S.Miguel.

3.2.2. Cluster de Explotaciones Agroganaderas - Segunda Fase:

Para elegir los elementos que componen cada grupo homogéneo, también se han hecho, tests para cada una de las islas y después para las dos islas (Terceira y S.Miguel) en simultáneo.

La elección del número de clusters es muy discutible y depende en gran parte del investigador y tampoco hay métodos completamente satisfactorios que permitan determinar el número y cantidad de elementos que constituyen cada cluster (Enes,1999).

El número ideal de clusters puede ser obtenido por un gráfico o numéricamente. Por un gráfico, se eligen los grupos teniendo como base un “icicle plot” o un dendograma (árbol). El dendograma es dividido en un punto, el cual dividirá los casos en grupos, basados en grupo encima donde ocurrió la partición (http:/www.sbg.ac.at). Numéricamente, el número de grupos se pude basar en una tabla de aglomeración, verificando donde ocurre el punto de inflexión (grandes diferencias en las distancias). El número óptimo de grupos puede ser obtenido a priori, por conocerse los datos, o por un “skree plot”, que convierte un dendograma en una curva Profile, que tiene un punto de inflexión, donde el número de grupos varia significativamente y por debajo del cual el número de grupos es apropiado.

Gráfico 3. 13. Dendograma del resultado del cluster de casos para la isla Terceira (ANEXO I).

Se han analizado 111 explotaciones de la RICA – Terceira de 1996.

Como resultado y para un nivel entre 10 y 15 se obtienen cuatro clusters. Para la elección nos basamos en el dendograma resultante de la aplicación de método Ward:

Cluster I – 71 explotaciones agroganaderas

Cluster II – 3 explotaciones agroganaderas

Cluster III – 36 explotaciones agroganaderas

Cluster IV - 1 explotación agroganadera (caso 90)

Se constata que los clusters I y III son los que integran más explotaciones, siendo respectivamente el 63,9% y el 32,4% de la totalidad de las explotaciones de la Terceira. La explotación del cluster IV (caso 90) se puede considerar como "outlier" y será discutido más adelante.

Gráfico 3.14. Dendograma del resultado del cluster de casos para la isla S.Miguel (ANEXO I).

Se han analizado 63 explotaciones agroganaderas de S.Miguel y para un nivel entre 10 y 15, se tienen cinco clusters:

Cluster I – 29 explotaciones agroganaderas

Cluster II – 18 explotaciones agroganaderas

Cluster III – 7 explotaciones agroganaderas

Cluster IV – 8 explotaciones agroganaderas

Cluster V– 1 explotación agroganadera (caso 62, S. Miguel).

Se decide utilizar las dos islas para integrar los casos. También se optó por el mismo número de grupos, teniendo como base el dendograma o árbol de análisis, eliminándose las explotaciones agroganaderas que se comportan como “outliers”.

Para cada isla se considera que hay una explotación “outlier”, eliminando ambos del análisis.

Gráfico 3.15. Dendograma Resultado del cluster de casos para las islas Terceira y S.Miguel (ANEXO I).

Cuando se consideran las dos islas (Terceira y S.Miguel) en conjunto, el resultado es la constitución de cinco grupos:

Cluster I – 59 explotaciones agroganaderas

Cluster II – 45 explotaciones agroganaderas

Cluster III – 68 explotaciones agroganaderas

Cluster IV – 1 explotación agroganadera (caso 90 de Terceira)

Cluster V – 1 explotación agroganadera (caso 173 que corresponde al caso 62 de S. Miguel).

En la tabla 5, se verifica que el grupo I (81,4%) y el grupo III (66,2%) están constituidos en su mayor parte por explotaciones de Terceira, siendo el grupo II más integrado por explotaciones de S. Miguel 62,2% del total de explotaciones del cluster II.

Tabla 3.5. Composición de los grupos de explotaciones en Terceira y S.Miguel

Clusters	Terceira		S.Miguel		Total	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
I	48	81,4	11	18,6	59	100
II	17	37,8	28	62,2	45	100
III	45	66,2	23	33,8	68	100
IV	1	100	0	0	1	100
V	0	0	1	0	1	100
Total	111	63,8	63	36,2	174	100

Fuente: Elaboración propia a partir de RICA(A) 1996.

Nuestro objetivo es definir tipología de explotaciones, es decir, un conjunto de explotaciones agroganaderas homogéneas de las islas Terceira y S.Miguel. Se ha optado por eliminar las explotaciones que constituyen los clusters IV y V, por considerarlos como “outliers”, es decir, variables solas o mezcladas, que tienen una fuerte influencia en el cálculo de estadísticas (http:/www.sbg.ac.at).

Mientras Lloyd (1993), nos alerta de los peligros de la eliminación de los “outliers”, u observaciones con un comportamiento diferente e indica algunos métodos estadísticos para su inclusión en los grupos existentes, para no haber perdida de información, en este estudio, en que se pretende simplificar la realidad, no es grave la eliminación de los “outliers”, también en (http:/www.sbg.ac.at) considera que se puede eliminar, ya que este no es parte de la población en cuestión.

Así se van a analizar y caracterizar en cuanto a indicadores productivos los tres grandes grupos de explotaciones agroganaderas, para las islas analizadas.

Caracterización de los clusters

Las características de los clusters naturales, se basa en los valores medios para el grupo de explotaciones homogéneas. La unidad monetária utilizada es el escudo, moneda portuguesa. Un EURO corresponde a 200,482 escudos y a 166,386 pesetas (Official Journal of the European Communities, 1998).

Cluster I (tabla 3.6):

La mano de obra utilizada es muy similar en los tres clusters considerados, y muy cerca de 1,5 UHT. Este dato es importante ya que, no parece muy dependiente de la dimensión física (área y animales) del grupo de explotaciones agroganaderas.

El margen neto se presenta con un valor medio (2.091.400 escudos) a los demás clusters, y pasa lo mismo con los márgenes netos por hectárea de SAU (102.000 escudos). Los resultados generales del grupo I de explotaciones se sitúan en una posición intermedia en relación a los otros dos grupos considerados.

El margen bruto, que influye en el margen neto, también presenta valores más bajos (4.248.300 escudos) a los demás grupos, y pasa lo mismo con el margen bruto por cabeza normal (164.900 escudos).

La media de la producción bruta del grupo de explotaciones es menor para el cluster I (7.320.900 escudos) cuando se compara con los demás clusters, esto pudo resultar de una menor producción de leche de vaca, cuya media es de 4.202,9 litros de leche por vaca, la más baja del total de los grupos de explotación. También las producciones por hectárea de SAU y por cabeza normal se presentan con valores medios de 357.100 y 284.200 escudos

respectivamente. Aunque este grupo de explotaciones se presenta con menor producción, se considera como más eficiente en el ámbito de resultados generales, por tener un margen neto mayor, lo que puede significar un control más adecuado de los gastos fijos de la explotación.

En los gastos variables, gasta menos en piensos/CN (37.200 escudos), abonos/ha (22.200 escudos) y mano de obra/ ha (5.300 escudos) en relación a los demás grupos.

En cuanto a indicadores generales, este grupo se presenta con una área media de SAU de 20,5 hectáreas, una área de pasto cerca de 88%, y una media de 37,4 animales, con una intensificación del sistema de producción de 1,9 vacas por hectárea, o sea, todos estos valores intermedios a los dos otros clusters considerados.

Cluster II (tabla 3.6):

Se caracteriza por tener los peores resultados generales de explotación, una media de 1.866.700 escudos, comparado con los demás grupos (I y III). También el resultado de explotación por hectárea de SAU es el más bajo (79.600 escudos/ha). Mientras este grupo presenta un rendimiento (4.502.500 escudos) mayor por actividad que el grupo I, este valor desciende al considerar el margen bruto por hectárea (151.200 escudos).

La producción bruta es la mayor de los tres grupos considerados, una media de 9.416.800 escudos, mientras la producción por animal es de 5.078,2 litros, un poco menor que la del cluster III.

Los gastos en piensos por vaca (68.300 escudos) y la mano de obra por hectárea (18.100 escudos) son los más elevados, comparados con los clusters I y III. Los gastos en abonos se presentan como un valor medio (30.300 escudos por hectárea).

Tabla 3.6. Características de los grupos de las islas Terceira y S.Miguel

	Cluster I	Cluster II	Cluster III
SAU (ha)	20,5	23,5	15,5
CNt (vacas)	37,4	39	36,4
UHT	1,47	1,48	1,5
CNt/SAU	1,9	1,7	2,4
MN (1.000 escudos)	2.091,4	1.866,7	2.583,4
MN/SAU	102	79,6	166,4
MB (1.000 escudos)	4.248,3	4.502,5	5.297,4
MB/CNv(1.000 escudos)	164,9	151,2	201,4
Pbruta (1.000 escudos)	7.320,9	9.416,8	9.168,4
Pbruta/CNv(1.000 escudos)	284,2	316,3	348,5
Pbruta/ha (1.000 escudos)	357,1	401,5	590,4
Prod./vaca (litros)	4.202,9	5.078,2	5.989,9
Piensos/CNv	37,2	68,3	47,5
Abonos/ha (1.000 escudos)	22,2	30,3	36,3
M.obra/ha (1.000 escudos)	5,3	18,1	8,8

Fuente: Elaboración propia a partir de RICA(A) – 1996

Este grupo se caracteriza por una mayor dimensión media, tanto en área (23,5 hectáreas) como en animales (39 vacas). Sin embargo se presenta como el grupo menos intensificado, con cerca de 1,7 animales por hectárea.

Este grupo de explotación se caracteriza por una gran producción bruta agrícola, pero menos productivo por unidad de superficie y más por animal.

Cluster III (tabla 3.6):

Este grupo integra explotaciones que se presentan con los mejores resultados generales de explotación, resultado del ejercicio, 2.583.400 escudos y margen neto por hectárea de 166.400 escudos. Esta tendencia sigue con los mejores resultados por actividad, como se verifica por los mayores margen bruto y margen bruto por hectárea.

Mientras este grupo de explotaciones, presenta una media de producción bruta menor que el cluster II, recupera su productividad por hectárea (590.400 escudos) y por animal (348.500 escudos), siendo el grupo con mayor eficiencia productiva a nivel de la vaca. Este hecho puede ser debido a consecuencia de elevadas producciones de leche por animal, casi 6.000 litros de leche.

Este grupo se caracteriza por tener mayores gastos de abono por hectárea (36.300 escudos) y gastos con valores intermedios con relación a los piensos por vaca y mano de obra por hectárea.

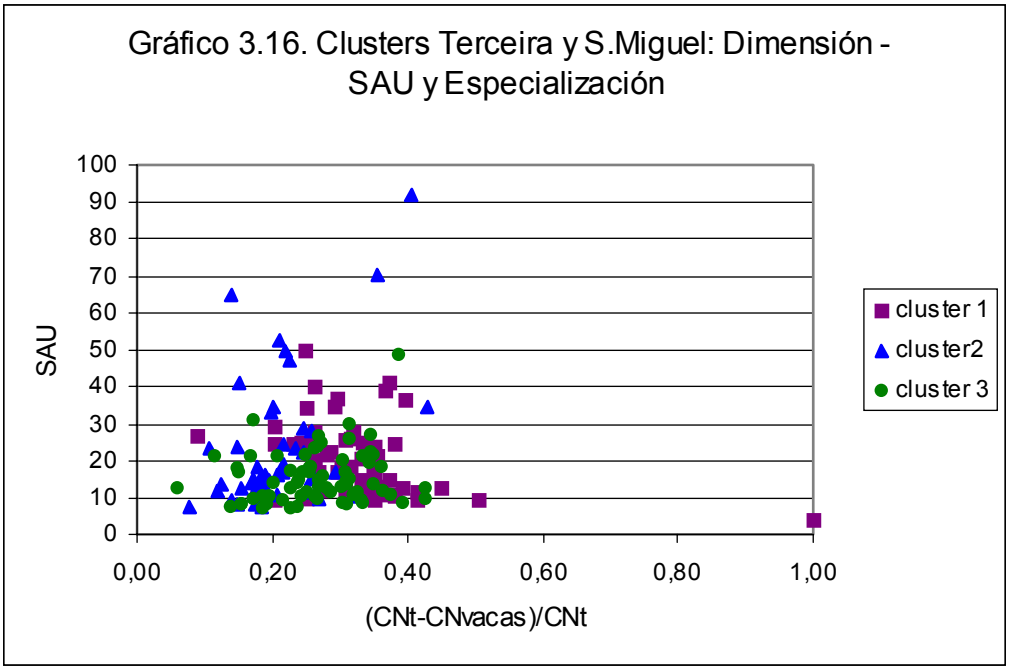
Este grupo se presenta con las menores dimensiones de área (15,5 hectáreas), con 36,4 vacas, pero es el sistema de producción más intensivo (2,4 cabezas por hectárea).

3.2.3. "Forcing" de Clusters o Clusters Artificiales de casos

Después de obtenerse los tres clusters naturales hubo necesidad de delimitar estos debido a la diversidad de las explotaciones dentro de cada cluster. Así se han elegido, dos variables de dimensión, SAU y CNt, y los índices de intensificación (CNt/SAU) y especialización (CNt-CNvacas)/CNt, que se van a relacionar de la siguiente forma:

1. Especialización (CNt-CNvacas)/ CNt y Dimensión (CNt, SAU) - (gráficos 3.16 y 3.17)

Cuando se relaciona la especialización (aptitud para producción de la leche, carne o mixta) en la muestra de la RICA Terceira y S.Miguel, con la dimensión, por el área o por el número de animales de leche, se constata que no hay una separación evidente de las explotaciones que pertenecen a cada uno de los tres clusters (Gráficos 3.16 y 3.17). Esto resulta de utilizarse en este estudio, solo explotaciones agroganaderas cuya OTE, en la clasificación europea, es la 4, esto es, ganado vacuno, y la mayor parte de las explotaciones son 4.1., esto es, vacuno de leche o mixta. Se verifica que solo una explotación es de producción de carne, esto es, cuando el indicador de especialización se iguala a la unidad.

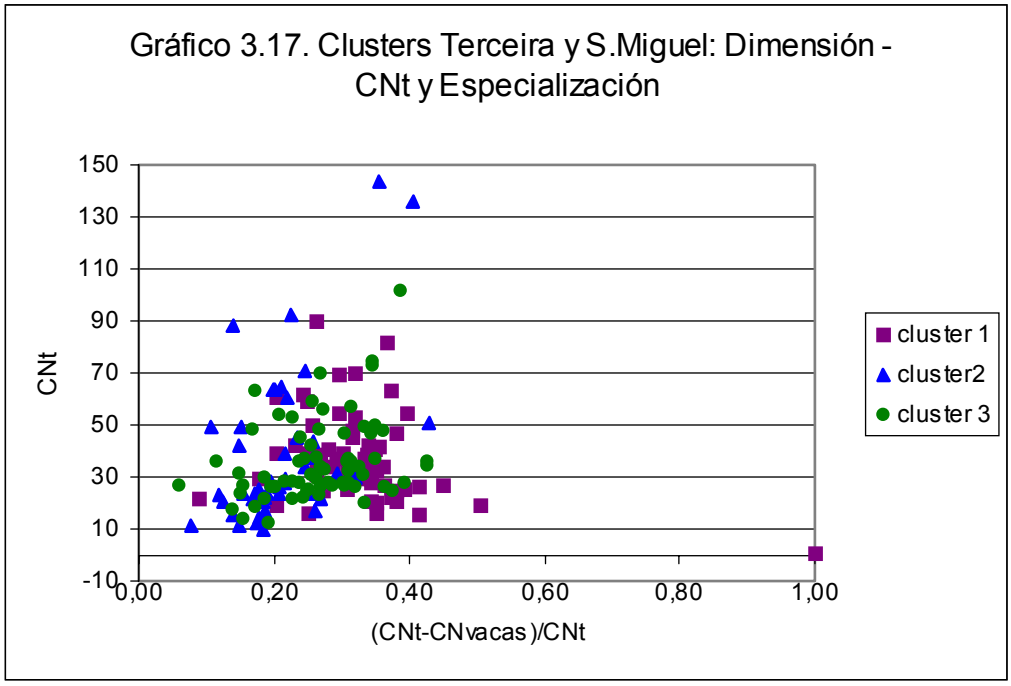


Fuente: Elaboración propia a partir de RICA(A) 1996.

Mientras no haya una división visible en los grupos formados se observa que el grupo I tiene una especialización más acentuada para la producción de mixta a carne, y con dimensión física media, esto es, explotaciones con áreas inferiores a 50 hectáreas.

El grupo II se caracteriza por mayores dimensiones en área, en que pueden alcanzar alrededor de 90 hectáreas, y con más tendencia para la especialización de producción de leche.

El grupo III, mientras tenga especialización de leche, cuyo indicador varía de 0 a cerca de 0,4, presenta explotaciones ganaderas con menor dimensión que el grupo II, en el que la mayoría de las explotaciones presentan áreas menores que 30 hectáreas.



Fuente: Elaboración propia a partir de RICA(A) 1996.

El análisis del gráfico 3.17 es muy similar al del gráfico 3.16. El grupo I está formado por explotaciones con más tendencia hacia la producción mixta y carne y con dimensión media, el número de animales es en su mayor parte inferior a 70.

El grupo II caracterizase por una tendencia hacia la producción de leche y con la mayor dimensión, en que algunas explotaciones ganaderas alcanzan alrededor de 140 animales.

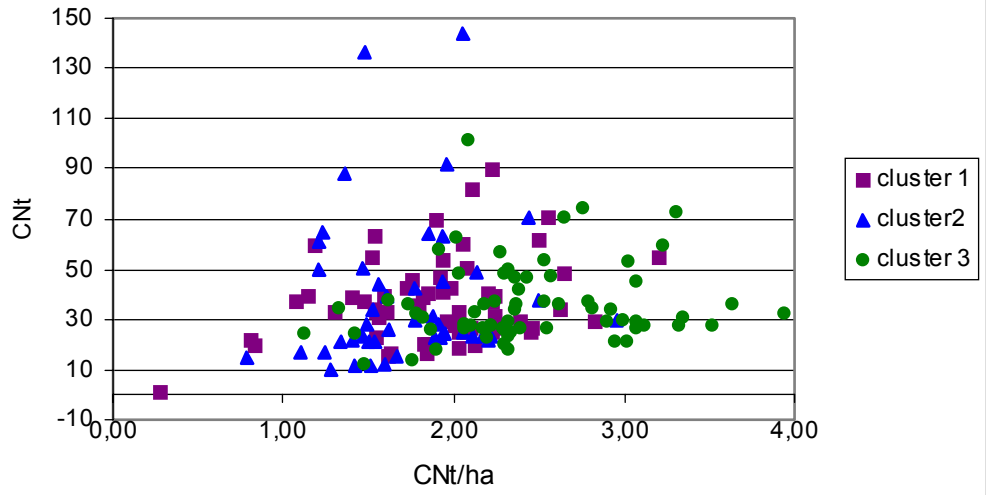
El grupo III, caracterizase principalmente por aptitud de producción leche, pero con menos número de animales que el grupo II.

En suma, se puede decir que la especialización no es el índice más adecuado para definir los clusters.

2. Intensificación (CNt/ha) y dimensión (SAU, CNt) - (gráficos 3.18 y 3.19)

Cuando se considera la intensificación (intensivo, extensivo y tipos intermedios) y la dimensión, por área o número de animales, se constata una mayor diferenciación de los tres clusters, al compararlos con los obtenidos mediante la especialización.

Gráfico 3.18. Clusters Terceira y S.Miguel: Dimensión - CNt e Intensificación



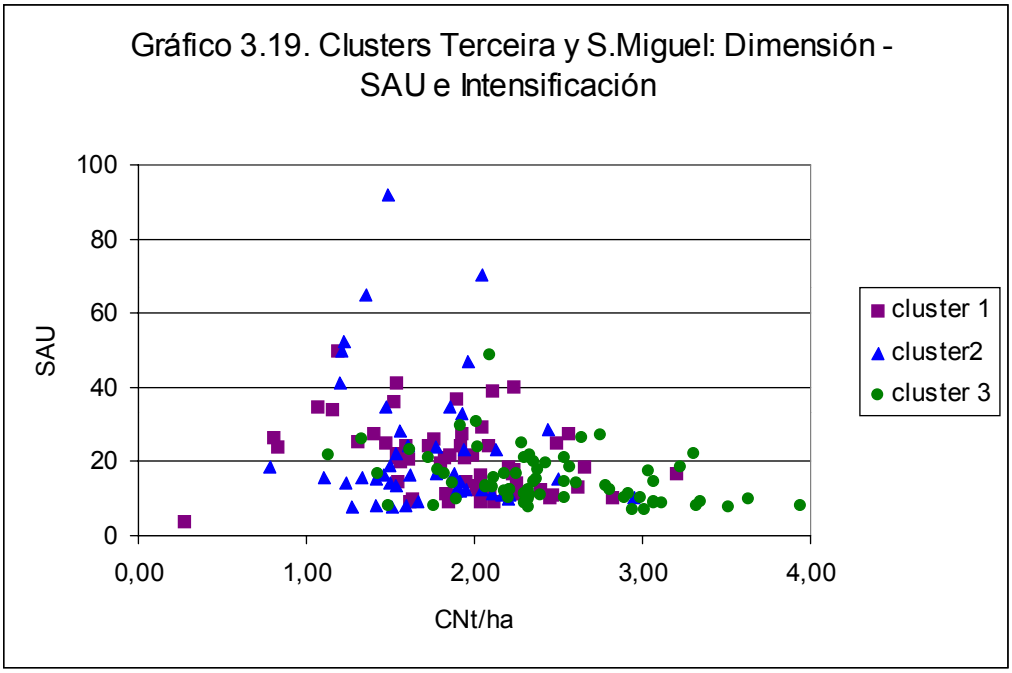
Fuente: Elaboración propia a partir de RICA(A) 1996.

Es decir, en el grupo I, hay una mayor concentración de explotaciones alrededor de las 2 CNt/ha y con explotaciones con menos de 90 animales y dimensión inferior a 50 hectáreas. Se puede considerar un sistema intermedio, semi-intensivo o extensivo.

En el cluster II, hay una intensificación más concentrada alrededor de 1,5 CNt/ha, más animales (que pueden alcanzar hasta 150 animales) y áreas

más grandes (cerca de 90 hectáreas). Se puede considerar un cluster con un sistema de producción más extensivo.

En el cluster III, se comprueba una intensificación más alta, alcanzando en límite 4 CNt/ha, y el número de animales se concentra alrededor de los 40 a 50 animales, y las áreas de las explotaciones están por debajo de las 40 hectáreas. Se puede considerar un sistema de producción más intensivo, comparado con los demás.



Fuente: Elaboración propia a partir de RICA(A) 1996.

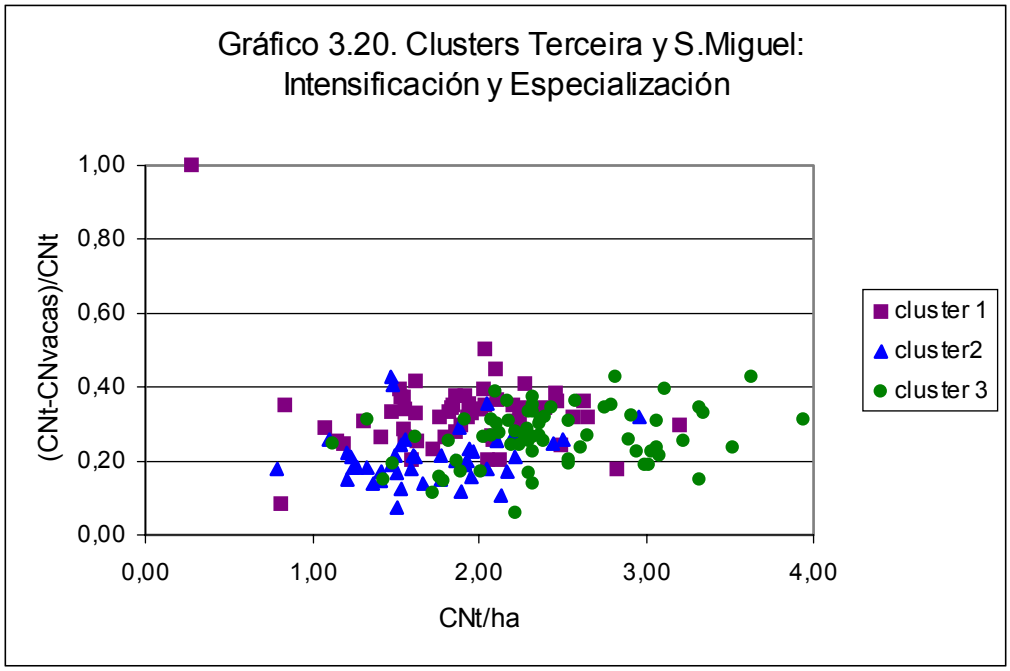
En resumen, cuanto mayor es la intensificación, menor es la dimensión en el área y en el número de animales.

3. Intensificación (CNt/ha) y especialización

Al relacionar estos dos índices, se verifica que, el cluster I, está integrado en su mayoría, por explotaciones con una intensificación alrededor de las 2 CNt/ha, y con una especialización hasta uno (aptitud carne).

Mientras, el cluster II, de intensificación media, está más orientado para producción de leche y mixta.

El cluster III es el más intensivo, concentración de las explotaciones cerca de 4 CNt/ha y con especialización más orientada para leche, cerca de 0,4, pero muy concentradas hasta cerca de 0,2 a 0,4.

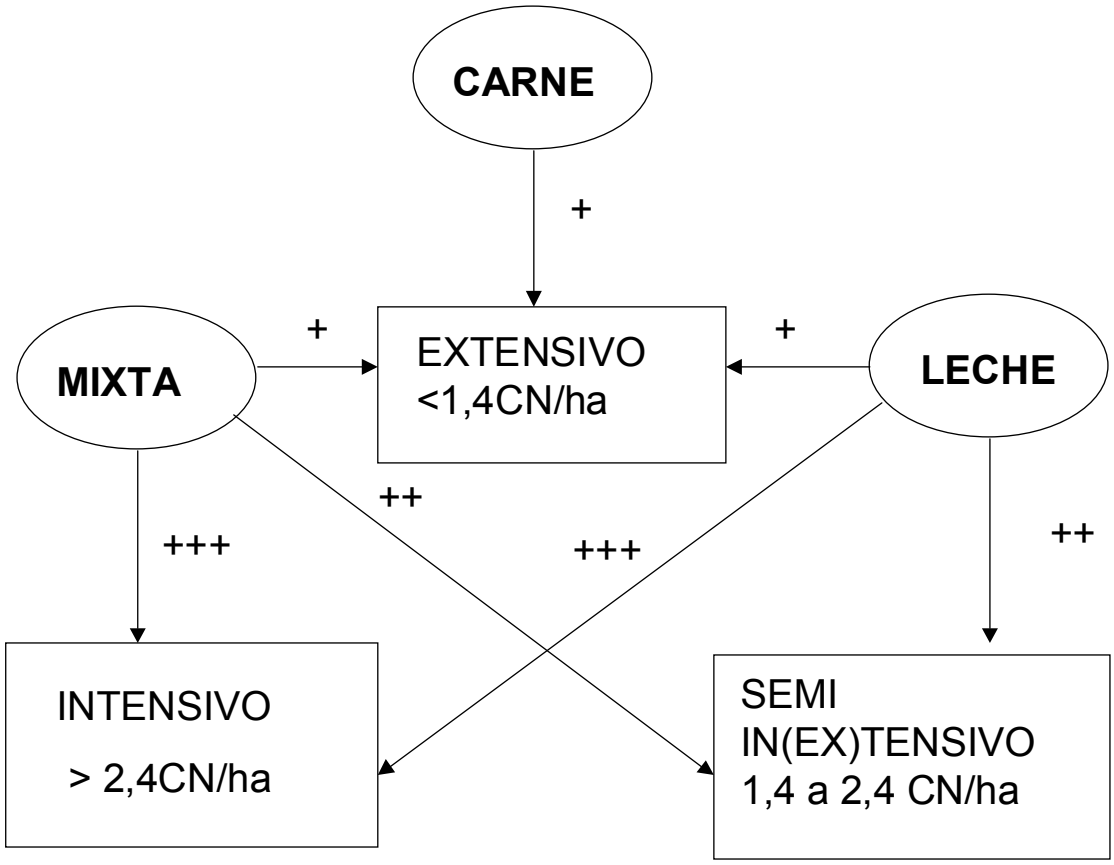


Fuente: Elaboración propia a partir de RICA(A) 1996.

Se puede concluir, que la tipología de las explotaciones de la RICA Terceira y S.Miguel de 1996, es más marcada por la intensidad que por la especialización, debido a que la mayoría de las explotaciones tienen aptitud para la producción leche. En la muestra del RICA(A) y de acuerdo con la tipología propuesta por Avillez (1991), la casi totalidad de las explotaciones tienen especialización leche (inferior a 0,333) o mixta (de 0,333 a 0,666) y solamente una presenta un valor cuyo indicador es mayor que 0,666, esto es, explotación ganadera de producción carne.

Se presenta un esquema de las tipologías consideradas en este estudio:

Esquema 3.2. Tipología de las explotaciones agroganaderas de las Azores (1996).



Fuente: Elaboración propia (+, poco; +++, mucho).

1. Tipología de las Explotaciones agroganaderas de Terceira y S. Miguel

Con base a este análisis y a las estadísticas de las tablas 4, 5 y 6 del ANEXO I, se propone la siguiente tipología:

<u>Intensificación:</u>

- Sistema extensivo- inferior a 1,4 CNt/SAU;
- Sistema intermedio - de 1,4 a 2,4 CNt/SAU; y
- Sistema intensivo - superior a 2,4 CNt/SAU

<u>Dimensión:</u>

- Explotación de pequeña dimensión – inferior a 15 hectáreas (30 animales)
- Explotación de media dimensión – de 15 a 24 hectáreas (de 30 a 50 animales)
- Explotación de gran dimensión – superior a 24 hectáreas (superior a 50 animales)

Se definen así tres clusters o tres tipos de sistemas de producción de los ganaderos de las Azores, para se analizar en el modelo:

<u>Cluster I:</u>

- CNt/ha de 1,4 a 2,4

<u>Cluster II:</u>

- CNt/ha inferior a 1,4

<u>Cluster III:</u>

- CNt/ha superior a 2,4

A continuación se va a recoger información necesarios a la elaboración del modelo de decisión.

CAPITULO IV – ENFOQUE TEORICO DE LAS METODOLOGIAS MULTICRITERIO EN LA TOMA DE DECISION EN AGRICULTURA

CAPITULO IV – ENFOQUE TEORICO DE LAS METODOLOGIAS MULTICRITERIO EN LA TOMA DE DECISION EN AGRICULTURA

En este capítulo se pretende elaborar una breve revisión bibliográfica y actualizar las metodologías multicriterio más generalmente utilizadas para apoyar la decisión en agricultura, y a continuación elegir, entre ellas, la metodología que más se adecua a la investigación pretendida.

A lo largo de los últimos años el papel del análisis de la decisión normativa se ha alterado, no pretendiéndose más presentar las soluciones óptimas al decisor (Goodwin y Wright, 1991). Estos autores hacen referencia a Keeney, que considera que el análisis de la decisión ni pretende ni resuelve problemas, pero si propone producir conocimiento y promover la creatividad que ayuda al decisor a tomar las mejores decisiones. Consecuentemente y de acuerdo con Antunes et al. (1989), el concepto de producir decisiones es sustituido por el concepto de apoyar decisiones.

En agricultura, la decisión puede ser enfocada según el agente decisor en dos niveles, el micro y el macroeconómico. El análisis en este trabajo será hecho a un nivel microeconómico, o sea, el agricultor es el decisor y se pretende conocer la reacción del agricultor a una nueva política, con sus objetivos y capacidad de actuación (Milán y Avilés, 1995). Lo que se intenta es conocer el comportamiento económico del agricultor en relación a la Política Agrícola Común y para tal se apoya a un modelo que auxilie la decisión del agricultor.

La programación matemática aplicada a la agricultura, ha sido desarrollada de acuerdo con las necesidades reales agrícolas. Más recientemente, se ha sustituido la utilización de la programación lineal utilizada tradicionalmente que considera solo un objetivo en la función objetivo, por sus extensiones, especialmente, la programación lineal entera, cuadrática, etc. y también se han desarrollado técnicas para el análisis de decisión multicriterio. Este último tipo de análisis ha sido adoptado, debido a que en la agricultura la

decisión se da en un contexto de objetivos de naturaleza diversa, económica, social y ambiental.

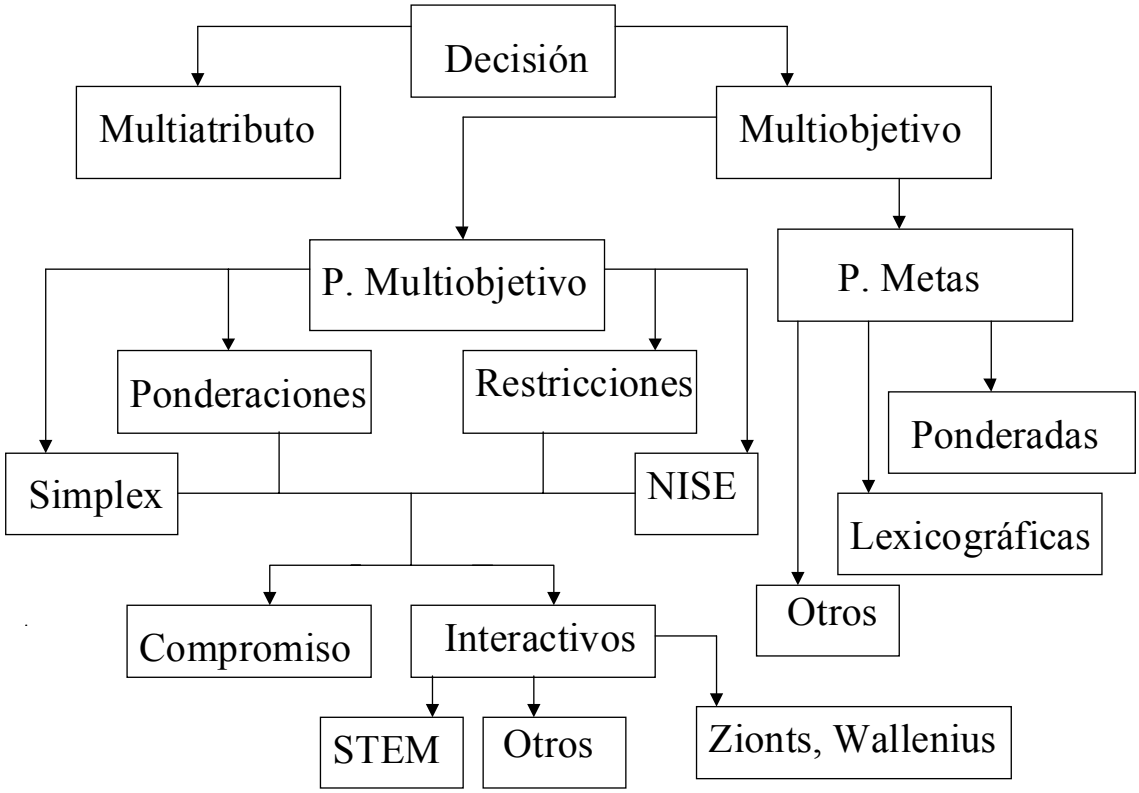
Mientras en Portugal, y en el área de investigación operativa hay quién ha utilizado en diversos trabajos la programación lineal aplicados a la agricultura, como el trabajo pionero de Estácio (1976), de Carvalho (1995), Lucas (1995), Monjardino (1995), entre muchos otros. Más recientemente surgen trabajos en las extensiones de la programación lineal, como el uso de la programación entera (Chambel, 1995) y el análisis de la decisión multiobjetivo (Noéme, 1989 y Poeta, 1994).

Con base en las metodologías de decisión multicriterio existentes, se adoptará una clasificación de las mismas (Esquema 4.1). Así, se pueden considerar dos grandes grupos de enfoques de las metodologías multicriterio con la intención de dar respuesta a distintos tipos de problemas: los problemas de concepción y los problemas de selección.

Esta clasificación es adoptada por Poeta (1994) y por Hayashi (2000) que subdivide las metodologías, en técnicas de decisión multiatributo, para los problemas de selección y técnicas de decisión multiobjetivo para los problemas de concepción. Las técnicas de decisión multiatributo, se aplican a problemas de selección cuando los criterios son definidos por los atributos y el número de soluciones es finito, habiendo una variación discreta. Las técnicas de decisión multiobjetivo, se aplica a problemas de concepción en que los criterios son definidos por los objetivos y las soluciones varían de una manera continua.

Noéme (1984) considera que los problemas discretos se caracterizan porque las alternativas previamente definidas están ya evaluadas cuando se inicia el análisis multicriterio y en los problemas multiobjetivo continuos las alternativas no se caracterizan por la definición previa, pero es el modelo que va a generar las alternativas a partir de las variables de decisión y de las restricciones introducidas en el modelo.

Esquema 4. 1. Árbol de Análisis de Decisión



Fuente: Elaboración propia.

En las técnicas de decisión multiobjetivo se consideran dos grupos: 1) la programación por metas, en la que el decisor pretende satisfacer metas asociadas a un determinado problema y la programación multiobjetivo, cuando el decisor pretende la maximización de una función objetivo. La programación por metas se subdivide en programación por metas lexicográficas y programación por metas ponderadas.

A partir de esta clasificación de las metodologías multicriterio, describiremos los fundamentos teóricos considerados más relevantes de cada una de las metodologías.

4.1. Problemas de Decisión Multiatributo

El enfoque de la teoría de la utilidad multiatributo (MAUT) se da en ambientes de decisión con atributos múltiples y se aplica a contextos discretos, esto es, a problemas de elección múltiple de un conjunto finito de alternativas seleccionadas de acuerdo con determinado criterio (Romero, 1995). Explicitando ciertos supuestos de las preferencias del centro del decisor se obtiene una función de utilidad. Esta función asocia un número a cada alternativa, estableciéndose una ordenación completa del conjunto de las alternativas consideradas (Keeney y Raiffa, 1976).

Sí cada actor, o agente de decisión, tiene un sistema propio de preferencias, es necesario explicitar las preferencias de los actores (Costa, 1998). El sistema de preferencias propias de cada actor, nos permíte considerar tres tipos de enfoques de síntesis, que abarcan los diversos métodos multicriterio, como son: 1) el enfoque del juzgamento local interactivo; 2) el enfoque del criterio único de síntesis; y 3) el enfoque de subordinación "surclassement" de síntesis.

En el primer enfoque, del juzgamento local interactivo, se considera que el proceso de modelar las preferencias se basa en el diálogo entre el analista y el decisor, de manera que el analista somete al decisor una alternativa que el seleccionará. Esta fase de diálogo entre analista y decisor se termina cuando el decisor se queda satisfecho con una alternativa, que sea considerada la mejor. En este enfoque se incluye la metodología del TRIMAP (Costa, 1988).

En el segundo enfoque considerado, del criterio único de síntesis, se modela las preferencias por la construcción de una función que agrega varios criterios (Costa, 1988). Este enfoque engloba la Escuela Americana de la teoría del valor o utilidad (Keeney y Raifa, 1976) y el método Staay (Staay, 1988) referidos por Costa y Almeida (1990). En este enfoque se incluye la metodología TRIDENT. Para Roy (1974a) y Roy y Vincke (1984) referidos por (Costa, 1988), el principio subyacente a este enfoque es el de la

completa comparibilidad transitiva, porque se admiten dos situaciones de preferencia global, mutuamente exclusivas y ambas sistemáticamente supuestas transitivas: preferencia estricta e indiferencia. Esta técnica ha sido muy criticada, poniéndose en duda su base axiomática, particularmente el axioma de la completa comparabilidad entre alternativas, y la transitividad e independencia de las preferencias (Poeta, 1994).

En el último enfoque considerado, la subordinación de síntesis, se considera que surge como forma de superar los inconvenientes apuntados para el enfoque del criterio único de síntesis. En este enfoque, se considera que se modela las preferencias por la construcción de una relación binaria, designada relación de subordinación, de modo que las dos alternativas sean comparadas, indiferentes o preferibles (Costa, 1988). Los métodos de subordinación (ELECTRE, “Elimination Choice Translating Algorithm" y sus versiones posteriores (II, III y IV), fueron propuestos por Roy (1968 y 1991) siendo referido por Poeta (1994).

El método ELECTRE es muy utilizado, y consiste en establecer una orden entre las alternativas no dominadas, la cual es obtenida utilizando una relación de superioridad. Así, una alternativa o sistema A_i es preferida a otra A_j, cuando de acuerdo con la información recogida se justifica la afirmación “A_i es tan buena como A_j “. El significado de esta afirmación es clarificado por los conceptos de concordancia y discordancia. Este enfoque, está incluido en la Escuela Francesa a la cual pertenece Roy (Costa y Almeida, 1990).

Una técnica utilizada en este tipo de análisis es el SMART “Técnica de Racio Simple Multiatributo” (Goodwin y Wright, 1991). Sumariamente, consiste en la identificación del decisor, de las alternativas posibles, en los atributos y pesos relevantes para la decisión, medir el desempeño de cada alternativa, en los análisis de previsión y sensibilidad.

La aplicabilidad del enfoque de la decisión utilidad multiatributo al campo agroforestal, presenta algunas limitaciones a las que hace referencia

Romero (1995). Así los condicionantes señalados son: 1) la aplicabilidad del análisis de utilidad multiatributo a un problema real, implica la existencia de una función de utilidad para cada atributo, teniendo que considerarse la continuidad de las preferencias, lo que no es común en el campo agroforestal; 2) se necesita descomponer la función de utilidad multiatributo y consecuentemente debe determinarse la independencia o interdependencia entre los atributos, en que estas hipótesis se aceptan como verdaderamente axiomáticas, y que hay independencia entre los atributos; 3) hay que elegir las funciones utilidad individual para cada atributo y escalonar y atribuir pesos a cada factor envuelto en esta función.

Esta técnica es muy compleja y necesita de interacción con el agente decisor. Romero (1995) refiere el ELECTRE (enfoque de alternativas discretas), como una metodología basada en jerarquía de relaciones, en que se comparan parejas de alternativas y que puede superar las principales dificultades en la aplicación al campo forestal.

Otro trabajo de investigación elaborado por Alonso y Serrano (1997) aplica los métodos multicriterio discretos: el método electre, a la valorización agraria de una muestra de fincas de las que se conocen sus características y con igual valor probable de mercado, situadas en una localidad de la provincia de Avila.

Hayashi (2000) presenta algunos trabajos elaborados recurriendo a problemas de selección aplicados a la toma de decisión en agricultura. Estos trabajos presentan como características comunes:

1) Dos tipos de métodos utilizados, los métodos compensatorios, que agregan atributos múltiples en valores por la función de utilidad multiatributo; y los métodos no compensatorios, que introducen una agregación, basada en los conceptos de concordancia y discordancia, en que una alternativa es mejor que la otra.

2) En muchos casos los agentes de decisión son políticos o agricultores.

3) El número de criterios es relativamente bajo y varia de 4 a 17.

4) Existen dos tipos de alternativas: una es un elemento simple y la otra es una combinación de elementos.

En resumen, en el análisis de decisión en la función de utilidad multiatributo se incluyen variables discretas, jerarquizando las distintas alternativas según las preferencias deducidas de la función de utilidad multiatributo. La decisión en agricultura no se da en un contexto discreto, sino continuo y las hipótesis utilizadas en las preferencias del decisor, que son la base de la teoría multiatributo, son muy rigurosas, su aplicabilidad es muy limitada al campo agrícola (Romero y Rehman, 1989). Consecuentemente la aplicación de metodología multicriterio discreta no es considerada la más apropiada en la actividad agrícola.

4.2. Problemas de Decisión Multiobjetivo

El análisis de la decisión multiobjetivo se aplica a casos en que las alternativas constituyen un continuo, siendo definidas implícitamente por un conjunto de restricciones (Antunes et al., 1989).

El análisis de decisión multiobjetivo puede ser considerada una variante de la programación lineal, una vez que incorpora al modelo tradicional de programación lineal, que solo tiene un objetivo, varios objetivos.

El análisis con criterios múltiples, presupone que las decisiones de los agentes económicos son condicionadas por varios objetivos, frecuentemente contradictorios y no suplementales. Según Romero (1994) se pretende obtener un equilibrio o compromiso entre los distintos objetivos en conflicto o satisfacer en la medida de lo posible una serie de metas asociadas a estos objetivos.

En resumen, mientras que en el modelo tradicional de programación lineal en que solo se considera un objetivo y se obtiene una solución óptima, en el análisis de problemas multiobjetivo se incluye más de un objetivo, para

obtener la mejor solución posible, con base en el equilibrio o compromiso entre los varios objetivos en conflicto. La solución compromiso obtenida será una solución no dominada (Antunes et al., 1989).

Las técnicas de programación por metas se basan en enfoques satisfactorios no optimizantes, al contrario de las técnicas de programación multiobjetivo (Zekri y Romero, 1991), lo que permite la desagregación del análisis de decisión multiobjetivo, en dos ramas distintas, la programación por metas y la programación multiobjetivo.

En las técnicas de programación por metas también se consideran, los métodos de las metas ponderadas, cuando la minimización de las desviaciones se hace con pesos relativos y los métodos de las metas lexicográficas, cuando la minimización de las desviaciones se hace con pesos excluyentes (Romero, 1992).

En la programación multiobjetivo, y para el cálculo del conjunto de las soluciones eficientes o posibles, se consideran los métodos de las restricciones, de los coeficientes de ponderación, el método NISE (Non Inferior Estimation Set), el “Multigoal Programming”, algoritmo simplex con objetivos múltiples y el simplex multicriterio. En la programación multiobjetivo, y para obtenerse la solución compromiso, se utilizan los métodos de la solución compromiso y los interactivos.

Al iniciar la clasificación de las metodologías multiobjetivo, conviene clarificar algunos conceptos utilizados, especialmente, los conceptos de atributo, objetivo, nivel de aspiración, meta, criterio y soluciones eficientes u óptimos de Pareto.

El atributo es utilizado para medir el desempeño (performance) con relación a un objetivo, o sea, mide el grado en que el objetivo es alcanzable (Goodwin y Wright, 1991). Para Romero y Rehman (1989), los atributos pueden ser definidos como los valores del decisor con relación a un determinado objetivo. Los atributos representan así, los valores del agente

de decisión y se miden independientemente del decisor, siendo expresados en una función matemática de variables de decisión. Un ejemplo de un atributo, es el margen bruto.

El objetivo es una característica medible del sistema que se puede relacionar con las variables de decisión. Para Keeney y Raiffa, el objetivo es la indicación de la preferencia de dirección de un movimiento, tales como la maximización y minimización (Goodwin y Wright, 1991). Para Romero y Rehman (1989) el objetivo representa la dirección del perfeccionamiento de uno o más atributos. Mientras los objetivos pueden ser derivados de los atributos, son distintos de ellos. Un ejemplo de un objetivo es la maximización de una función objetivo.

El nivel de aspiración, es la cantidad obtenida del objetivo que se considera deseable. Esto es, el nivel de aspiración representa un nivel aceptable para cualquiera de los atributos considerados (Romero y Rehman, 1989), utilizando una fórmula se obtiene:

Atributo + variables de desviación = nivel de aspiración

Las variables de desviación negativa (n) cuantifican la falta de logro de una meta. Por el contrario, las variables de desviación positiva (p) cuantifican el exceso de logro de una meta.

Una meta es obtenida por la combinación de un atributo con un nivel de aspiración (Romero y Rehman, 1989). Las metas pueden ser alcanzadas o no, y así se diferencian de las restricciones, en que estas tiene de ser satisfechas. Las metas se diferencian de los objetivos, en que estos representan lo que el decisor pretende alcanzar y las metas hasta donde el decisor puede ir.

El criterio es un término general que engloba tres conceptos, atributos, objetivos o metas consideradas relevantes en una situación de decisión (Romero y Rehman, 1989). Un ejemplo de criterio, es el conjunto de las tres

situaciones: atributo - margen bruto; objetivo – maximización; y meta, alcanzar un margen bruto hasta un determinado nivel de aspiración

La solución eficiente es también llamada solución no inferior, solución no dominada y óptimo de Pareto (Antunes et al., 1989). Una solución Y es dominada por la solución X, sí al pasar de Y para X existe la mejoría de una de las funciones objetivo y las demás se mantienen inalteradas (Guerreiro et al., 1985). Estos autores, hacen referencia a que la solución X es no dominada si no hay otra solución admisible que conduzca a una mejoría en uno objetivo en detrimento de los demás objetivos.

El conjunto de soluciones no dominadas corresponde a un conjunto de vectores no comparables entre sí. En dos soluciones no dominadas, cuando hay una mejoría en un objetivo, esta se encuentra siempre asociada a un sacrificio de los otros objetivos, es decir, que hay un intercambio (trade-off) entre objetivos del conjunto de soluciones no dominadas. En este conjunto de soluciones no dominadas, se elije una solución que no es la óptima, pero que es la mejor posible con base en la elección del diálogo entre analista y decisor, y que se designa por solución compromiso (Guerreiro et al., 1985).

Por consiguiente, el conjunto de soluciones eficientes es constituido por las soluciones posibles, esto es las que satisfacen las restricciones, de modo que no hay otra solución que mejore un objetivo y que no sea peor que al menos cualquier otro de los objetivos considerados (Romero, 1994). O sea, la mejoría de un objetivo es alcanzada por empeorarse otro objetivo (Antunes et al., 1989).

El concepto de solución eficiente se relaciona con el concepto de “trade-off” entre dos criterios. Esto corresponde a la medida del coste de oportunidad (Romero y Rehman, 1989). Por otra parte, el concepto de tasa de intercambio, juega un papel crucial en el desarrollo de los métodos interactivos multicriterio, esto es, la interacción se produce por el diálogo entre el centro decisor y el analista, en que el decisor transmite al analista sus preferencias medidas por la tasa de intercambio (Romero, 1993).

El valor de “trade-off” o valor de intercambio entre dos criterios j y k, con las soluciones posibles x^1y x^2,

$$T_{jk} = \frac{f_j\left(\underline{x}^1\right) - f_j\left(\underline{x}^2\right)}{f_k\left(\underline{x}^1\right) - fk\left(\underline{x}^2\right)}$$

en que T_{jk} representa el "trade-off" entre los criterios, j y k; fj (x) y f_k (x), representan las expresiones matemáticas de los atributos considerados (Romero, 1993).

La matriz “pay-off” o matriz de pagos, constituye un primer paso en la aplicación de la programación multiobjetivo y permite cuantificar el nivel de conflicto entre los objetivos que se consideran (Romero, 1993).

La matriz "pay-off" se estima por el cálculo de los puntos ideales (que corresponden a la optimización de cada uno de los objetivos separadamente, considerándose los restantes objetivos como restricciones) y de los puntos antiideales (que corresponden al peor valor para el objetivo considerado).

Los puntos ideales, que son inalcanzables, corresponden a la diagonal principal de la matriz "pay-off", los restantes elementos de la matriz son constituidos por los puntos antiideales. Las diferencias entre los valores ideales y antiideales definen un intervalo de valores para cada atributo de gran utilidad para operativar algunas técnicas multiobjetivo, como es el caso del método de las restricciones (Romero, 1993).

4.2.1. Programación por Metas

La programación por metas es el método de análisis multiobjetivo más profusamente aplicado y de investigación operativa de mayor popularidad, aunque haya sido poco aplicado a la actividad agrícola (Romero, 1993 y Barros, 1992). La introducción de la programación por metas fue introducida

por Charnes y Cooper (1961), pero su forma operativa solo es obtenida por Simon (1955, 1957,1979), como lo refiere Romero (1995).

La forma más común de su formalización exige que el decisor, tenga que establecer las metas que pretende alcanzar, pero también tiene que definir sus prioridades. La mejor solución compromiso es la que minimiza el vector de las desviaciones a las metas establecidas, y en este caso el concepto de dominancia es substituido por el de dominancia lexicográfica, una vez que incorpora una información ordinal (Guerreiro et al., 1985).

El objetivo en la programación por metas consiste en minimizar la desviación entre el nivel alcanzado para cada meta y el nivel de aspiración (Poeta, 1994 y Barros, 1992). Esto es, la programación por metas combina un objetivo con un nivel de aspiración (Zamora y Berbel, 1995), en que se pretende minimizar las desviaciones entre lo que se desea y lo que se alcanza.

Para la elaboración de un modelo de programación por metas Guerreiro et al. (1985), consideran tres fases:

En la primera fase, se definen las variables de decisión sobre las cuales el decisor puede ejercer su control, y especificar metas a alcanzar, o sea, fijar los atributos que se consideran relevantes para el problema que se está analizando. Las metas se deben establecer por el decisor, utilizando o no recursos limitados, pero sin objetivos en conflicto.

En la segunda fase, se formalizan las restricciones, expresando las relaciones existentes entre las variables de decisión y las metas a alcanzar. O sea, se pasa a determinar el nivel de aspiración que corresponde a cada atributo, con la introducción de variables de desviación negativas o positivas.

Finalmente en la tercera fase, se formaliza la función objetivo, en que esta debe representar la posición del decisor con relación a las diferentes metas, bien en grados de prioridades asociados a cada meta, bien en términos de ponderación relativa de las metas con igual prioridad.

Las metas se incluyen en el modelo, mediante el paso de inecuaciones a ecuaciones por la adición de variables de desviación (positivas o negativas) que representan el exceso o defecto de suceso para alcanzar cada meta (Poeta, 1994 y Romero y Rehman, 1989). Las variables de desviación negativa cuantifican la falta de logro de una meta con respecto a su nivel de aspiración, y las variables de desviación positiva cuantifican el exceso de logro de una meta con respecto a su nivel de aspiración (Romero, 1993). La estimación de una meta se representa de la siguiente manera:

$$f_i(x) + n_i - p_i = b_i \,,$$

donde n_i y p_i son variables de desviación y f_i (x) una función matemática.

Como es lógico, no se puede simultáneamente dejar de alcanzar una meta y superar el nivel de aspiración, por lo que en la solución al menos una de las metas de desviación será nula. Cuando una meta satisfaga exactamente su nivel de aspiración, las dos variables de desviación serán nulas (Rodríguez Ocaña, 1996 y Poeta, 1994).

Otro concepto a clarificar, es el de variable de desviación no deseada, esto es, cuando al centro decisor le conviene que la variable en cuestión alcance su valor más pequeño, es decir, cero (Rodríguez Ocaña, 1996 y Romero, 1993).

La programación por metas presenta ventajas y desventajas para Romero y Rehman (1989) y referidos por Barros (1992).

Los inconvenientes a que hacen referencia son la exigencia de obtener mucha información a priori, pudiendo generar soluciones no eficientes y soluciones que se presentan con mucha sensibilidad a la variación de los pesos (ponderaciones) relativos. Para superar este inconveniente Romero (1995) presenta como alternativa el análisis de sensibilidad o el uso de un enfoque interactivo.

Las ventajas resultan de ser un modelo muy operativo y genera solo una solución “óptima” (Barros, 1992), mientras esto sea considerado un inconveniente por Poeta (1994) y Romero (1995), pero para este autor esta desventaja es más aparente que real. Poeta (1994) hace referencia como ventaja, la poca necesidad de tiempo computacional.

Mientras, Rehman y Romero (1993) y Romero (1993) presentan algunos puntos críticos asociados a la programación por metas como son:

1) la posible equivalencia de soluciones entre los modelos de programación por metas y los modelos tradicionales basados en la optimización de un solo objetivo; 2) la falta de significado y las conclusiones equivocadas a las que se puede llegar cuando la función de logro de un modelo basado en metas lexicográficas se formula erróneamente como un escalar en vez de un vector; 3) los problemas que pueden surgir cuando se omite una variable de desviación en la formulación de una meta; 4) los problemas que pueden surgir cuando innecesariamente se formulan metas con dos lados (las variables no deseadas pueden ser las variables de desviación negativas o positivas); 5) las implicaciones reales derivadas de la incompatibilidad existente entre la ordenación lexicográfica y la existencia de una función de utilidad que ordena las preferencias del centro decisor; y 6) la posible ineficiencia paretiana de la solución generada por un modelo de programación por metas, así como, posibles remedios a ese problema y conceptualización de metas redundantes y su repercusión en los procesos de optimización lexicográfica.

En la programación por metas existen dos métodos para minimizar las desviaciones con relación a las metas: el método de las metas lexicográficas, en que se incluyen pesos excluyentes y el método de las metas ponderadas, en que se introducen pesos relativos.

4.2.1.1. Programación por Metas Lexicográficas

El método de programación por metas lexicográficas ha sido introducido por Charnes y Cooper (1961) pero desarrollado por Ijiri (1965), Lee (1972) y

Ignizio (1976) referidos por Romero y Rehman (1989). En la programación por metas lexicográficas, el centro decisor asocia prioridades excluyentes, o sea, el decisor define todas las metas que son relevantes para un problema de planificación. Esto es, las metas que tienen prioridades mayores son satisfechas primeramente y solo después se considera la satisfacción de metas con prioridades más bajas.

Entre tanto, este método es más rígido que el método de programación por metas ponderadas, al admitir que el centro decisor es capaz de ordenar lexicográficamente sus prioridades, presuponiendo que una de las metas son satisfechas primeramente (Zekri y Romero, 1991). Mientras, puede acontecer que las metas con el mismo nivel de prioridad sean ponderadas con pesos diferentes dependiendo de la importancia relativa que ocupan en este nivel (Poeta, 1994).

Para Romero (1984) citado por Barros (1992) la programación por metas lexicográficas ha sido muy contradictoria en el ámbito teórico y práctico en la decisión multicriterio. En el campo teórico, el problema más relevante es la inexistencia de “trade-off” o intercambios entre las metas con diferentes niveles de prioridad y la posibilidad de generar soluciones no eficientes o dominadas. Desde el punto de vista práctico, Romero y Rehman (1989) refieren que el mayor problema parece ser la posibilidad de generar soluciones idénticas a los modelos tradicionales y la priorización excesiva y sin sentido.

Para la resolución de la programación por metas lexicográficas, existen algunos métodos basados en el “simplex”. Uno de ellos, es el método secuencial de Ignizio y Pertis (1979) a que hace referencia (Romero y Rehman, 1989). Este método es básicamente un simplex interactivo y que resuelve muchos problemas de programación lineal, en que considera primero las prioridades más altas. Este método es muy utilizado en la práctica, por la existencia del “software”, pero presenta como condicionantes la necesidad de mucho cálculo y la no-aplicabilidad de los análisis de sensibilidad y optimibilidad posterior (Romero y Rehman, 1989).

Otros métodos utilizados en la programación por metas, se basan en el anterior, pero son un poco más perfeccionados, como son, el simplex multifásico de Lee (1972), el algoritmo de partición, que es utilizado en la resolución de los problemas de programación por metas lexicográficas, de grande dimensión (Romero, 1995 y Romero y Rehman, 1989). La resolución de la programación por metas se puede hacer por el método gráfico, cuando se consideran solamente dos variables, lo que por sí constituye una limitación del método (Romero y Rehman, 1989 y Romero, 1993).

4.2.1.2. Programación por Metas Ponderadas

En la programación por metas ponderadas, todas las metas son incorporadas simultáneamente en una única función objetivo, que minimiza la suma de todos las desviaciones existentes entre las metas y los niveles de aspiración (Poeta, 1994 y Barros, 1992). En suma, consiste en minimizar la suma ponderada de las variables de desviación no deseada, expresadas en términos porcentuales (Romero, 1993).

La estructura matemática de la programación por metas ponderadas es la siguiente,

$$\begin{aligned} &\text{Min}\left(\alpha_i n_i + \beta_i p_i\right) \\ &f_i(x) + n_i - p_i = b_i \\ &s.a. \\ &x \in Fd, \end{aligned}$$

en que F_d es el conjunto alcanzable, i= 1...., q, y n_i y p_i son mayores que cero, α_i, β_i son los pesos, medidas de importancia, dados por el decisor a las diferentes metas.

Las desviaciones son ponderadas de acuerdo con la importancia que el centro decisor atribuye a cada meta, de manera que las varias unidades de medida que tipifican cada nivel de aspiración no constituyen obstáculos a la formalización de la función objetivo y las variables de esta función deben ser

expresadas en desviaciones porcentuales, con respecto a los niveles de aspiración, en vez de formularse como desviaciones absolutas (Poeta, 1994). Este procedimiento de normalización empleado elimina cualquier sesgo hacia el cumplimento de metas con niveles de aspiración elevada.

Este método presenta como desventaja, la posibilidad de generar soluciones no dominadas, y soluciones semejantes a las proporcionadas por uno solo criterio (Barros, 1992).

La programación por metas puede ser resuelta por el algoritmo del simplex (Romero, 1995), pero existen otros enfoques alternativos, para minimizar las variables de desviación como son, la programación por multimetas MINIMAX y la programación multimetas (Romero, 1993).

"Multigoal Programming" o Programación Multimetas

El "multiple goal programming" fue propuesto por Nijkamp y Spronk (1980) y por Spronk (1981). El "Multigoal Programming" es un híbrido de los métodos programación por metas y multiobjetivo (Poeta, 1994 y Berbel, 1992). Este enfoque adquiere de la programación por metas la idea de "satisfacer" y de la programación multiobjetivo la búsqueda de soluciones eficientes (Romero, 1993). La programación multimetas opera minimizando las variables de desviación no deseadas no en un sentido lexicográfico, sino de programación multiobjetivo.

Para Poeta (1994), esta técnica se presenta con potencialidad desde el punto de vista teórico, aunque no tenga aplicación práctica, pues no se ha testado en problemas reales, lo que origina problemas de inseguridad en su aplicación.

Este método pretende obtener las metas o niveles de aspiración del centro decisor de forma interactiva (Berbel, 1992), este autor clasifica este método como interactivo.

Programación por Metas Minimax

Este método busca la minimización de la máxima desviación de entre todas las desviaciones posibles (Romero, 1993).

4.2.2. Programación Multiobjetivo

La programación multiobjetivo, también llamada optimización vectorial, abarca los problemas de decisión con al menos dos objetivos, y la optimización se sujeta a un conjunto de restricciones usualmente lineales (Barros, 1992). Así, lo que se pretende es la optimización simultánea de los diversos objetivos sujetos a una serie de restricciones, para obtenerse soluciones eficientes, esto es, aquellas que al mejorar un objetivo no empeoran otro (Zamora y Berbel, 1995).

Se pretende seleccionar el conjunto de soluciones posibles que satisfacen las condiciones de optimibilidad Paretiana (Romero, 1992). En este sentido, se busca una política de compromiso que satisfaga ciertas condiciones, de modo que se aproxime lo máximo posible a la situación ideal, mientras la optimización de todos los criterios, en simultáneo, sea inalcanzable.

En la programación multiobjetivo, el concepto de satisfacción de un nivel de aspiración de Simon se cambia por el concepto de eficiencia paretiana (Rehman y Romero, 1993).

En la decisión multiobjetivo no hay una solución admisible que optimiza un objetivo, y consecuentemente la atención del decisor debe recaer solamente en las soluciones no dominadas. Como optimizar simultáneamente varios objetivos es improbable, aunque sea posible con objetivos complementarios, será más razonable establecer el conjunto eficiente de soluciones óptimas de Pareto (Romero, 1984).

La programación multiobjetivo aborda la búsqueda de soluciones eficientes utilizando una información estrictamente técnica (restricciones, expresiones matemáticas de los atributos, entre otros) sin incorporar al análisis ninguna información sobre las preferencias del centro decisor.

En resumen, el modelo de programación multiobjetivo, consiste en determinar el conjunto eficiente, esto es, el conjunto de las soluciones eficientes, no dominadas, pero no las soluciones óptimas. Las soluciones obtenidas son tales, que no existen otras soluciones posibles para alcanzar el mismo o mejor resultado para todos los objetivos (Barros, 1992). La estructura general del modelo se traduce de la siguiente manera (Romero, 1994):

$$
\begin{aligned}
& Eff_Z(x) = [f_1(x), \ldots, f_i(x)] \\
& s.a. \\
& x \in F
\end{aligned}
$$

donde, Eff, significa la búsqueda de las soluciones eficientes o de Pareto óptimas, $f_i(x)$ es la expresión matemática del atributo i-ésimo, X son las variables de decisión, y F es el conjunto de las restricciones, generalmente lineales, que definen el conjunto de soluciones posibles.

Una característica importante del método de programación matemática multiobjetivo, es permitir la visualización y medir el grado de intercambio (trade-off) existente entre los diversos objetivos del productor (Ramírez et al., 1992). El nivel de intercambio entre dos objetivos, se obtiene por la comparación de las soluciones que aparentan los mejores valores para cada uno de los objetivos considerados (el cociente entre la diferencia entre los mejores y peores valores).

Como ventaja de este método, Poeta (1994) refiere la posibilidad de obtener varias soluciones, y Romero (1995) refiere que se obtenía mucha información, lo que dificulta la decisión de generar muchos puntos eficientes. Así, el conjunto eficiente puede ser interpretado como una curva de transformación o frontera de producción para los objetivos considerados, obteniéndose el intercambio entre objetivos, esto es, el coste de oportunidad de un objetivo en términos de otro (Romero, 1995). La desventaja señalada por Poeta (1994) resulta ser la gran pérdida de tiempo al ordenador.

4.2.2.1. Métodos para Generar Soluciones Eficientes

En la programación multiobjetivo, se consideran dos tipos de métodos:

Los que pretenden el cálculo de soluciones eficientes, donde para generar, o por lo menos acercarse, al conjunto eficiente, existen los métodos de las restricciones, del coeficiente de ponderación, el NISE (non inferior set estimation), “multigoal programming”, algoritmo simplex con objetivos múltiples y el programa multiobjetivo ADBase. Estos métodos generan el conjunto de soluciones eficientes.

Los que pretenden generar la solución que optimiza el problema en cuestión. Los métodos que permiten encontrar la solución de compromiso son, los interactivos (STEM y de Zionts y de Wallenius, “Interval criteria Weight”, Pareto “race”, TRIMAP, TOMMIX).

a) Método de las Restricciones

El método de las restricciones fue, inicialmente sugerido por Marglin, siendo uno de los métodos más intuitivos y simple en la obtención de soluciones eficientes (Romero, 1995). Fue Harris (1974) referido por Barros (1992) quien formuló el módulo final utilizado como método de las restricciones.

El método de las restricciones parametriza una restricción artificial de uno o más objetivos, optimizando simultáneamente el restante (Berbel, 1992).

Este método consiste en optimizar uno de los objetivos, el objetivo propiamente dicho, siendo los demás objetivos incorporados en el conjunto de las restricciones, como restricciones paramétricas para cada conjunto de valores que se da al vector en términos independientes, el término de la derecha, generando un conjunto de soluciones eficientes, extremos o interiores (Romero, 1994).

El método termina cuando algunas soluciones obtenidas satisfacen el centro de decisión, o cuando, el conjunto de soluciones obtenidas permite que el decisor elija una de las soluciones. En el problema multiobjetivo con *n*

objetivos a maximizar, la aplicación del método de las restricciones conduce a un nuevo programa lineal paramétrico (Romero, 1994), que se traduce en la siguiente expresión,

$$\begin{aligned}
&\text{Max } f_k(x) \\
&s.a. \\
&f_j(x) \geq L_j, j = 1,2,...,k-1,k+1,...,q \\
&x \in F
\end{aligned}$$

donde, f_j es el j-ésimo objetivo a maximizar y F el conjunto de las soluciones posibles.

Las variaciones paramétricas de los términos independientes, permiten generar el conjunto de las soluciones eficientes (Poeta, 1994). Para cada objetivo el término independiente, L_j, es constituido por las variaciones paramétricas establecidas entre los límites máximo y mínimo. Los límites de variación de cada objetivo se pueden obtener procediéndose a la optimización en separado de cada objetivo. Él limite máximo de j-ésimo será obtenido, por el máximo de su valor, y el mínimo por su valor más pequeño, cuando se optimizan los demás (Poeta, 1994).

El mayor inconveniente de este método, es la cantidad de tiempo necesaria para la resolución del método (Romero, 1994).

b) Método de los Coeficientes de Ponderación o de las Ponderaciones

El método de los coeficientes de ponderación fue propuesto por Zadeh (1963) y consiste en combinar todos los objetivos en una única función (Romero, 1994).

Este genera el conjunto eficiente mediante la creación de una función objetivo artificial (Berbel, 1992). A cada objetivo se atribuye un peso o coeficiente de ponderación no negativo. Si sigue la agregación de todos los objetivos ponderados y la optimización de dicha función ponderada y

agregada, generándose un elemento del conjunto eficiente (Romero, 1994). Seguidamente, mediante la parametrización de los pesos asociados a los objetivos, se aproxima al conjunto eficiente. Los diferentes pesos son suplementarios a un tratamiento específico, generándose de esta forma una aproximación al conjunto eficiente.

Normalmente, se trabajan los coeficientes de ponderación normalizados, en los que la totalidad de los coeficientes iguala la unidad. La atribución de diferentes valores a los coeficientes de ponderación genera diferentes soluciones (Barros, 1992).

En este problema multiobjetivo con *n* objetivos a maximizar, la aplicación del método de ponderaciones conduce al siguiente programa lineal paramétrico,

$$\begin{aligned} &\text{Max } W_i f_i(x) \\ &s.a. \\ &x \in F, \end{aligned}$$

en que $W \geq 0$, y f_i es una función artificial que resulta de la combinación de los varios criterios considerados.

Para cada vector de pesos, W, se obtiene un punto del conjunto eficiente. Debe referirse, que el método de las ponderaciones garantiza soluciones eficientes solamente cuando los pesos son estrictamente positivos, esto es, cuando $W \geq 0$ (Romero, 1993 y 1994). Si uno de los pesos fuera cero, entonces la solución puede no ser eficiente (Romero,1993).

Los métodos de las restricciones y de los coeficientes de ponderación exigen para generar el conjunto eficiente, una gran perdida de tiempo al ordenador, y suministra mucha información (Romero, 1993). Mientras que, el método de las ponderaciones al tener que parametrizar los pesos, se puede volver menos atractivo que el método de las restricciones. Para evitar estos

problemas Poeta (1994) presenta los métodos de Steuer (1976), Steuer y Harris (1980) y técnicas interactivas que minimizan estos problemas.

Estos dos métodos, así como los otros métodos multiobjetivos, no incluyen en su análisis la preferencia del centro decisor, no habiendo influencia de los decisores en la atribución de los pesos (Romero, 1993).

El método de las ponderaciones, a diferencia de lo que sucede con el método de las restricciones, no genera puntos interiores, pero sí puntos extremos eficientes (Romero, 1993). Para un conjunto dado de pesos, el método de las ponderaciones detecta como punto eficiente, el punto de tangencial de la poligonal, que define el conjunto eficiente con la familia de rectas para el caso bi-objetivo:

$$w_1 f_1(x) + w_2 f_2(x) = \lambda,$$

o de hiperplano para el caso general de q objetivos

$$\sum_{i=1}^{n} w_i f_i(x) = \lambda$$

Obviamente, la referida tangencia tiene que producirse en un punto extremo o de esquina, y no en un punto interior (Romero, 1993).

En suma, parece haber una dificultad en las técnicas que generan los puntos eficientes, que resulta de “pasarse por alto” alguno de los puntos eficientes (Romero, 1993). Para este autor, la posibilidad de “perder puntos” disminuye considerablemente reduciendo la escala de los pesos (método de las ponderaciones) o aumentando el número de conjuntos de valores que asignemos a los términos independientes (método de las restricciones). No obstante, nunca se podrá tener la certeza de no haber omitido algún punto eficiente. Los dos métodos referidos, solamente garantizan aproximaciones del conjunto eficiente.

c) Método “Non Inferior Set Estimation” (NISE)

El método NISE, “Non Inferior Set Estimation”, o método de estimación de conjunto de soluciones no inferiores, fue desarrollado por Cohon et al. (1979), siendo un método rápido para determinar el conjunto de soluciones eficientes (Romero, 1993). Este método se aplica a problemas con dos o más objetivos, mientras sea posible aplicarlo cuando existen más de dos objetivos, pero se disminuye su eficiencia (Poeta, 1994).

Para Berbel (1992) el método NISE tiene semejanzas con el método de las ponderaciones, pero en su uso la ponderación asociada a cada objetivo viene determinada por la pendiente que tenemos entre los puntos ya conocidos previamente.

El método NISE consiste básicamente en una aplicación interactiva del método de las ponderaciones con la particularidad de que los pesos no se eligen arbitrariamente, pero como el cociente de sus valores (w_1/w_2), que es igual a la tangente de la recta que une los puntos eficientes obtenidos en la interacción anterior (Romero, 1993).

El método NISE presupone que el conjunto de soluciones posibles es convexo y las funciones objetivo son lineales. Este método genera puntos extremos no dominados y evalúa la eficiencia de los segmentos que unen puntos eficientes adyacentes. Un segmento que une dos puntos extremos adyacentes es eficiente, cuando no es posible obtener otro punto eficiente que no pertenezca al segmento. El proceso termina cuando se generan todos los puntos extremos, o cuando el error máximo posible es menor que una tolerancia fijada a priori (Barros, 1992).

Para obtenerse las soluciones eficientes, Barros (1992) considera dos fases: la primera, es la optimización de cada uno de los objetivos sujetos a las restricciones generales del problema. La solución de ambos programas permite obtener los valores ideales, que son los valores óptimos cuando se

consideran separadamente los objetivos, y que sería la solución si no hubiera conflicto entre los objetivos.

Por la sustitución del objetivo no considerado, se obtienen los valores antiideales, que corresponden a los valores que alcanzan los objetivos, cuando el otro objetivo se vuelve ideal. El conjunto de los valores ideales y antiideales, permite estimar el espacio de las soluciones no dominadas. En la segunda fase, se obtienen nuevos puntos extremos y se construye la curva de intercambio (trade-off) entre los objetivos a partir de las soluciones eficientes que correspondan a puntos adyacentes.

Para obtener un nuevo punto eficiente hay que dibujar un programa por objetivos ponderados, utilizando como coeficiente de ponderación del segundo objetivo, la inclinación del segmento de las soluciones eficientes y la unidad para otro, como se observa en la siguiente expresión (Poeta,1994):

$$\begin{aligned}
&\text{Max } Z(x_1, x_2, \ldots x_n; w_1, w_2) \\
&s.a. \\
&x \in F, \\
&y \\
&w_2 = \frac{Z^*{}_1(A) - Z^{**}{}_1(A)}{Z^{**}{}_2(B) - Z_{*2}(B)}; w_1 = 1
\end{aligned}$$

en que A y B representan soluciones eficientes, Z^*_1 es el ideal del objetivo 1, Z^{**}_1 es el antiideal del objetivo 1; Z^*_2 es el ideal del objetivo 2, Z^{**}_2 es el antiideal del objetivo 2.

Por el método simplex se obtiene el punto C, que unido a los puntos A y B, se origina los segmentos AC y CB. Este proceso termina cuando se encuentran todos los segmentos, o cuando se alcanza el máximo error permitido. Los puntos generados por el simplex multicriterio, se designan por puntos de esquina (corner points) eficientes, al desplazarse a lo largo de los

segmentos de una manera continua (Romero, 1994). El algoritmo simplex tradicional constituye el mecanismo adecuado para efectuar este tipo de desplazamiento de un punto de esquina a otro adyacente, mediante su punto pivote. En combinación con esta operación de un salto de un punto de esquina a otro, el simplex multicriterio, recurre a una subrutina que permite comprobar la eficiencia o no de cada punto obtenido.

d) Método del algoritmo simplex con objetivos múltiples o simplex multicriterio

El método del algoritmo simplex con objetivos múltiples consiste en generar un conjunto eficiente, partiendo de un extremo eficiente hasta puntos extremos eficientes adyacentes (Cohon, 1978) referido por Poeta (1994). Los algoritmos son matemáticamente sofisticados y requieren un uso informático muy elevado.

De todos los métodos presentados, esto es el único que garantiza la generación exacta de todos los puntos extremos eficientes del conjunto eficiente (Poeta, 1994 y Romero, 1993). Por lo tanto, su aplicabilidad se limita a un pequeño número de problemas de programación multiobjetivo con utilidad práctica.

Los dos software basados en el simplex multicriterio son el paquete ADBASE y el MLP.

<u>Paquete Adbase</u>

El paquete Adbase para problemas multiobjetivo fue elaborado por Ralph y Steuer (1983), y consiste en un algoritmo para resolver problemas con objetivos múltiples (Barros, 1992). El paquete Adbase se basa en el método del simplex y genera puntos extremos eficientes (Rehman y Romero, 1993). Se parte de una solución eficiente, y se siguen buscando los demás puntos eficientes. El método se mueve de un punto extremo a otro adyacente, permitiendo generar el conjunto de puntos extremos eficientes (Barros, 1992). El adbase se basa en el simplex multicriterio, y tiene capacidad para

resolver problemas matriciales de dimensión moderada (inferior a 50×50) y con tres objetivos (Romero, 1995).

Paquete MLP

Este paquete tiene como principal atractivo poderse procesar en ordenadores personales. Puede resolver problemas multiobjetivo con matrices 50x50 y hasta ocho objetivos

4.2.3. Métodos para Generar la Solución Compromiso

El proceso decisional, en análisis multiobjetivo, se considera en dos fases. En la primera fase, se encuentran las soluciones eficientes, lo que es permitido por los métodos hasta ahora referidos, especialmente, los métodos de restricciones, ponderaciones, y NISE.

Para avanzar en la decisión propiamente dicha, se deben incluir las preferencias del decisor, y se subdividirá el conjunto de las soluciones eficientes, para encontrarse la solución ideal, o la más cercana de la ideal. Para esto se utilizarán métodos específicos, como el método de la solución compromiso y los métodos interactivos (STEM, de Zionts y Wallenius entre otros).

4.2.3.1. Método de la solución compromiso

El método de la solución compromiso utilizado por Zeleny (1973,1974) y Yu (1973) permite encontrar una solución ideal, a partir de soluciones eficientes (Romero, 1994) y consecuentemente considerado como un complemento a la programación multiobjetivo, principalmente cuando el conjunto eficiente es muy amplio (Milán y Avilés, 1995).

Con enfoque de la programación compromiso se reduce el tamaño del conjunto eficiente, determinando aquellos subconjuntos del mismo, que se encuentran más próximos al punto ideal y por consiguiente resultan más atractivos para el centro decisor. Los subconjuntos encontrados, conjunto

compromiso, representan políticas equilibradas entre objetivos en conflicto, pero sin subordinar un objetivo a otro (Romero, 1993).

La programación objetivo se apoya en un postulado referido por Romero (1993), conocido por axioma de Zeleny y que se enuncia de la siguiente manera: “dadas las soluciones posibles en el espacio de objetivos f_1 y f_2, la solución preferida será aquella que se encuentre más próxima al punto ideal”, y como hay conflicto entre objetivos el punto ideal es inalcanzable, por lo que se hace necesario buscar soluciones compromiso.

Los conceptos fundamentales en el método de la solución compromiso son la distancia o grado de proximidad y el punto ideal o punto “áncora”.

El método de la solución compromiso integra dos etapas o pasos fundamentales: 1) el concepto de distancia y el establecimiento del punto ideal; y 2) la homogeneidad de los objetivos.

El primer paso, es establecer el punto o alternativa ideal, para Zeleny (1973) y Yu (1973) referidos por Romero (1995). Este punto ideal se obtiene cuando se optimiza en separado cada uno de los objetivos considerados en un problema multicriterio (Zamora y Berbel, 1995) y corresponde al vector formado por la combinación de las mejores soluciones generadas por el modelo (Ramírez et al., 1992)

Para Romero (1994) el punto ideal se puede representar por el siguiente vector:

$$
\begin{aligned}
& Z^* = \left(Z^*_1, \ldots Z^*_i, \ldots, Z^*_n\right) \\
& Z^*_i = \operatorname{Max} Z_i(x) \\
& s.a. \\
& x \in F,
\end{aligned}
$$

cuando se pretende maximizar los *n* objetivos.

Cada elemento del vector Z*, se designa por punto ideal, siendo este usualmente inalcanzable. Si la alternativa fuera alcanzable, implicaría la no-existencia del conflicto entre el *n* objetivos, y consecuentemente no habría cualquier problema de elección multicriterio, pues la alternativa Z* sería la elección óptima. Como el punto ideal es inalcanzable, la mejor solución compromiso es dada por la solución eficiente más próxima posible al punto ideal, siendo este comportamiento designado por axioma de Zeleny, por haber sido propuesto por el en 1973 (Romero, 1994).

Por lo tanto, la solución compromiso es calculada por la distancia existente entre cada punto de la curva de transformación o de intercambio de los objetivos y de su punto ideal (Barros, 1992). De acuerdo con el axioma de Zeleny, se define el concepto de grado de proximidad entre el objetivo i-ésimo y su ideal.

El grado de proximidad d_j, se puede calcular por:

$$d_j = \left\lfloor f^*{}_j - f_j(x) \right\rfloor$$

en que f^*_j es el punto ideal y f_j (X) es el objetivo j-ésimo.

En resumen, en esta primera fase se determina el axioma de Zeleny, esto es, se encuentra el punto ideal, por lo que todos los objetivos alcanzan simultáneamente su valor óptimo (Milán y Avilés, 1995). La solución compromiso depende de la distancia entre todos los puntos y su punto ideal.

En la segunda fase, se procede a la homogeneización o normalización de los objetivos. Esto es, se agregan los grados de proximidad para todos los objetivos del problema considerado (Romero, 1994). En esta etapa, se normalizan los objetivos que tengan unidades diferentes, y para evitarse soluciones sin sentido para los objetivos que pueden alcanzar valores más elevados, deben tomarse las desviaciones absolutas en vez de las relativas.

La normalización puede ser calculada de la siguiente forma:

$$d_j = \frac{\left| f_j^* - f_j(x) \right|}{\left| f_j^* - f_{*j} \right|}$$

en que, d_j representa el grado de proximidad del objetivo j-ésimo normalizado y f^*_j es el punto antiideal del referido objetivo. Esto es, el peor valor posible para el objetivo j-ésimo en el conjunto eficiente.

El grado de proximidad normalizado varia de 0 a 1. Así, cuando un objetivo alcanza el valor ideal, su nivel de proximidad es cero, si por el contrario, el nivel iguala la unidad, el objetivo en cuestión alcanza su valor antiideal (Romero, 1994 y Romero, 1993).

Si W_j, representa las preferencias que el decisor asocia a la discrepancia existente entre la realización del objetivo j-ésimo y su ideal, la programación compromiso consiste en encontrar las soluciones eficientes más próximas al ideal, convirtiéndose en el problema de optimización:

$$\text{Min } L_p = \left[\sum_{j=1}^{n} W^p{}_j \left| \frac{f^*{}_j - f_j(x)}{f^*{}_j - f_{*j}} \right|^p \right]^{1/p}$$

$$s.a.$$

$$x \in F,$$

Las barras del valor absoluto del modelo pueden eliminarse dado que $f_j^* \geq f_j$ (x) para cualquier objetivo, es decir, f_j^* ser un valor áncora (frontera).

Dependiendo de la métrica utilizada pueden obtenerse diferentes soluciones compromiso. Yu (1973) demostró que para problemas bicriterio, las métricas $L_p = 1$ y $L_p = \infty$, definían el subconjunto eficiente que es constituido por las soluciones compromiso, designado por Zeleny (1974) conjunto compromiso (Romero, 1995). Mientras, para problemas con más de dos objetivos Freimer y Yu (1975) demuestran que esta propiedad no es rigurosa (Romero, 1995).

Para la medida o métrica, L_p =1, la mejor solución compromiso, o punto más próximo del ideal, puede ser obtenido por la resolución del siguiente problema de optimización:

$$\text{Min } L_1 = \sum_{i=1}^{n} W_j \frac{f_j^* - f_j(x)}{f^*{}_j - f_{*j}}$$

Para la métrica p = ∞ la mejor solución compromiso o punto más próximo del ideal, se obtiene resolviendo el siguiente problema de optimización:

$$\text{Min } L\infty = d$$

$$s.a.$$

$$W_1 \frac{f^*{}_j - f_j(x)}{f^*{}_j - f_{*j}} \leq d$$

$$x \in F$$

Puede decirse que la solución L_1, corresponde a una situación en que se maximiza la suma ponderada por los lucros de cada objetivo, traduciéndose como un punto máximo de eficiencia, pero fuertemente desequilibrado. La solución L∞, presupone una lógica de equilibrio de eficiencia (Ballestero y Romero, 1993a) reverenciados por Romero (1994).

4.2.3.2. Los Métodos Interactivos

En los métodos interactivos, la elección de la solución satisfactoria se hace con base en las soluciones eficientes e interacionando con el decisor de modo que se incluya la información sobre las preferencia del decisor (Barros, 1992). Así, en cada paso del proceso, se pasa de un punto eficiente al otro de acuerdo con las preferencias del decisor.

El método interactivo consiste en la concretización de las preferencias del centro decisor, mediante una interacción entre este y el modelo que se presenta (Zamora y Berbel, 1995). Para estos autores, el proceso avanza mediante el análisis de las tasas de intercambio (trade-off) entre los niveles de logro de los objetivos en las distintas soluciones, todo esto en una secuencia interactiva e iterativa, hasta que el centro decisor acepta una solución determinada.

Los métodos interactivos tienen la ventaja de la intervención del agente de decisión y alternan fases de cálculo con fases de decisiones, en los cuales el agente de decisión es llamado a expresar sus preferencias para conducir a una región admisible donde se localizan las soluciones que mejor corresponden a su sistema de preferencias (Antunes et al., 1989).

Los métodos interactivos representan otra forma de obtener una política de compromiso eficiente (Romero, 1992). Con este enfoque hay un diálogo entre el centro decisor y el modelo por el analista, en que el centro decisor transmite sus preferencias al modelo.

El analista es el intermediario entre el modelo y el centro decisor, el primero calcula y el segundo decide, por lo cual hay una interacción entre el decisor y el modelo (Poeta, 1994), actuando de una manera interactiva e iterativa en el proceso hasta que se alcanza una solución que el centro decisor considera suficientemente buena (Romero, 1993).

A continuación se describirán resumidamente algunos métodos interactivos, así como del STEM, Zionts y Wallenius, “interval criteria Weight”, “Pareto race”, TRIMAP y TOMMIX.

<u>STEM</u>

El método interactivo STEM, fue propuesto por Benayout et al. en 1971 y su aplicación permite obtener soluciones eficientes de un modo interactivo de acuerdo con las indicaciones del decisor (Antunes et al., 1989), por la reducción de la región admisible.

En este método interactivo no se pregunta al centro decisor de una manera directa o indirecta por sus tasas de intercambio locales, pero sí su opinión sobre la aceptación o rechazo de una solución factible y eficiente (Romero, 1993).

El STEM como los demás métodos interactivos multicriterio opera en fases distintas (Zekri y Albisu, 1993): la fase de cálculo y la fase de decisión, en las cuales para obtener las soluciones eficientes se procede a la deducción de la matriz de pagos (puntos ideales y antiideales para cada objetivo); el cálculo de las ponderaciones normalizadas y por último, el cálculo de la primera solución más cercana al punto ideal.

La primera solución que se obtiene es la más próxima al ideal y se genera a partir del programa lineal,

$$\begin{aligned} &\text{Min } D \\ &s.a. \\ &x \in F \end{aligned}$$

si el objetivo fuera maximizado,

$$\begin{aligned} &\beta_i \left[Z^*{}_i(x) - Z_j(x) \right] \leq D, \\ &i = 1,2,\ldots,p \end{aligned}$$

si el objetivo fuera minimizado,

$$\begin{aligned} &\beta_i \left[Z_{\ i}(x) - Z^*{}_j(x) \right] \leq D, \\ &i = 1,2,\ldots,p \end{aligned}$$

Los descubridores del STEM, propusieron normalizar los objetivos con relación a unos pesos W_j (Romero, 1993) de la siguiente manera:

$$W_j \left[f_j^* - f_j(x) \right] \leq d$$

Las decisiones obtenidas por el centro decisor, son comparadas con la solución ideal y consecuentemente son evaluadas satisfactoriamente o no. El problema termina cuando el decisor se queda satisfecho con las soluciones. En caso de que no se quede satisfecho, tendrá que decidir que sacrificio tiene de atribuir a un objetivo para mejorar los otros, volviendo una vez más al modelo hasta encontrar las soluciones que desea (Barros, 1992).

Zionts y Wallenius

El método de Zionts y Wallenius, 1976, se basa en el supuesto de que la función de utilidad del decisor se puede expresar como una función lineal compuesta de los objetivos del modelo (Romero, 1993 y Barros, 1992). Este método es un buen ejemplo del método interactivo basado en sistemas de comunicación (Romero, 1993).

En el método de Zionts y Wallenius, la fase de cálculo es complicada mientras que la fase de decisión es bastante sencilla (Romero, 1993). En la fase de cálculo, el algoritmo de Zionts y Wallenius, consiste en resolver un programa lineal, cuya función objetivo por una agregación de todos los objetivos a considerar en el problema decisional que estemos a analizando.

Para Zionts y Wallenius (1976) la interacción entre el modelo y el decisor es definida en las preferencias del decisor o “trade-off” relativamente a los varios objetivos, como respuesta a las cuestiones hechas por el analista (Poeta, 1994).

“Interval Criteria Weight”

El “interval criteria weight”, es un método interactivo desarrollado por Steuer, que disminuye progresivamente el cono de los criterios, esto es, un cono

convexo generado por los gradientes de las funciones objetivo (Antunes et al., 1989). Esta reducción se hace de acuerdo con la elección del decisor de una solución de una muestra de soluciones no dominadas. La solución elegida por el decisor indica la combinación convexa de gradientes de las funciones objetivo que corresponde más de cerca a sus preferencias.

"Pareto Race"

El método "Pareto race", fue propuesto por Korhonen y Wallenius, siendo un método de búsqueda direccional (Antunes et al., 1989). La información necesaria consiste en la especificación de las funciones objetivo a mejorar alterando la dirección del movimiento. Las soluciones eficientes son obtenidas por medio de una función escalar y programación paramétrica con relación a los términos independientes.

Para Antunes et al. (1989) esta técnica permite al decisor desplazar la frontera eficiente, controlando la dirección del movimiento privilegiando diferentes funciones objetivo, y controlando la velocidad, obteniendo soluciones más o menos próximas unas de las otras.

TRIMAP

El método TRIMAP fue desarrollado por Clímaco y Antunes, siendo un método de busca libre basado en el aprendizaje progresivo y selectivo del conjunto de soluciones no dominadas, que combina la reducción de la región admisible con la reducción de los espacios de los pesos (Antunes et al., 1989). Para estos autores, la finalidad de este método, no es converger para la mejor solución compromiso, sino ayudar el decisor a eliminar los subconjuntos de soluciones no dominadas que le interesan. El proceso interactivo termina cuando el decisor considera conocer lo suficiente el conjunto de soluciones no dominadas.

TOMMIX

El método TOMMIX, “Three Objective Methods Mixed”, fue desarrollado por Antunes et al. (1989), en que incluye tres objetivos y permite la transferencia de información entre cinco métodos: STEM, Zionts y Wallenius “interval criteria weight”, “Pareto Race”, y TRIMAP.

El TOMMIX está constituido por una base de métodos interactivos, una base de diálogo y un módulo de gestión. La base de datos incluye los métodos interactivos que permiten el cálculo de los puntos extremos no dominados. La base de diálogo, controla la interacción hombre-equipo y consecuentemente incluye las preferencias. La gestión de datos permite la entrada de datos y la edición de problemas y de resultados (Antunes et al., 1989).

La ventaja de este método, es sacar partido de la función específica de cada uno de los métodos considerados.

Los métodos multicriterio a utilizar dependen de la naturaleza y del problema que se analiza. Rehman y Romero (1993), refieren que no hay un método multicriterio que pueda ser considerado mejor que todos los demás en agricultura.

4.2.4. La Decisión en Agricultura en un contexto de riesgo y los Modelos Multicriterio

El riesgo en agricultura forma parte de la racionalidad decisional de los productores que ejercen la actividad agrícola, bien por factores inherentes a la agricultura como sequías, e inundaciones entre otras, como por factores exteriores a la explotación ganadera, como las fluctuaciones de los precios.

Muchos agricultores planifican sus cultivos para maximizar el margen bruto de su explotación, pero teniendo en cuenta además, que sólo están dispuestos a asumir un determinado nivel de riesgo (Alarcon et al., 1997). Es decir, planifican sus actividades agrarias en un contexto de aversión al

riesgo. Además muchos estudios consideran los modelos de programación como instrumentos para el análisis y toma de decisión (Maleka, 1993).

Varias son las fuentes de riesgo en agricultura, el riesgo en la producción, riesgo de mercado, riesgo institucional, riesgo personal y humano, y riesgo de financiación.

El riesgo difiere de la incertidumbre y pueden tener varias definiciones dependiendo de los investigadores. Una diferenciación de estos conceptos presenta el riesgo como un imperfecto conocimiento en que las probabilidades de ocurrencia son conocidas y que la incertidumbre existe cuando estas probabilidades no son conocidas. Pero, para Hardaker et al. (1997) incertidumbre se define como un imperfecto conocimiento de la situación y el riesgo cuando la toma de decisión tiene consecuencias de incertidumbre, particularmente expuesto a consecuencias no favorables.

Berbel (1993-a) presenta tres formas de estudiar la actitud frente al riesgo, en la teoría de utilidad esperada. El análisis directo, en que se describe la actividad de agricultores individuales frente a decisiones de riesgo; técnicas de programación, en las que en el ámbito agregado se intenta realizar estimaciones de una aversión al riesgo; y la que emplea métodos de regresión.

En un contexto multicriterio se renuncia a incluir toda la información del problema en un único valor, para tratar el problema de decisión como un conflicto entre los criterios de rentabilidad y riesgo, y este método deja de ser comparable con la teoría de utilidad esperada.

En la agricultura el productor toma sus decisiones con base a múltiples objetivos, como se puede constatar en el artículo de Cabanes et al. (1988), entre los cuales se consideran la ganancia (a maximizar) y el riesgo (a minimizar). Berbel (1993-a) refiere que todos los autores se ponen de acuerdo en la forma de introducir el ingreso, como ganancia esperada. Por el

contrario, a la hora de modelizar el riesgo, han aparecido varios métodos que permiten introducirlo en modelos de decisión.

Las medidas de riesgo referidas por Berbel (1993-a) y por Rodríguez-Ocaña (1996) son:

- media varianza;
- MOTAD y derivados;
- Teoría de juegos, y
- modelos de seguridad-primero.

Mientras se describe un resumen de los principales métodos referidos en la bibliografía, se profundizará en el método MOTAD por ser el utilizado en nuestro análisis.

Método Media-Varianza

La decisión se basa en los criterios media E(Y) y varianza V(Y) asociado a un plan de cultivos (Berbel, 1990). Se puede traducir en el método de Markowitz, en que el riesgo en agricultura se mide por la variabilidad de sus ingresos, utilizando la varianza como "índex". Esto es, alto riesgo, alta varianza y bajo riesgo, baja varianza (Romero y Rehman, 1989). Para estos autores, los planes eficientes se generan por programación cuadrática. Para obtener el conjunto eficiente hay que minimizar la varianza (V) para cada nivel de posible ingreso (E), y además satisfacer el resto de restricciones técnicas, X pertenece a F (Berbel, 1993-a y Berbel, 1990).

El modelo de programación cuadrática se formula a continuación (Hardaker et al.,1997):

$$
\begin{aligned}
&\text{Max } E = Cx - f \\
&s.a. \\
&Ax \leq b \\
&x`Qx = V, \\
&x \geq 0
\end{aligned}
$$

C, es el margen bruto de las actividades

f, es el coste fijo

Q , la matriz de varianza-covarianza de los beneficios

V, la varianza

A, la matriz de los coeficientes técnicos

Este modelo, presenta problemas cuando los rendimientos no son normalmente distribuidos, y el agente decisor tiene que asumir que hay una función de utilidad cuadrática, en que las soluciones pueden no ser eficientes (Tauer, 1983).

<u>Método MOTAD (Minimización de la suma de desviaciones en valor absoluto, respecto a la media)</u>

El método MOTAD, “Minimization of Total Absolute Desviation”, fue propuesto por Hazel (1971), como una alternativa lineal para modelar el riesgo, frente al modelo media varianza, el cual necesita ser resuelto por programación cuadrática (Romero y Rehman, 1989, Berbel, 1993-a) y Rodríguez - Ocaña, 1996).

El método MOTAD se diferencia del anterior (media-varianza) porque el primero penaliza las desviaciones a la media al emplear el cuadrado de las desviaciones, mientras esto método solo emplea el valor absoluto de la

desviación. El enfoque es similar al anterior, pero substituye la varianza (V) por las desviaciones absolutas (Berbel, 1993-a y Berbel, 1990).

La regla de decisión se basa en un par de criterios media , E(Y), y MOTAD (Y), asociados ambos en un determinado plan de cultivos (Berbel, 1990).

El modelo MOTAD se puede representar por las siguientes ecuaciones (Berbel, 1993-a):

$$Min \sum_{i=1}^{n} N_i + P_i$$

$$s.a. \sum_{j=1}^{n} \left(C_{jT} - \overline{C}_j\right) X_j + N_j - P_j = 0$$

$$X \in F_d$$

X_i , El nivel de actividad del cultivo i

C_{jT} , el beneficio del cultivo j, para el año j

C_j, beneficio medio de cultivo j

N_j, la desviación negativa por debajo de la media

P_{jT}, la desviación positiva por encima de la media

La mayor ventaja del MOTAD es poder obtener soluciones por el algoritmo de programación lineal (Tauer, 1983).

Método Target MOTAD

El modelo target MOTAD propuesto por Tauer (1983), es un híbrido entre la programación multiobjetivo y la programación por metas (Romero y Rehman, 1989). Este modelo es bicriterio, donde uno de los atributos es el riesgo y el otro, el beneficio. El beneficio es medido por la suma de los ingresos esperados en las actividades y el riesgo es medido por la suma esperada de

las desviaciones negativas de soluciones resultantes de una meta de rendimiento.

En este modelo los empresarios ven el riesgo como la posibilidad de no cubrir sus costes fijos y no como la variabilidad en el sentido de la varianza o de la desviación absoluta (Berbel, 1990).

Hardaker et al. (1997) adoptan la siguiente formulación matricial, a partir del modelo original de MOTAD:

$$\begin{aligned}
&\text{Max } E = Cx - f \\
&s.a. \\
&Ax \leq b \\
&-Dx - Iy \leq \mu 0 \\
&py \leq M, \\
&x, y \geq 0
\end{aligned}$$

En que,

E es el beneficio esperado

C, son los ingresos netos

F, son los costes fijos

D = C- μc, que corresponden a las desviaciones a la media

μ es un vector de unos,

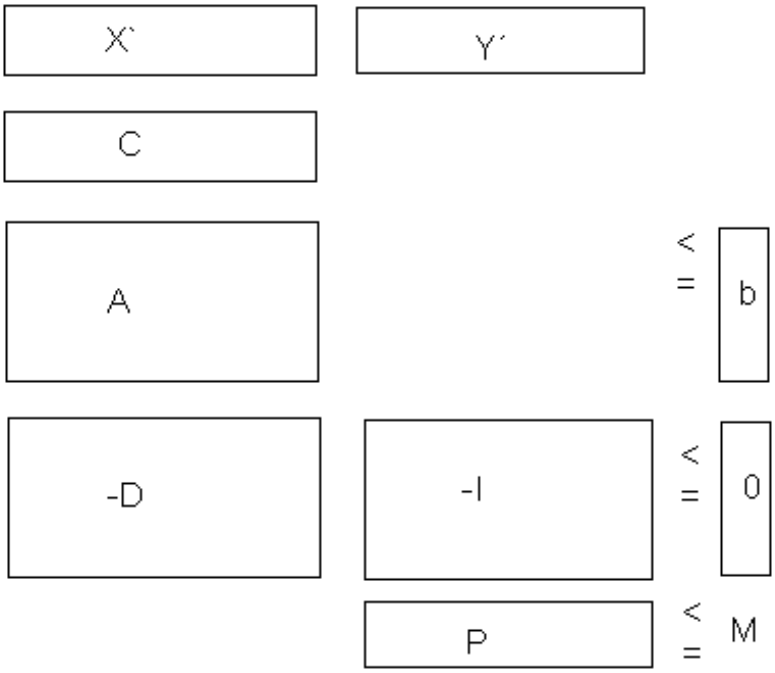
I es la matriz identidad, que mide las desviaciones negativas al margen

M media absoluta de las desviaciones a los márgenes brutos totales

P la probabilidad de los estados

Este modelo, “ MOTAD”, se representa en el siguiente esquema:

Esquema 4.1. Modelo “Motad” en la forma matricial.



Fuente: Adaptado de Hardaker et al. (1997).

El método MOTAD siempre emplea la media como punto de referencia para medir las desviaciones, aunque luego solo utiliza las desviaciones absolutas por debajo de la media, y entonces se puede caminar hacia una nueva aproximación a este método, que es el target MOTAD (Berbel, 1993-a).

Uno de los problemas del MOTAD y de la media-varianza, es no poder elegir la solución óptima una vez generado el conjunto eficiente, por lo cual el target MOTAD se presenta como un enfoque alternativo (Tauer, 1983).

En este modelo los empresarios ven el riesgo como la posibilidad de no cubrir sus costes fijos y no como la variabilidad en el sentido de la varianza o de la desviación absoluta (Berbel, 1990).

Alaejos y Cañas (1993) consideran el modelo target MOTAD del tipo de métodos de seguridad-primero.

El modelo target MOTAD da como resultado el conjunto eficiente media-suma de desviaciones bajo el nivel de referencia que fije el centro decisor (T) (Berbel, 1990). Sin embargo Hazell demostró que es suficiente con minimizar las desviaciones por debajo de la media referencia (Rodríguez - Ocaña, 1996) y Berbel, 1993-a).

El target MOTAD, puede ser formulado por la ecuación:

$$Min \sum_{i=1}^{s} W_i N_i$$

$$s.a.$$

$$\sum_{J=1}^{n=h} C_{ij} X_j + N_i - P_i = T, i = 1,...,s$$

$$\sum_{j=1}^{n} C_j X_j = \lambda$$

$$x \in Fd$$

esto es,

$$\sum n_i = MOTAD$$

X_j, El nivel de actividad del cultivo j

C_{ij} , el beneficio del cultivo j, para el año i

C_j, beneficio medio de cultivo j,

N_i, la desviación negativa por debajo de la meta,

P_i, la desviación positiva por encima de la meta,

W_i es la probabilidad de ocurrencia del estado de la naturaleza (año) r, normalmente se considera $W_i = 1$,

T, es la meta de las ganancias desde que se miden las desviaciones.

El valor de λ se parametriza para generar el conjunto eficiente target MOTAD, y es similar al método de las restricciones.

El método MOTAD para Cabanes et al. (1988), debido a su peculiar estructura, presenta la ventaja añadida de su fácil incorporación a los modelos de programación por metas, pues para ello basta con incluir las restricciones específicas del criterio entre las restricciones-meta del modelo de programación y añadir las desviaciones negativas y positivas de las mencionadas restricciones específicas a la función de logro del modelo.

Media DAP

Berbel (1993) ha desarrollado el modelo Media-DAP (Desviación Absoluta Parcial), a partir de la formulación del MOTAD si bien que incorpora el cálculo de la probabilidad de fracaso (Alaejos y Cañas, 1993 y Berbel, 1993-a). Este consiste en un modelo que trata el riesgo en un contexto multicriterio: riesgo e ingreso.

Este modelo incorpora una estimación de la probabilidad de fallo (fracaso), es decir, no alcanzar los ingresos mínimos fijados por el agricultor (g) en función de las desviaciones bajo el nivel (t) (Alaejos y Cañas, 1993 y Berbel, 1990).

Se genera el conjunto eficiente por técnicas multiobjetivo y que se puede formular de la siguiente forma Berbel (1993-a):

$$\Pr ob\left(X < g\right) \leq \frac{DAP}{t-g}$$

en que g es un parámetro exógeno y depende de los costes fijos y de los ingresos familiares mínimos y t es un parámetro endógeno, característico del problema, que corresponde a la meta de ingresos en su forma original pero Berbel (1993-a) propone más libertad al analista a la hora de fijar “t” al nivel más conveniente para el análisis (t>g).

La fórmula anterior se puede leer (Berbel, 1990) " la probabilidad de que la variable estocástica ´x`, que representa los ingresos de los agricultores sea menor que el parámetro (g) es menor o igual que el cociente DAP/(t-g).

Mientras el modelo media DAP sea un modelo más completo que el "target MOTAD", existe homomorfismo entre ambos modelos, en que todas las propiedades y características del "target MOTAD" son directamente aplicables al media DAP.

Teoría de juegos

Este método se aplica cuando se desconoce las probabilidades de los estados de la naturaleza. El objetivo de este método es encontrar una estrategia pura o mixta que optimice el nivel de aspiración del decisor. Algunos de los criterios utilizados en el modelo de teoría de juegos son (Romero y Rehman, 1989, Berbel, 1993-a y Rodríguez - Ocaña, 1996):

Criterio de Wald o maximin. Se asume que el decisor tenga la estrategia que maximiza el máximum mínimum resultado. Esto es, el decisor solo tendrá en cuenta para cada alternativa (cultivo), el valor que se obtendría si la naturaleza se comportarse de la forma más perjudicial posible para cada alternativa. Este criterio adopta una postura pesimista.

Criterio de Savage o minimax "regret". El agente tendrá en cuenta para cada alternativa lo que ha dejado de ganar. El valor de cada alternativa será entonces el resultado de minimizar el "regret". Los valores obtenidos resultan de la diferencia de los resultados alcanzados y del máximo resultado a alcanzar si el decisor conociese el estado de la naturaleza.

Criterio del beneficio o de Agrawal-Heady. Este criterio es intermedio a los anteriores. Los beneficios representan la diferencia entre los valores alcanzados y el mínimo que podrían alcanzar, en el peor estado de la naturaleza.

Modelos de “seguridad –primero”

Los tipos de modelos anteriores tratan de incrementar la utilidad del empresario sobre la base de minimizar una medida apropiada de la variabilidad de ingresos. Los modelos de “seguridad- primero” parten de otra perspectiva distinta: asegurarle al empresario un nivel mínimo de ingresos que cubra sus costes fijos y la renta anual que necesita para su familia (Berbel, 1993-a).

4.3. Los modelos multicriterio y funciones de utilidad

La conexión entre la programación multiobjetivo y la función de utilidad es analizada por Romero (1993). Este investigador considera que cuando los pesos W introducidos en los diferentes modelos multicriterio representan las preferencias relativas que el centro decisor asocia a cada atributo, las funciones objetivo de los modelos multiobjetivo formulados, son susceptibles de interpretarse desde el punto de vista de la teoría de la utilidad.

$$\text{Max (o Min)} \sum_{i=1}^{n} w_i \frac{f_i(x)}{K_i}$$

$$s.a.$$

$$X \in F$$

Así en las funciones objetivo de los modelos subyace una función de utilidad lineal y separable entre los atributos. Por tanto, dada la equivalencia entre dichas estructuras y un modelo tanto de programación por metas ponderadas como de programación objetivo para la métrica p=1, parece deducirse que en ciertos modelos, subyace necesariamente una función de utilidad lineal y separable entre los atributos.

Sin embargo, Romero (1993) comenta que este enunciado no es necesariamente cierto. Sí la función de utilidad es lineal y separable en los atributos, su óptimo coincide con el dado por el modelo de metas

ponderadas (fijando los niveles de aspiración en sus ideales) o entonces, por un modelo de programación compromiso para la métrica p = 1.

Pero el enunciado opuesto no es cierto. En efecto, la solución óptima de estos modelos es compatible no sólo con una función de utilidad lineal y separable, sino con un conjunto de funciones de utilidad mucho más amplio. Así, la existencia de una función de utilidad lineal es una condición no necesaria pero suficiente, para asegurar la aplicabilidad de un modelo de programación por metas o compromiso para la métrica p = 1.

4.4. Aplicación de los Modelos de Decisión Multiobjetivo a la Actividad Agrícola

En esta sección se pretende enseñar algunos trabajos elaborados en la actividad agrícola, que recurrirán a los modelos de análisis multiobjetivo, y que pasaremos a agrúparlos dependiendo de si utilizan la programación multiobjetivo, la programación por metas, y modelos que introduzcan el riesgo como objetivo entre otros.

4.4.1. La Toma de Decisión en Modelos de Programación Multiobjetivo.

Amador et al. (1987) intentan encontrar un compromiso entre el rendimiento, el nivel de empleo y la estacionalidad de la mano de obra en Andalucía y para tal, utilizan la programación multiobjetivo (método NISE para generar el conjunto eficiente) y la programación compromiso para obtener la mejor solución.

Noéme (1989) aplica el análisis multiobjetivo a la economía portuguesa, utilizando el método de las restricciones para generar las soluciones eficientes, y la elección de la solución compromiso es hecha por los centros de decisión política. Los objetivos considerados en su modelo son el incremento del valor añadido bruto y del empleo, y la disminución del déficit de la balanza comercial.

Berbel et al. (1991) aplican las técnicas de decisión multicriterio al planeamiento agrario en invernadero. Utilizan dos objetivos, la maximización

del margen bruto y la minimización de las metas de marketing. Estas metas fueron ponderadas dependiendo del “perfomance” de marketing. Se ha utilizado el programa Hiperlindo y el método NISE para generar el conjunto eficiente, para elegir la solución ideal y se ha optado por utilizar los métodos interactivos (STEM) para elegir los puntos “corner”.

El consenso entre objetivos económicos, sociales y ecológicos o ambientales es analizado por Romero (1992). Este autor, aplica el análisis multicriterio a explotaciones piscícolas y analiza la relación de los datos biológicos relativos a especies piscícolas, con los factores económicos y ecológicos de las explotaciones. En esta investigación, se presentan tres etapas interrelacionadas: biológica, económica y multicriterio. Se concluyó que en el área piscícola los tipos de análisis multicriterio con mayor aplicabilidad son la programación por metas, la teoría de la utilidad con múltiples atributos y la programación multiobjetivo.

La programación objetivo fue utilizada por Barros (1992) en su aplicación a explotaciones ganaderas medias típicas de las Azores. Este modelo incluye tres objetivos: el rendimiento agrícola, la disminución de los costes de trabajo y la disminución de la estacionalidad del empleo. Considera actividades relacionadas con la alimentación animal (pastos y piensos) y con el número de animales. En las restricciones, incluye el área, mano de obra, dieta alimenticia, estacionalidad y factores referentes a la actividad lechera. Utiliza el método NISE para obtener el conjunto de soluciones eficientes y el método de solución compromiso para aproximar las soluciones eficientes a la más próxima de las aspiraciones del decisor.

El modelo tiene como ventaja la resolución del conflicto entre el rendimiento, el ocio y la disminución de la estacionalidad del empleo. Más tarde Berbel y Barros (1993) ajustan el modelo anterior, y utilizando los mismos métodos, NISE y solución compromiso, utilizan la misma estructura de modelo, pero refieren el elevado peso de las raciones de la dieta alimenticia.

El análisis del impacto económico-ambiental en los agricultores, de la ventaja del uso de la tecnología del riego, fertilización y calidad de aguas de retorno, o sea, la determinación de las externalidades negativas, fue investigada por Fernandez-Santos et al. (1992). La metodología utilizada en este trabajo, consiste en utilizar por un lado, un modelo de simulación que permitía obtener datos para la producción y perdidas de nitrógeno en función de las condiciones edafoclimaticas y técnicas del cultivo, y por otro lado, el uso de programación multiobjetivo, especialmente el método NISE, para optimizar el uso de recursos dentro de la explotación y analizar el conflicto existente entre objetivos económicos y ambientales.

El modelo de Fernandez-Santos et al. (1992), incluye cuatro objetivos (la maximización del margen bruto y las minimizaciones de las cantidad de abono nitrogenado, de abono nitrogenado lixiviado, y de la cantidad de agua lixiviada), esto es, un objetivo económico y tres ambientales. Las muchas restricciones, se refieren al área, sucesión de cultivo, y necesidad y disponibilidad de agua.

Berbel (1992) utiliza la programación matemática multicriterio para la planificación del uso del territorio de zonas agroforestales. Considera como objetivos, la maximización del valor añadido y del número de visitantes, y la minimización de la erosión. Utiliza el programa Hiperlindo, y aplica la técnica de NISE para generar el conjunto eficiente. Para alcanzar la solución más próxima de la ideal utiliza el método STEM, por considerar que en esta el centro decisor tiene una visión más clara de lo que está ocurriendo en el proceso de decisión.

Con el objetivo de encontrar un equilibrio entre el menor coste de una ración con el equilibrio dietético de la misma, Lara (1993) utilizó un modelo multiobjetivo. En los modelos elaborados, se consideró con profundidad los nutrientes a tener en cuenta en una dieta alimenticia equilibrada para vacas de leche.

Para determinar la externalidad óptima o búsqueda de equilibrio entre objetivos económicos y ambientales en la gestión de un recurso natural, Romero (1994) aplica la programación multiobjetivo, con la variante compromiso para obtener la solución deseada.

Poeta (1994) aplica la metodología multicriterio, sobre todo el método NISE y la programación compromiso, a tres tipos de explotaciones representativas de Trás-Os-Montes. Para testar la adherencia del modelo ha utilizado la programación por metas, considerando como metas los valores medios de cada actividad.

Como objetivos, Poeta (1994) considera la maximización del valor aumentado bruto y la minimización de los costes variables y la racionalización del trabajo, de tracción animal y el rendimiento de la familia-explotación agraria, y como restricciones la estacionalidad de la mano de obra, tracción animal, uso de tierra, abono, dieta alimenticia y factores alimentarios de los animales. Como actividades considera cultivos anuales y plurianuales, ganadería (de carne y de leche), alquiler de tracción animal, transferencia y consumo de alimentos, y compra de abonos. En el análisis no incluye ni el riesgo, ni factores ambientales.

La inclusión de objetivos económicos (maximizar el valor actual líquido de las capturas) y ambientales o ecológicos (incremento de la población ciervo), fue objeto de estudio de Zamora y Berbel (1995), que en una primera fase utilizan la programación objetivo y en una segunda fase utilizan la programación por metas y la gestión cinegética. Este modelo aborda la modelización de sistemas de gestión de fauna cinegética en condiciones mediterráneas. El modelo considera los dos objetivos económicos y ambientales ya referidos y también un conjunto de restricciones relativas al hábitat de la especie y a las relaciones de la dinámica de poblaciones, es decir, integran restricciones biológicas y económicas. Estos autores concluyen que los modelos de gestión se pueden mejorar con el uso de técnicas multicriterio.

López et al. (1997), tratan de mostrar a partir de la modelización lineal de una explotación hortícola genérica de una hectárea, la posibilidad de reducir apreciablemente la estacionalidad del empleo, de la mano de obra en el invernadero hortícola, discutiendo el coste de oportunidad de dicha reducción en términos de perdida del beneficio (objetivo económico) así como la pérdida del nivel global del empleo en el invernadero (objetivo social). Se consideran dos objetivos, la maximización del margen bruto y la estacionalidad de la mano de obra.

Raju y Kumar (1999) desarrollan un modelo de decisión multicriterio, para un plano de regadío en India, donde incluyen tres objetivos: el beneficio neto, la producción agrícola y el empleo, para elegir el mejor plano compromiso para el regadío. La metodología seguida por estos autores introduce nuevos conceptos, especificamente:1) el análisis cluster para reducir el conjunto de alternativas posibles (o soluciones eficientes); 2) análisis de correlación entre la información (rango) y 3) un experto en regadío con capacidad de decidir en el proceso de toma de decisión.

Las etapas del estudio de Raju y Kumar (1999) fueron:1) utilizar el método de las restricciones, metodología multicriterio, para obtener el conjunto de las soluciones eficientes o no dominadas; 2) la reducción de las soluciones eficientes en un subconjunto, recurriendo al análisis cluster y 3) la utilización de los métodos de análisis de decisión multicriterio PROMETHEE-2 y consecuente desarrollo EXPROM-2, para elegir la mejor solución compromiso para el plano de regadío. Para determinar la asociación entre estos dos métodos utilizan el coeficiente de correlación de Spearman y demuestran que hay una asociación casi perfecta entre los dos métodos. También concluyen que este coeficiente era una buena medida aplicada a este caso.

El análisis cluster, técnica de agregación de Ward, ha sido utilizado por Raju y Kumar (1999) para definir seis grupos de soluciones no dominadas. Es decir, estos autores han conjugado la metodología multicriterio de decisión multicriterio con el análisis cluster, el cual sirve para reducir el conjunto de

soluciones no dominadas. Para conocer mejor el error asociado al grupo se basan en la media del grupo y utilizan la estadística F, para observar que el error del valor al cuadrado disminuye con el incremento del número de clusters. Estos autores concluyen que el análisis cluster, se presenta como una herramienta muy interesante para disminuir el conjunto eficiente (resultado de la aplicación del análisis multicriterio). Una de las ventajas que Raju y Kumar (1999) presentan con relación a los otros métodos es la rapidez de obtención de resultados.

Herrero et al. (1999) determinan los efectos e implicaciones de diferentes escenarios de políticas bioeconómicas en las explotaciones de producción de leche en Costa Rica. Así demuestran cómo los modelos de decisión multicriterio se utilizan en el modelo global de toma de decisión. Como objetivo del análisis multicriterio pretenden elegir la mejor combinación de recursos que permitan producir leche en explotaciones de Costa Rica, con un área de pasto fijo, introduciendo la cota lechera, padrones de producción de los animales y del pasto. Los objetivos considerados son: la maximización del margen bruto, la maximización del valor del capital, la minimización de los costes variables y la minimización del uso de nitrógeno.

La simulación de la toma de decisión elaborada por Herrero et al. (1999) se basa en los siguientes escenarios:1) escenario del productor - toma de decisión a precios corrientes; 2) escenario de la industria – incremento o eliminación de la cota; 3) escenario del mercado - incremento del 20% del precio del pienso; 4) escenario de la política – decrecimiento del precio de la leche por la liberalización del mercado mundial.

4.4.2. La toma de Decisión en Modelos de Programación por Metas

El análisis multicriterio, sobre todo los métodos de metas ponderadas y lexicográficas, es utilizado por Zekri y Romero (1991). Estos autores, recurren a la programación matemática para verificar el conflicto entre objetivos económicos, agrícolas y ambientales (salinización de las aguas). Este trabajo evalúa el efecto que tiene la introducción de sistemas de riego

más eficientes con respecto a los actuales en el proceso de salinización del agua del río Arba. El modelo considera cinco sistemas de riego, quince cultivos y dos funciones objetivos, dependiendo de si fuese el método programación por metas ponderadas o lexicográficas.

El modelo de Zekri y Romero (1991) incluyó cuatro objetivos, la maximización del valor actual neto y del empleo, y la minimización de la estacionalidad y del consumo de agua de riego. El modelo considera, un gran número de restricciones, relativas al área, mercado y mano de obra. Los modelos se utilizan para evaluar los efectos de una política de subvenciones y créditos blandos en la mejora del regadío y sobre el nivel de salinización del río. Como resultado se obtuvo que la subvención estimula sistemas de riego más eficientes para el consumo de agua y para la rentabilidad de las explotaciones, pero se incrementa el consumo energético por los sistemas de riego.

Albert y Muñoz (1993) refieren los trabajos de Lee y Franz (1979) en que estos presentan un modelo simple de programación de metas, en que hay conflicto entre los objetivos de minimizar los costes de transporte, mantener un nivel máximo de contaminación ambiental y favorecer la localización en determinada zona, o delimitar los costes fijos.

Las metodologías multicriterio, programación por metas ponderadas, programación multiobjetivo (simplex multiobjetivo-MLP) y la programación compromiso son presentadas por Piech y Rehman (1993) como instrumentos útiles para el planeamiento agrícola. Se han considerado cinco objetivos: maximización del margen bruto, utilización del trabajo permanente, y del excedente comercializable, y la minimización del trabajo temporal y de los costes totales variables. Este trabajo permite comparar las metodologías y evaluar que las metodologías multiobjetivo son más realistas que la programación lineal tradicional.

La programación por metas es utilizada por Niño de Zepeda et al. (1994), para conocer el conflicto entre objetivos económicos y ecológicos. Para esto,

construyen dos indicadores ecológicos, específicamente la pérdida del suelo por erosión hídrica y la introducción de materia orgánica del suelo. El objetivo del modelo, es elaborar un indicador cuantitativo que permita evaluar los diferentes sistemas productivos en términos de criterios de sustentabilidad ecológica, recurriendo a la programación por metas.

El modelo utilizado por Zepeda et al. (1994), consta de tres problemas fundamentales: la optimización del margen bruto y la minimización de los desviaciones entre los valores deseables y alcanzables, y el intercambio o "trade-off", entre los objetivos económicos y ecológicos. Así, hay dos objetivos, maximización del logro y la minimización del impacto ambiental adverso. Las metas consideradas son referentes a la pérdida del suelo por erosión hídrica, y la introducción de materia orgánica. Las restricciones son del sistema (ganadería, mano de obra y capital) y ambientales (erosión y degradación biológica).

4.4.3. La Toma de Decisión en Modelos de Programación que incluyen el Riesgo

El uso de programación multiobjetivo como apoyo al desarrollo agroganadero de Chile fue elaborado por Ramírez et al. (1992). Estos investigadores utilizan modelos alternativos, en los que incluyen alteraciones agronómicas, de crédito, de sistema de producción y un modelo global, que incluye los cambios. En su modelo, Ramírez et al. (1992) consideran tres objetivos: la maximización del margen bruto y las minimizaciones del riesgo y de la mano de obra, y un conjunto de restricciones relativas a la ocupación y sucesión de cultivos, capital, riesgo económico y mano de obra. La resolución del modelo se hace por el simplex multicriterio.

La combinación de la programación en un contexto de riesgo y la programación con restricciones probabilísticas fue elaborada por Millán (1992). Este investigador, para el planeamiento de las actividades agrícolas, en función de la disponibilidad de agua, utiliza la programación multiobjetivo, para verificar el conflicto entre rendimiento y riesgo, utilizando el método

media-DAP (desviación absoluta parcial) recurriendo a la programación con restricciones probabilísticas, para viabilizar los requisitos de las probabilidades. Para ello, incluye dos objetivos: la maximización del rendimiento y la minimización del DAP y un conjunto de restricciones técnicas, agronómicas y probabilísticas.

Berbel (1993) utiliza técnicas multicriterio para introducir el riesgo, medido por la desviación parcial absoluta (DAP), en conflicto con los beneficios esperados. Así, compara esta técnica con la programación de juegos, y concluye que los resultados presentados son casi similares.

El análisis del daño económico que resulta de altos niveles de salinidad en las tierras regadas de Bárdenas (Zaragoza-España) fue elaborado por Zekri y Albisu (1993). Estos autores introducen el riesgo y utilizan la metodología multicriterio, sobre todo la técnica interactiva de programación multiobjetivo, STEM. Este método determina la situación presente y simula situaciones futuras de los niveles de salinidad, estima los costes y beneficios de la "reclamación" del suelo y la viabilidad económica de la "reclamación" de la tierra. Como objetivos, estos investigadores consideran, la maximización del margen bruto y del empleo del trabajo, y la minimización de la estacionalidad de mano de obra y del riesgo. El riesgo es medido por el modelo de Berbel que estima la probabilidad de fallo.

Maino et al. (1993) desarrollan un modelo multiobjetivo para analizar las explotaciones ganaderas de pequeña dimensión, y evaluar a priori el impacto de acciones tecnológicas y rurales. Como objetivos consideran maximizar el margen bruto y el uso del trabajo familiar, y minimizar el riesgo económico, por el método propuesto por Hazell. Para estos investigadores la metodología utilizada es un instrumento adecuado al objetivo de trabajo.

Alaejos y Cañas (1993) aplican el modelo media-DAP a la selección de planes de cultivo eficientes en una zona de regadío de la provincia de Córdoba y concluyen que los resultados obtenidos por este modelo son comparables a los proporcionados por el modelo de Markowitz.

Hay necesidad de introducir el riesgo en la producción de cultivos, debido a la lluvia en Zambia, y para esto Maleka (1993), utiliza el modelo target-MOTAD, que resulta de la sustitución de unos cultivos que hacían por otros. Este trabajo presenta como objetivos, la definición de cultivos adecuados a la situación del Valley Gwembe, introduciendo el riesgo, indicar las implicaciones del modelo target-MOTAD en la seguridad alimentaria, y verificar las razones de aversión al riesgo en esta zona.

La minimización del conflicto entre objetivos públicos (decisores políticos) y privados (agricultores) es el objetivo de un estudio elaborado por Millán y Avilés (1995). Como metodología utiliza la programación compromiso e incluyen el riesgo (método probabilístico). En su modelo, estos investigadores consideran tres objetivos, la maximización del margen bruto y las minimizaciones de las subvenciones a atribuir, y de la desviación absoluta parcial. Este modelo incluye restricciones relativas al cultivo, a las ayudas al productor y las demás relacionadas con la introducción del riesgo. El método utilizado para determinar el riesgo es el media- DAP, que es un método bicriterio (rendimiento-riesgo).

Los resultados obtenidos, por Avilés (1995), muestran un comportamiento casi eficiente de los agricultores, pero una ineficiencia en las ayudas dadas a los agricultores, esto es, las ayudas dadas no son adecuadas a las necesidades de los agricultores de Córdoba.

Para determinar el peso de los varios objetivos de los agricultores de Córdoba, Gómez-Limón y Berbel (1995) utilizan una metodología de programación multiobjetivo, que consiste en la jerarquización de los objetivos por orden de importancia y en el cálculo de la matriz de pagos, para cuantificar el nivel de conflicto entre los objetivos considerados. A continuación utilizan un modelo de decisión multicriterio para obtener una primera aproximación a las ponderaciones de los distintos objetivos, y si las ponderaciones encontradas no se ajustan a la realidad recurren al método interactivo de corrección de errores.

El modelo de Gómez-Limón y Berbel (1995) integra cinco objetivos, la maximización del margen bruto, y las minimizaciones de la mano de obra, del capital circulante y del riesgo. El riesgo se calcula con base en el MOTAD (desviación entre los márgenes brutos, a lo largo de los años considerados, en que se incluyen las desviaciones positivas y negativas). Las restricciones se refieren al área, el riego, sucesiones de cultivo y mercado.

Romero (1995) aplica la programación compromiso al campo forestal, mostrando que las programaciones por metas y compromiso se adecuan a la actividad forestal, mientras la programación por metas se ajusta más que el compromiso cuando se superan los dos objetivos. Este investigador presenta un ejemplo con dos objetivos, de naturaleza económica (producción de madera) y ambiental (espacio y ocio) en que construye una curva de transformación y utiliza los conceptos subyacentes a las tasas marginales de sustitución.

Sumpsi et al. (1996) utilizan la metodología multicriterio para estimar las preferencias reales de siete productores Andaluces y las comparan con un estudio previo de tipos de explotaciones agrarias en Andalucía (misma zona). Para esto consideran seis objetivos: la maximización del margen bruto, las minimizaciones del capital circulante, la dificultad de gestión, el riesgo (MOTAD), y la relación del margen bruto por capital circulante. Las restricciones se refieren a reglas agronómicas, límites de flujos de caja, necesidades de trabajo por período.

Los resultados obtenidos por Sumpsi et al. (1996), reflejan que no hay un único objetivo que explique el comportamiento de los productores Andaluces. En todos los casos hay por lo menos tres objetivos con pesos significativos. El riesgo no se presenta como objetivo significativo, porque los productores pueden no sentir el riesgo como la medida de la variabilidad del margen bruto. El margen bruto en casi todos los casos analizados (excepción para los casos 3 y 5) no se presenta con la importancia que se le

atribuye en el paradigma tradicional, pero sí tiene importancia cuando se relaciona con el capital circulante.

Barbier (1998) utiliza la combinación de un modelo de programación lineal dinámica con un modelo biofísico de las condiciones del suelo y de crecimiento de plantas. El modelo maximiza una función de utilidad sujeta a aspirar un nivel satisfactorio con un ingreso “target”. Utiliza el modelo target MOTAD para simular la aversión al riesgo, y esto condicionado a la solución óptima de la combinación de actividades.

Para evaluar el impacto ocasionado por una hipotética política de precios sobre el agua de riego Berbel et al. (1999) han estudiado seis comunidades de regantes representativas a lo largo del río, en Alto, Medio y Bajo Guadalquivir de las provincias de Córdoba y Sevilla. Como condicionantes del comportamiento del agricultor han considerado dos objetivos, maximizar el margen bruto y minimizar el riesgo, sujetos a restricciones de ámbito, técnico, político y de mercado. Se han obtenido seis funciones de utilidad, una para cada una de las comunidades analizadas, y se simuló el comportamiento del agricultor debido al incremento de precio del agua y su efecto en el consumo de agua. También se estimaron los impactos en la renta de los agricultores, en el empleo y en el uso de fertilizantes.

Para evaluar el efecto de la variabilidad de la producción de pastos y forrajes en la renta de los agricultores y en la capacidad de producción ganadera del Alentejo (Portugal) y ajustar la alimentación animal, Carvalho (1999) ha utilizado un modelo de programación lineal en que se utiliza el método MOTAD, para estimar la aversión al riesgo por los agricultores del Alentejo. Los modelos desarrollados que incorporan una estructura MOTAD, permitirán para cada una de las explotaciones, definir planos óptimos para diferentes niveles de aversión al riesgo, y definir, por estado de naturaleza, el ajustamiento en la alimentación animal y en las épocas de venta de producto/animal carne. Como resultado general, se observó que se incrementa la aversión al riesgo, disminuyendo la renta esperada de la explotación.

El objetivo del trabajo de Torrico (1999) en una primera aproximación es modelizar los efectos de la tarificación del agua de riego teniendo como único objetivo la maximización del margen bruto por parte del agricultor. En una segunda fase, se recurre a la metodología multicriterio (programación por metas, para estimar una función de utilidad, para dos zonas de Andalucía. Los objetivos considerados fueron la maximización del margen bruto y la minimización del riesgo (MOTAD). A partir de la estimación de la utilidad, se ha simulado el comportamiento del empresario agrícola ante el incremento del precio del agua. Los resultados comparan los paradigmas tradicional (maximizar el margen bruto) y el enfoque multicriterio (maximizar el margen bruto y minimizar el riesgo) en relación a la demanda de agua, margen bruto, ingresos totales, recaudación estatal, mano de obra y coste energético.

Gómez-Limón y Berbel (2000) simulan una política de precio en la producción agrícola, analizando los impactos económicos, sociales y ambientales en España. Estos investigadores determinan una función de utilidad subrogada, y para esto, utilizan la programación por metas y ponderaciones para cada objetivo. Consideran tres objetivos, maximización del beneficio, minimización del riesgo y minimización del trabajo. Como resultados, se obtiene que la política de precio (incremento) no es un instrumento satisfactorio para disminuir el uso de agua en la agricultura. O sea, el consumo de agua solo disminuye a un nivel que el rendimiento y el empleo son afectados negativamente.

Berbel y Gómez-Limón (2000) pretenden conocer el impacto del incremento del precio del agua en su consumo y en el rendimiento en tres zonas distintas de regadío en España. Para tal elaboran un modelo de programación lineal, cuyo objetivo es maximizar el margen bruto y las restricciones se refieren a la superficie de los cultivos, a la Política Agrícola Común, restricciones de mercado y agronómicas. Como atributos (parámetros) consideran el consumo de agua el (impacto ambiental) y

demanda de fertilizante, el impacto económico (medido por el rendimiento y por los ingresos públicos originados por el precio del agua).

A partir de estos atributos Berbel y Gómez-Limón (2000), simulan resultados para precios del agua (pesetas/metros cúbicos). Los resultados más importantes son: en el ámbito económico, el rendimiento agrícola que disminuye entre 25 a 40% antes que la demanda de agua disminuya significativamente; en el ámbito social, la sustitución de cultivos de regadío por los de secano (menos exigentes en mano de obra), disminuye el empleo en la explotación agraria y en procesos subsecuentes no agrarios.

A lo largo de los trabajos revisados se presenta como factor a destacar, el hecho de que los objetivos incluidos en los modelos elaborados sean el beneficio del productor, el trabajo en la explotación agraria y el riesgo asociado a la actividad agrícola, el mismo ha observado Hayashi (2000).

A partir de la bibliografía revisada, nos situamos en el enfoque multicriterio de concepción (problema continuo), esto es, en el análisis de decisión multiobjetivo. En esta se ha elegido la programación por metas para estimar la función de utilidad subrogada. Para estimar el riesgo se ha utilizado el método MOTAD.

CAPITULO V- ELABORACIÓN Y RESULTADOS DEL MODELO

CAPITULO V- ELABORACIÓN Y RESULTADOS DEL MODELO

En este capítulo se describirá la elaboración del modelo: actividades, objetivos y restricciones de la base de datos considerada para la elaboración del mismo; el método multicriterio y paquete informático utilizados. A continuación se presentarán los resultados obtenidos para cada uno de los modelos y para cada grupo de explotaciones.

En la elaboración de este capítulo, la metodología desarrollada se basa en los trabajos previos de Gómez-Limón y Berbel (1995), Sumpsi et al. (1996), Rodríguez Ocaña (1996) y Berbel et al. (1999), que se resumen en seis etapas.

En la primera etapa, se establecen las funciones objetivo y restricciones que los agricultores pueden tener en cuenta a la hora de adoptar una decisión de siembra.

En la segunda etapa, se determina la matriz de pagos para los objetivos desarrollados y de los valores normalizados de las funciones objetivos.

En la tercera etapa, se obtienen los valores reales de las funciones objetivos al tomar las variables de decisión, los valores reales.

En la cuarta etapa, a partir de la matriz de pagos, se formula y resuelve un modelo de programación por metas con pesos, con el cual se debe obtener una primera solución sobre dichos pesos que explique las preferencias reales de los agricultores.

En la quinta etapa, si el conjunto de pesos es bastante bueno, o si solo hay una solución, el proceso se termina. En caso contrario, se debe proceder interactivamente hasta ir aproximándose a la solución definitiva. Como resultado se obtiene un modelo que permite estimar una función de utilidad que es la que mejor explica las decisiones de los agricultores.

En la sexta etapa, se centran los pesos de las funciones objetivo respecto a los rangos de pesos que proporcionan los mismos valores de las funciones objetivo que la encontrada en la etapa anterior.

5.1. Descripción de Modelo - 1ª etapa

En esta sección se formula un modelo de decisión multiobjetivo para las explotaciones agroganaderas de las Azores. Los modelos de decisión multicriterio establecen matemáticamente los valores de las variables de decisión eficientes en función de los objetivos, simulando el proceso mental del agricultor y la optimización de los objetivos estará condicionada por una serie de restricciones. A continuación se describirán los componentes del modelo, es decir, las variables de decisión, los objetivos y las restricciones.

Las fuentes de información de la que se extrajeron los datos para el modelo multicriterio fueron la RICA(A)-1996, datos publicados por Avillez (1991), Barros (1992), Berbel y Barros (1993), INRA(1988), entrevistas a expertos de la Universidad de Azores (Profesores José Matos, Alfredo Borba y Anabela Gomes) y entrevista a tres productores de leche de las Azores.

5.1.1. Las variables de decisión del modelo

Las variables de decisión del modelo se refieren a las actividades animales y vegetales que están conectadas con la actividad agroganadera de las Azores. La elección de estas se hizo en base al trabajo de Avillez (1991), Berbel y Barros (1993) y se ha actualizado con la opinión de dos especialistas, en el área de producción de leche y de pastos. Como consecuencia de esto, algunas actividades consideradas en el modelo de Barros (1992) se han cambiado y han sido sustituidas por otras.

Los tipos y los niveles considerados se pueden ver en el siguiente esquema.

Esquema 5.1. Actividades, tipos y niveles utilizados en el modelo

ACTIVIDADES	TIPO	NIVELES
PASTO	ALTITUD TIPO DE APROVECHAMIENTO	ALTA, MEDIA, BAJA, DIRECTO, ENSILAJE, HENO
MAIZ ENSILADO	SEMILLA ALTITUD	HIBRIDA MEDIA, BAJA
OTOÑOS	SEMILLA ALTITUD	HIBRIDA, REGIONAL MEDIA, BAJA
LECHE	DIMENSIÓN DEL EFECTIVO PIENSO	GRANDE, MEDIO, PEQUEÑO

Fuente: Elaboración propia a partir de Avillez (1981).

Así se consideraran 15 actividades que son las siguientes:

X_1 – Superficie de pasto alto con pastoreo directo (ha)

X_2 – Superficie de pasto medio con pastoreo directo (ha)

X_3 – Superficie de pasto medio con pastoreo directo y ensilaje de hierba (ha)

X_4 – Superficie de pasto medio con pastoreo directo y henificación (ha)

X_5 – Superficie de pasto bajo con pastoreo directo (ha)

X_6 – Superficie de pasto bajo con pastoreo directo y ensilaje de hierba (ha)

X_7 – Superficie de pasto bajo con pastoreo directo y henificación (ha)

X_8 – Superficie de maíz ensilaje de media altitud (ha)

X_9 – Superficie de maíz ensilaje de baja altitud (ha)

X_{10} – Superficie de otoño regional de media altitud (ha)

X_{11} – Superficie de otoño regional de baja altitud (ha)

X_{12} – Superficie de otoño mejorado de media altitud (ha)

X_{13} – Superficie de otoño mejorado de baja altitud (ha)

X_{14} – Cantidad en kilos de pienso, en que una unidad equivale a 1.000kg de alimento (Kg)

X_{15} – Número de animales (productoras de leche) (nº).

X_{16} – Número de horas a contratar (horas). Variable adicional del modelo alternativo.

Se ha elegido el número de vacas, porque este era casi igual al número de animales de la explotación ganadera. Esto está descrito, en el capítulo que define la tipología de explotaciones ganaderas de las Azores, en que las variables número de vacas y número total de animales en la explotación era casi coincidente.

La información necesaria para el modelo se basa en datos de la RICA(A) de 1996, y de trabajos elaborados a priori por Avillez (1991), Berbel y Barros (1993) y Barros (1992). Fueron entrevistados expertos en el área de la producción láctea (José Matos), de alimentación animal (Alfredo Borba) y en el área de pastos (Anabela Gomes y Anabela Borba). Además de a los expertos, también se ha entrevistado a tres agricultores (Aurelio Azevedo, Francisco Rodrigues y Nélia Romeiro) de la isla Terceira, para contrastar los datos de los especialistas. El guión de la entrevista se ha basado en la encuesta de Avillez (1991).

5.1.2. Objetivos

Los agricultores a la hora de establecer sus decisiones de siembra, se confrontan con una serie de objetivos muchas veces conflictivos, y son estos objetivos los que pueden explicar los distintos comportamientos de los agricultores.

Los objetivos que consideramos más importantes para el ganadero productor de leche de las Azores son: maximizar el margen bruto, maximizar el ocio (minimizar la necesidad de mano de obra) y minimizar el riesgo económico asociado a los ingresos esperados. Los primeros resultados del modelo demostraban que la mano de obra era muy limitante, por lo cual se ha decidido que deberíamos analizar la mano de obra con más profundidad. Como consecuencia de estos resultados, se han considerado adicionalmente los siguientes objetivos: minimización de la estacionalidad de la mano de obra (con y sin ponderación) y por último, minimizar las desviaciones a una meta de mano de obra.

Maximizar los márgenes brutos

El margen bruto permite estimar el beneficio y la renta obtenida por el productor de leche de las Azores. El cálculo del margen bruto se hace por la diferencia entre los ingresos y costes variables. La razón para no optimizarse el beneficio, es sobretodo porque este estudio pretende la toma de decisiones a corto plazo, y suponemos que los costes fijos no pueden variar (Berbel et al., 1999). Así, se simplifica al limitarnos a los costes variables, evitando el cálculo de los costes fijos de más difícil estimación exacta.

Para cada actividad agroganadera (vacas de leche) y de alimentación de las vacas, se han calculado los márgenes brutos con base en datos de la RICA(A). Se calcularon medias de márgenes brutos para los grupos de explotaciones que constituían los clusters I, II y III, definidos en la tipología del capítulo anterior.

Como el margen bruto de la red de RICA(A) está agregado tuvimos la necesidad de desagregarlos, en actividades animales y vegetales. Como no se considera las actividades vegetales según los criterios considerados (altitud y aprovechamiento, semilla, entre otros) se ha utilizado la proporción de márgenes brutos obtenidos por Berbel y Barros (1993) y Barros (1992). Por lo tanto, como no eran conocidos los márgenes brutos para cada cultivo, en 1996, se ha utilizado la proporción del margen bruto de cada cultivo en

relación al total del margen bruto de explotación obtenido por los investigadores referidos anteriormente.

Los coeficientes de la función objetivo son positivos en el caso de venderse la producción al exterior, y negativos en caso de ser destinados a la alimentación ganadera, recogiendo aquí el coste de cultivos. Esto implica que como no se puede evaluar los cultivos porque no se venden en el mercado, se estima su valor de mercado por los costes de producción de los cultivos (Tablas 1,2,3 (A,B), 4 (A,B) y 19– ANEXO II).

En las ganaderías de Azores, los alimentos producidos (pastos, ensilaje, heno) son autoutilizados en la explotación y no son vendidos en el mercado, en consecuencia todos los coeficientes del margen bruto de los cultivos vegetales tienen signos negativos.

Para estimar el margen bruto de las actividades, se ajustaron los datos de la RICA(A) 1996, por no tener toda la información necesaria.

Para calcular el margen bruto ganadero, se buscaron los gastos variables específicos de la actividad ganadera (piensos, forrajes comprados y otros gastos de ganadería) y los alimentos producidos en la explotación ganadera. Los ingresos considerados fueron los resultantes de la ganadería (venta de leche y carne) y las subvenciones conectadas a la actividad ganadera.

Para calcular los márgenes agrarios se buscaron las cifras referentes a los siguientes elementos: alquiler de equipos, conservación y reparación de equipos, carburantes y lubricantes, semillas compradas, fertilizantes, herbicidas, otros gastos específicos de los cultivos, electricidad y agua, conservación y reparación de estructura y otros gastos generales. Los valores calculados constituyen el margen bruto agrario.

Como la RICA(A) no divide las actividades agrarias consideradas en este trabajo, se consideró la proporción del margen bruto por actividad como margen bruto agrario total según lo descrito por Berbel y Barros (1993). Según esto, los valores a tomar en cuenta serían, 3% para el pasto alto,

8,5% para pasto medio con pastoreo directo, 11,4% para pasto medio con pastoreo directo, y ensilaje de hierba, 11% para pasto medio con pastoreo directo, y henificación, 9% para pasto bajo con pastoreo directo, 11,6% pasto bajo con pastoreo directo y ensilaje, 11,7% pasto bajo con pastoreo directo y henificación, 9,25% maíz ensilaje de media altitud, 9,25% maíz ensilaje de baja altitud, 1,8% de otoño regional de media altitud, 1,8% de otoño regional de baja altitud, 5,85% de otoño mejorado de media altitud, y 5,85% de otoño mejorado de baja altitud.

Con base en estos valores se ha construido el objetivo de maximización del margen bruto por la siguiente fórmula:

$$\text{Max} \quad MB = \sum_{i=1}^{n=15} MB_i X_i$$

Es decir, la maximización del margen bruto equivale a la suma del valor de cada una de las variables de decisión X_i, multiplicada por el margen bruto de cada actividad.

El margen bruto medio, cluster I, se traduce en la ecuación siguiente:

Max MB = $-2{,}046X_1 - 5{,}797X_2 - 7{,}77X_3 - 7{,}5X_4 - 6{,}138X_5 - 7{,}910X_6 - 7{,}979X_7 - 6{,}308X_8 - 6{,}308\ X_9 - 1{,}227X_{10} - 1{,}227X_{11} - 3{,}987X_{12} - 3{,}987X_{13} - 0{,}044X_{14} + 189{,}229\ X_{15}$ (1.000 de escudos)

<u>Minimizar la necesidad de trabajo (o maximizar el ocio)</u>

Algunas explotaciones agroganaderas de las Azores no racionalizan su mano de obra, ya que la mayoría es de tipo familiar. Así que partiendo de los trabajos previos de Avillez (1991), Berbel y Barros (1993) y de Barros (1992) que fueron comprobados con una entrevista a tres agricultores, se optó por considerar en los modelos, los resultados obtenidos por Avillez (1991), por seguir siendo actuales, también se optó por dividir el año en períodos

pequeños para dar una imagen más cercana de la realidad (Tabla 7 – ANEXO II).

$$\text{Min } MO = \sum_{i=1}^{n=15} \sum_{j=1}^{m=6} MO_{ij} X_i$$

Min $MO_{total1996}$ = $5{,}59X_1 + 8{,}9X_2 + 12{,}78X_3 + 19{,}6X_4 + 17{,}4X_5 + 19{,}2X_6 + 19{,}6X_7 + 30{,}56X_8 + 30{,}56X_9 + 7{,}91X_{10} + 7{,}91X_{11} + 8{,}48X_{12} + 8{,}48X_{13} + 84{,}8X_{15}$ (horas por año).

En la mano de obra, no se ha considerado el tiempo empleado por el trabajador en alimentar al ganado con pienso por hacerse durante el ordeño, y ser difícil de calcular. Por lo tanto, este tiempo se estima como un tiempo fijo por cabeza de ganado vacuno.

Minimizar el riesgo

La producción agrícola es una actividad que se caracteriza por la gran influencia del riesgo (mercado, financiero, técnico etc.), consecuentemente la decisión de los agricultores está condicionada al riesgo. El riesgo juega un destacado papel en la producción agrícola debido principalmente a las fluctuaciones de precios y rendimientos, lo que hace difícil predecir los ingresos a generar por un plan de cultivos. Dentro de este contexto, toda la decisión depende de la actitud del decisor frente al riesgo. Así, el productor optará por considerar el beneficio generado por su plan de cultivos y también por su grado de seguridad. Por consiguiente, minimizar este riesgo se presenta como un objetivo a considerar en un modelo del planeamiento aplicado al sector lechero de las Azores.

Para minimizar el riesgo se consideran los márgenes brutos de períodos anteriores a 1996, concretamente, de 1990 a 1996, es decir, un período de siete años. Estos datos se obtienen de la RICA(A). Como las explotaciones que constituyen la RICA(A) en 1996 pueden no coincidir con la muestra de años anteriores, se analizan solo las explotaciones agroganaderas cuya

OTE es 4, siendo este número el grado de especialización bovina, en la clasificación europea de la RICA.

El riesgo se introduce en este modelo como la posibilidad de obtener un margen bruto inferior a la media observada durante el período analizado.

El método utilizado para estimar el riesgo fue el parámetro MOTAD (Minimization of Total Asolute Desviation), definido por Hazell, y que corresponde a la suma de todas las desviaciones positivas y negativas respecto a la media. Para cada año las desviaciones del beneficio pueden expresarse de la siguiente forma (ver tabla 20 – ANEXO II):

$$MOTAD = \sum_{i=1}^{15} \sum_{i=1}^{7} MB_{ij} X_i - \overline{MBX} + Nj - Pj = 0$$

MBX, es el margen bruto medio del cultivo i, en el año j

MB_{ij}, es el margen bruto para las actividades i en cada uno de los años de 1990 a 1996.

N_j, desviación negativa por debajo de la media (del cultivo i para el año j)

P_j, desviación positiva por encima de la media (del cultivo i para el año j)

X_i, es la actividad (cultivo) i.

Berbel et al. (1999) utilizan una versión simplificada de este modelo, con base en la demostración de Hazell. Esto es, es suficiente con minimizar las desviaciones negativas, y el objetivo considerado es:

$$\text{Min } MOTAD = \sum_{j=1}^{n=7} N_j$$

Al analizarse los objetivos inicialmente propuestos: maximizar los ingresos de los productores de leche, minimizar las necesidades de mano de obra y

minimizar el riesgo asociado a la actividad agrícola; se ha observado que la maximización de los ingresos estaba condicionada por la mano de obra. Así se ha optado por analizar la mano de obra por su estacionalidad, ponderada y no ponderada.

Minimizar la mano de obra no ponderada

El objetivo es minimizar las desviaciones de la necesidad de mano de obra hasta al límite de mano de obra disponible para el período considerado (dos meses). A este período se ha incrementado un 10%, que corresponde a un mayor aprovechamiento (esfuerzo) de la mano de obra familiar, ya que este tipo predomina en las explotaciones consideradas.

Este objetivo se formula de la siguiente forma:

$$\begin{aligned}
&\text{Min } Est \\
&s.a. \\
&\sum_{i=1}^{n=6} n_i + p_i - Est = 0 \\
&\sum_{ji=1}^{15} \sum_{i=1}^{6} \left(C_{ij} - C_j\right) X_j + n_i - p_i = 0
\end{aligned}$$

en que,

n_i, desviación negativa (x_i –X<0) en relación a la media en el período i,

p_i, desviación positiva (x_i –X>0) en relación a la media en el período i,

Otro objetivo incluido en relación con la estacionalidad de la mano de obra fue minimizar la mano de obra ponderada. Para esto, se ha considerado que la existencia, en las Azores, de una política de renta mínima de las familias. Esto influye en la escasa disponibilidad de mano de obra lo que implica la limitación de recurrir a la mano de obra exterior a la explotación agrícola. En la presencia de este hecho, se optó por utilizar más mano de obra familiar en la explotación ganadera (por un mayor esfuerzo de esta o menor ocio).

Como consecuencia se ha ponderado la mano de obra en que se atribuyó un mayor peso a las desviaciones positivas (2p) que a las desviaciones negativas (n).

El problema se formula de la siguiente forma:

$$\begin{aligned}
&\text{Min } Est \\
&s.a. \\
&\sum_{i=1}^{n=6} n_i + 2p_i - Est = 0
\end{aligned}$$

Como este objetivo no ha resultado muy atractivo para analizar la realidad de las Azores, se ha optado por otro objetivo: minimizar las desviaciones a la meta de mano de obra recurriendo a una función de penalización.

<u>Minimización del empleo (la desviación a la meta de mano de obra)</u>

En este objetivo se considera la misma ponderación, es decir, n y 2p. Se penalizan las desviaciones positivas, que corresponden a la sobreexplotación de la mano de obra o mano de obra exterior a la explotación, en 0,15 unidades hombre trabajo (UHT), que corresponde a 360 horas. Esto es, para una meta de 1,65 UHT (1,5UHT, más el 10%), se presupone que no se puede incrementar la mano de obra por encima de 1,8 UHT. Las desviaciones negativas (el ocio) no son penalizadas. Las funciones de penalización han sido utilizadas por Romero y Rehman (1989).

Este objetivo se formula de la siguiente forma:

$$\begin{aligned}
&\text{Min } n_e + 2p_e \\
&s.a. \\
&\sum_{j=1}^{6} \sum_{i=1}^{15} \left(MO_{ji} X_i\right) + n_{ej} - p_{ej} = t_{j,} j = 1,..,6 \\
&p_e \leq 360 horas
\end{aligned}$$

Donde t_j, es la meta de mano de obra, las n_e y p_e son las desviaciones negativas y positivas, y p_e es la penalización de la mano de obra (0,15 UHT= 360 horas). La meta establecida para la mano de obra es la mano de obra disponible incrementada de un 10%, como había sido ya considerado, siendo la penalización ahora considerada elaborada a partir de la meta.

No se ha considerado como objetivo minimizar las necesidades del capital circulante, por que este no era considerado muy importante por los expertos y agricultores consultados.

5.1.3. Restricciones

Se considera un grupo de siete restricciones necesarias al alcance de los tres objetivos anteriores.

1) <u>Utilización de la superficie agraria</u>

En esta restricción se considera que la suma de todos los cultivos tiene que ser inferior al área total de la explotación agroganadera, o sea,

$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + 1/4\ (X_8 + X_9\ ) + 1/8(X_{10} + X_{11} + X_{12} + X_{13}) \leq$ ST (ha)

El área de pasto alto tiene que ser menor al de la altitud alta, o sea,

$$X_1 \leq S_A \text{ (ha)}$$

El área de pasto medio tiene de ser inferior al área de altitud media, o sea,

$$X_2 + X_3 + X_4 + 1/2X_8 + 1/4(X_{10} + X_{12}\ ) \leq S_M \text{ (ha)}$$

El área de pasto bajo, es inferior al área de altitud baja, o sea,

$$X_5 + X_6 + X_7 + 1/2X_9 + 1/4(X_{11} + X_{13}\ ) \leq S_B \text{ (ha)}$$

Se divide el área total de la explotación agroganadera en pasto bajo, medio y alto. Para determinar la superficie destinada a alta, media o baja altitud, se

han optado por los valores presentados por (http:/www.drepa.raa.pt). Esto es, 49,8% para pastos de baja altitud (inferior a 300 metros), 45% del área para pastos de media altitud (de 300 a 800 metros) y 5,2% para pastos de alta altitud (superior a 800 metros) (Tablas 5 y 18 – ANEXO II).

2) Restricciones de sucesiones de cultivos

Considera que el agricultor renueva el 20% del área media y baja de la explotación, esto es, renueva los pastos medios y bajos, cada 5 años, o sea,

$$X_8 + X_9 \leq 0{,}2\ (S_M + S_B)\ (ha)$$

La renovación del pasto se hace de maíz y sigue con otoño regional o mejorado. Esto es, el área de otoño tiene que ser siempre igual al de maíz, o sea, el área de maíz (medio/bajo) tiene que ser inferior al área de otoño regional o mejorado (medio/bajo). El maíz está en el suelo cerca de 5 a 6 meses y los otoños la restante parte del año.

$$X_{10} + X_{12} \leq X_8\ (ha)$$

$$X_{11} + X_{13} \leq X_9\ (ha)$$

Esquema 5.2. Sucesión de cultivos en la altitud media y baja en la explotación.

Año I	Pasto	Pasto	Pasto	Pasto	Maíz, Otoño
Año II	Maíz, Otoño	Pasto	Pasto	Pasto	Pasto
Año III	Pasto	Maíz, Otoño	Pasto	Pasto	Pasto
Año IV	Pasto	Pasto	Maíz, Otoño	Pasto	Pasto
Año V	Pasto	Pasto	Pasto	Maíz, Otoño	Pasto

Fuente: Elaboración propia.

3) Utilización de la mano de obra

Se consideran 6 períodos anuales, que corresponden a diferentes necesidades de mano de obra por actividades ganaderas y agrarias.

Los períodos son: I (enero y febrero), II (marzo y abril), III (mayo y junio), IV (julio y agosto), V (septiembre y octubre), VI (noviembre y diciembre).

Se han tomado como base los datos de Avillez (1991), Barros (1992) y Barros y Berbel (1993) y se ha concluido que estos sirven para el análisis en curso, por coincidir en parte con algunas informaciones obtenidas con especialistas en el área en cuestión, y con base en la entrevista a tres agricultores (Tabla 7 – ANEXO II).

Se considera que la necesidad de mano de obra utilizada en cada período por cada actividad tiene que ser inferior a una meta de mano de obra que corresponde a la disponibilidad total de mano de obra, incrementada en un 10%, y que se formula a continuación:

$$\sum_{i=1}^{n=14}\sum_{j=1}^{m=6} MO_{ij}X_i + n_{ej} - p_{ej} = T_j$$

Por ejemplo, tenemos para cada cluster un valor diferente de T_i (meta de mano de obra):

MOPI $\rightarrow$ $0{,}72X_2 + 0{,}63X_3 + X_4 + 0{,}72X_5 + 0{,}63X_6 + X_7 + 14{,}13X_{15} + n_{e1} - p_{e1} = T_1$ (horas/año)

MOPII $\rightarrow$ $4{,}09X_1 + 3{,}21X_2 + 3{,}14X_3 + 3{,}88X_4 + 2{,}21X_5 + 3{,}14X_6 + 3{,}88X_7 + 2{,}53X_{12} + 2{,}53X_{13} + 14{,}13X_{15} + n_{e2} - p_{e2} = T_2$ (horas/año)

MOPIII $\rightarrow$ $2{,}49X_2 + 6{,}5X_3 + 6{,}62X_4 + 2{,}49X_5 + 6{,}83X_6 + 6{,}62X_7 + 2{,}5X_8 + 2{,}5X_9 + 14{,}13X_{15} + n_{e3} - p_{e3} = T_3$ (horas/año)

MOPIV $\rightarrow$ $3{,}99\ X_3 + 2{,}74X_4 + 3{,}99X_6 + 2{,}74X_7 + 14{,}13X_{15} + n_{e4} - p_{e4} = T_4$ (horas/año)

MOPV $\rightarrow$ $1,5X_1 + 2,49X_2 + 2,51X_3 + 5,38X_4 + 2,49X_5 + 2,51X_6 + 5,38X_7 + 28,06X_8 + 28,06X_9 + 7,91X_{10} + 7,91X_{11} + 5,95X_{12} + 5,95X_{13} + 14,13X_{15} + n_{e5} - p_{e5} = T_5$ (horas/año)

MOPVI $\rightarrow$ $14,13X_{14} + n_{e6} - p_{e6} = T_6$ (horas/año)

La disponibilidad de mano de obra cambia a lo largo de los períodos considerados. Pero cuando se testó que la mano de obra era muy limitante para el beneficio de los agricultores y se consideró la posibilidad de incrementarse un poco (un 10%) debido a un mayor esfuerzo de la mano de obra familiar; entonces la desigualdad inicial pasa a igualdad y obtenemos una meta, y consecuentemente la posibilidad de sobrepasar o no alcanzar la meta (es decir, variables de desviación positivas y negativas). Por ejemplo, teníamos una disponibilidad por período de 600 horas, se incrementa en 60 horas y se obtiene un tiempo de 660 horas, que puede ser o no utilizado, dependiendo de que las desviaciones sean alcanzadas o no. Las 60 horas corresponden a un incremento del esfuerzo de mano de obra por día de cerca de 12 minutos.

4) <u>Alimentación animal</u>

En este conjunto de restricciones se van a considerar también los mismos seis períodos, ya referidos para el conjunto de restricciones referentes a la mano de obra.

En lo referente a alimentación animal se considera que una vaca de leche (con 650 Kg de peso vivo y que produce 25 litros de leche por día) está en producción 305 días, y los 60 días en que está “seca” corresponden al 8º y 9º mes de gestación. También se considera que a cada vaca esta asociado un 20% de animales para sustitución y 50% de terneras. Las vacas son inseminadas alrededor de los 12 meses, para parir con menos de dos años.

Con este conjunto de restricciones se pretende que las necesidades de las vacas de leche en PDI (proteína digestible en el intestino), UFL (unidad forrajera de leche), Ca (calcio) y P (fósforo) sea cubierta por los alimentos

que existan en la explotación (pasto, ensilaje, heno y pienso). Estos son los nutrientes considerados como más importantes en la alimentación de ganado vacuno de leche por el INRA (Tablas 8, 9 y 10 – ANEXO II).

También se han considerado, para efectos de necesidades y aportes, que el otoño regional sería constituido por *Avena sativa* y *Vicia faba,* y que el otoño mejorado sería constituido por *Lolium perene*. El pienso se elaboraría a partir de maíz y soja. Se calcularon valores medios para los componentes incluidos en los alimentos.

En el caso de las UFL (unidades forrajeras de leche) se considera que las disponibilidades por los alimentos producidos (pastos, maíz, otoño) y adquiridos en el exterior para la explotación agroganadera, (UFL/año/período), tienen que ser mayores que las necesidades de los animales por año (período). Como estos valores vienen dados por kilo de materia seca y la distribución de estos varia con los períodos considerados hay que multiplicarlos por la correspondiente producción estacional de materia seca (Tabla 11 y 13 - ANEXO II). Así, se consideran las siguientes restricciones:

$$\sum_{i=1}^{n=14}\sum_{j=1}^{m=6} UFL_{ij}MS_{ij}X_i \geq \sum_{i=15}^{n=15}\sum_{j=1}^{m=6} UFL_{ij}X_i$$

UFLPI $\rightarrow$ 372 X_2 +439 X_3 +366 X_4 + 855X_5 +951 X_6 + 790X_7 + 2.338 X_{10} + 2.338X_{11} + 3.465X_{12} + 3.465X_{13} + 187,5X_{14} $\geq$ 953X_{15}

UFLPII $\rightarrow$ 1.232 X_1 + 2.470 X_2 + 2.914 X_3 +2.434 X_4 + 3.059X_5 +3.407 X_6 + 2.827X_7 + 2.337 X_{10} + 2.337X_{11} + 3.465X_{12} + 3.465X_{13} + 187,5X_{14} $\geq$ 953X_{15}

UFLPIII $\rightarrow$ 1.232 X_1 + 5.785 X_2 + 6.823 X_3 + 5.701 X_4 + 4.527X_5 + 5.042X_6 + 4.183X_7 + 187,5X_{14} $\geq$ 953X_{15}

UFLPIV $\rightarrow$ 1.232 X_1 + 2.178 X_2 + 2.569 X_3 + 2.147 X_4 + 377X_5 + 5.042X_6 + 4.183X_7 + 187,5X_{14} $\geq$ 953X_{15}

UFLPV $\rightarrow$ 462 X_1 + 131 X_2 + 1.556X_3 + 1.302 X_4 + 2.345X_5 + 2.613X_6 + 2.167X_7 + 4.050 X_8 + 4.050X_9 + 187,5X_{14} $\geq$ 953X_{15}

UFLPVI $\rightarrow$ 462 X_1 + 357 X_2 +419 X_3 +350X_4 + 957X_5 + 1.067X_6 + 885X_7 + 4.050X_8 + 4.050X_9 + 187,5X_{14} $\geq$ 953X_{15}

Las necesidades de la proteína de los animales serán satisfechas simultáneamente por los PDIN y PDIE. En el caso de la proteína digestible cuando la energía es limitante se considera que el contenido de este nutriente, en conjunto con el PDIN tiene que satisfacer las necesidades de proteína digestible en el intestino en cada animal. Esto se representa por este conjunto de ecuaciones (g/año (período) (Tabla 14 – ANEXO II):

$$\sum_{i=1}^{n=14}\sum_{j=1}^{m=6} PDIE_{ij}MS_{ij}X_i \geq \sum_{i=15}^{n=15}\sum_{j=1}^{m=6} PDIE_{ij}X_i$$

PDIEPI $\rightarrow$ 37.948X_2 + 31.005X_3 + 39.783X_4 + 87.984X_5 + 66.591X_6 + 83.895X_7 + 223.750X_{10} + 223.750X_{11} + 353.500X_{12} + 353.500X_{13} + 15.450X_{14} $\geq$ 99.298,6X_{15} (g/año)

PDIEPII $\rightarrow$ 123.200X_1 + 251.750X_2 + 205.855X_3 + 264.241X_4 + 315.016X_5 + 238.518X_6 + 300.390X_7 + 223.750X_{10} + 223.750X_{11} + 353.500X_{12} + 353.500X_{13} + 15.450X_{14} $\geq$ 99.298,6X_{15} (g/año)

PDIEPIII $\rightarrow$ 123.200X_1 + 589.572X_2 + 482.040X_3 + 618.728X_4 + 466.128X_5 + 352.926X_6 + 444.465X_7 + 15.450X_{14} $\geq$ 99.298,6X_{15} (g/año)

PDIEPIV $\rightarrow$ 123.200X_1 + 221.964X_2 + 181.480X_3 + 233.002X_4 + 38.792X_5 + 29.421X_6 + 36.975X_7 + 15.450$X_{14}$$\geq$ 99.298,6X_{15} (g/año)

PDIEPV $\rightarrow$ $46.200X_1 + 134.408X_2 + 109.915X_3 + 141.421X_4 + 241.488X_5 + 182.889X_6 + 230.265X_7 + 288.000X_8 + 288.000X_9 + 15.450X_{14} \geq 99.298,6X_{15}$ (g/año)

PDIEPVI $\rightarrow$ $46.200X_1 + 36.358X_2 + 29.640X_3 + 38.092X_4 + 98.592X_5 + 74.655X_6 + 94.010X_7 + 288.000X_8 + 288.000X_9 + 15.450X_{14} \geq 99.298,6X_{15}$ (g/año)

En el caso de la proteína digestible cuando el nitrógeno (g/año o período) es limitante se considera la siguiente ecuación (Tabla 15 – ANEXO II):

$$\sum_{i=1}^{n=14}\sum_{j=1}^{m=6} PDIN_{ij} MS_{ij} X_i \geq \sum_{i=15}^{n=15}\sum_{j=1}^{m=6} PDIN_{ij} X_i$$

PDINPI $\rightarrow$ $47.256X_2 + 40.545X_3 + 39.336X_4 + 114.210X_5 + 82.446X_6 + 77.973X_7 + 230.000X_{10} + 230.000X_{11} + 353.500X_{12} + 353.500X_{13} + 24.450X_{14} \geq 99.298,6X_{15}$ (g/año)

PDINPII $\rightarrow$ $118.400X_1 + 313.896X_2 + 269.195X_3 + 261.272X_4 + 408.915X_5 + 295.308X_6 + 279.186X_7 + 230.000X_{10} + 230.000X_{11} + 416.500X_{12} + 416.500X_{13} + 24.450X_{14} \geq 99.298,6\ X_{15}$ (g/año)

PDINPIII $\rightarrow$ $118.400X_1 + 734.184X_2 + 630.360X_3 + 611.776X_4 + 605.070X_5 + 436.956X_6 + 413.091X_7 + 24.450X_{14} \geq 99.298,6X_{15}$ (g/año)

PDINPIV $\rightarrow$ $118.400X_1 + 276.408X_2 + 237.320X_3 + 230.384X_4 + 50.355X_5 + 36.426X_6 + 34.365X_7 + 24.450X_{14} \geq 99.298,6X_{15}$ (g/año)

PDINPV $\rightarrow$ $44.400X_1 + 167.376X_2 + 143.735X_3 + 139.832X_4 + 313.470X_5 + 226.434X_6 + 214.011X_7 + 238.500X_8 + 238.500X_9 + 24.450X_{14} \geq 99.298,6X_{15}$ (g/año)

PDINPVI $\rightarrow$ $44.400X_1 + 45.276X_2 + 38.760X_3 + 37.664X_4 + 127.980X_5 + 92.430X_6 + 87.374X_7 + 238.500X_8 + 238.500X_9 + 24.450X_{14} \geq 99.298{,}6X_{15}$ (g/año).

Para evitar que los animales solo puedan recurrir a una de las fuentes de proteína (PDIN o PDIE) se ha considerado y respetado la relación referida por INRA (1988). Es decir, (PDIN-PDIE)/UFL inferior a –22g/UFL en gestación y –17g/UFL lactación.

En el caso del calcio, se considera que las disponibilidades por los alimentos producidos (pastos, maíz, otoño) y adquiridos del exterior para la explotación agroganadera (piensos) por kilo de materia seca tienen que ser mayores que las necesidades de los animales por período. Así, se consideran las siguientes restricciones (Tabla 16 – ANEXO II):

$$\sum_{i=1,}^{n=14}\sum_{j=1}^{m=6} CA_{ij}MS_{ij}X_i \geq \sum_{i=15,}^{n=15}\sum_{j=1}^{m=6} CA_{ij}X_i$$

CAI $\rightarrow$ $2.900X_2 + 3.600X_3 + 3.400X_4 + 6.400X_5 + 6.900X_6 + 6.400X_7 + 22.500X_{10} + 22.500X_{11} + 22.800X_{12} + 22.800X_{13} + 500X_{14} \geq 7.547X_{15}$

CAII $\rightarrow$ $12.000X_1 + 19.000X_2 + 23.800X_3 + 22.300X_4 + 22.700X_5 + 24.600X_6 + 23.000X_7 + 22.500X_{10} + 22.500X_{11} + 22.700X_{12} + 22.700X_{13} + 500X_{14} \geq 7547X_{15}$

CAIII $\rightarrow$ $12.000X_1 + 44.500X_2 + 55.600X_3 + 52.100X_4 + 33.600X_5 + 36.400X_6 + 34.000X_7 + 500X_{14} \geq 7547X_{15}$

CAIV $\rightarrow$ $12.000X_1 + 16.800X_2 + 20.900X_3 + 19.600X_4 + 2.800X_5 + 3.000X_6 + 2.800X_7 + 500X_{14} \geq 7.547X_{15}$

CAV $\rightarrow$ $4.500X_1 + 10.100X_2 + 12.700X_3 + 11.900X_4 + 17.400X_5 + 18.900X_6 + 17.600X_7 + 13.500X_8 + 13.500X_9 + 500X_{14} \geq 7.547X_{15}$

CAVI $\rightarrow$ $4.500X_1 + 2.700X_2 + 3.400X_3 + 3.200X_4 + 7.100X_5 + 7.700X_6 + 7.200X_7 + 13.500X_8 + 13.500X_9 + 500X_{14} \geq 7.547X_{15}$

En el caso del fósforo, se considera que las disponibilidades por los alimentos producidos (pastos, maíz, otoño) y adquiridos en el exterior para la explotación agroganadera (piensos) por kilo de materia seca tienen que ser mayores que las necesidades de los animales por período. Así, se consideran las siguientes restricciones (Tabla 17 – ANEXO II):

$$\sum_{i=1}^{n=14}\sum_{j=1}^{m=6} P_{ij}MS_{ij}X_i \geq \sum_{i=15}^{n=15}\sum_{j=1}^{m=6} P_{ij}X_i$$

PI $\rightarrow$ $1.800X_2 + 1.900X_3 + 1.800X_4 + 3.800X_5 + 3.700X_6 + 6.400X_7 + 10.000X_{10} + 10.000X_{11} + 17.500X_{12} + 17.500X_{13} + 470X_{14} \geq 4.271,5X_{15}$

PII $\rightarrow$ $4.800X_1 + 11.900X_2 + 12.700X_3 + 11.800X_4 + 13.600X_5 + 13.300X_6 + 23.000X_7 + 10.000X_{10} + 10.000X_{11} + 17.500X_{12} + 17.500X_{13} + 470X_{14} \geq 4.271,5X_{15}$

PIII $\rightarrow$ $4.800X_1 + 27.800X_2 + 29.600X_3 + 27.800X_4 + 20.200X_5 + 19.600X_6 + 34.000X_7 + 470X_{14} \geq 4.271,5X_{15}$

PIV $\rightarrow$ $4.800X_1 + 10.500X_2 + 11.200X_3 + 10.500X_4 + 1.700X_5 + 1.600X_6 + 2.800X_7 + 470X_{14} \geq 4.271,5X_{15}$

PV $\rightarrow$ $1800X_1 + 6300X_2 + 6800X_3 + 6400X_4 + 10400X_5 + 10200X_6 + 17600X_7 + 9000X_8 + 9000X_9 + 470X_{14} \geq 4.271,5X_{15}$

PVI $\rightarrow$ $1800X_1 + 1700X_2 + 1800X_3 + 1700X_4 + 4300X_5 + 4100X_6 + 7200X_7 + 9000X_8 + 9000X_9 + 470X_{14} \geq 4.271,5X_{15}$

En este conjunto de restricciones se consideran también, la ingestión de materia seca por animal.

En el caso de la materia seca esto representa la capacidad de ingestión de los animales. Es decir, se considera que la cantidad de materia seca disponible en los alimentos debe ser inferior a la capacidad de ingestión de los animales (Tablas 11 y 12- ANEXO II).

$$\sum_{i=1}^{n=14} MS_i X_i \leq MS_{15} X_{15}$$

5) Intensificación

La intensificación nos indica el número de animales por unidad de superficie (hectárea). La intensificación fue una de las principales razones que nos ha posibilitado encontrar la tipología de las explotaciones ganaderas de las Azores, por eso se incluye esta restricción como diferenciadora de los grupos de ganaderos de Azores, por sus límites considerados. Véase el capítulo de la tipología de las explotaciones ganaderas de las Azores, es decir, cluster I de 1,4 a 2,4 CN/ha; Cluster II inferior a 1,4CN/ha y cluster III superior a 2,4 CN/ha.

$$X_{15} \leq 1{,}4 \sum_{i=1}^{n=13} X_i$$

Con esta restricción el modelo permite optimizar el número de vacas que puede tener en el área de la explotación ganadera. En el modelo se ha considerado un límite superior en el cluster III, esto es, se considera que el número de animales por hectárea debe ser inferior a 3,4. Con esto, intentamos que el sistema de producción sea semiintensivo, es decir la producción de la leche especialmente a partir de pasto, para que se mantenga la calidad de grasa de la leche (tenor butiroso), característica de la leche producida en las Azores.

En el caso del pienso se considera que los animales comen 1,5 Kg de pienso por día, y por animal, esto es:

$$X_{14} = 1{,}5 * 365 X_{15} (kg / año)$$

6) <u>No negatividad</u>

Con estas condicione los valores obtenidos para cada una de las actividades consideradas tiene que ser obligatoriamente mayor o igual a cero. La introducción de estas restricciones se debe a querer evitar que aparezcan errores en la ejecución del modelo, presentando valores negativos.

7) <u>Otras restricciones</u>

Al minimizar el riesgo se obtenía una solución trivial (cero), para los objetivos considerados. Para evitarlo tuvimos que considerar un margen bruto mínimo que correspondería al salario mínimo profesional, es decir, cerca de 3.107.000 escudos (1 EURO = 200,482 escudos = 166,386 pesetas).

$$\sum_{i=1}^{n=15} MB_i X_i \geq 3.107(1.000\, escudos)$$

No se ha considerado como restricción la cuota de la leche, por considerarse un problema político que no afecta directamente la renta de los productores, una vez que el gobierno portugués garantiza que no habrá penalización de los ganaderos. Por consiguiente, no nos parece que este factor afecte la decisión del ganadero, pero sí la gestión gubernamental.

5.1.4. Programa informático utilizado

El modelo de decisión multicriterio formulado puede ser resuelto por distintos algoritmos. Se ha escogido el “Solver del Excel del Microsoft” para la resolución del modelo presentado, por ser el único disponible en la Universidad de las Azores (“Departamento de Ciências Agrárias”), donde se ha desarrollado la mayor parte del modelo.

La estimación del modelo en Solver, se ha realizado mediante una estimación lineal, a través del algoritmo de Newton, que requiere más

memoria pero menos interacciones que el método alternativo, el gradiente conjugado, para un mismo nivel de exactitud. El modelo utiliza una hoja de cálculo, en la que surgen las “celdas ajustables o cambiantes”, que representan las variables de decisión que en nuestro caso son, la superficie de los cultivos, la cantidad de kilos de pienso y el número de animales de leche. La celda objetivo, resulta de la suma producto de los coeficientes de los objetivos por la celda cambiante (valor que vamos a obtener como resultado de las interacciones).

Por ejemplo, cuando se maximiza el margen bruto, será la suma producto de los márgenes brutos de cada variable de decisión utilizada (áreas de cultivos, kilos de pienso y número de animales) por las superficies que vamos a obtener (celdas cambiantes). Estas representan las variables de decisión, las cuales el “solver” podrá cambiar con el propósito de optimizar el objetivo.

En el modelo del “excel”, primero estan los márgenes brutos de las actividades consideradas ($X_1,...,X_{15}$). A continuación surgen las variables de desviación negativas (N_i) del riesgo (MOTAD), variables de desviación negativas (n_j, n_{ej}) para la mano de obra y por último, variables de desviación positivas (p_j y p_{ej}), en que las n_{ej} y p_{ej} corresponden al total de mano de obra.

Las variables (N_i) están asociadas al objetivo minimización del riesgo asociado a la actividad agrícola (corresponde a minimizar el MOTAD). Las otras variables de desviación negativas y positivas, están asociadas a la estacionalidad de mano de obra en que las variables de desviación positivas, p_{ej}, son la suma de las p_j para cada período y las variables de desviación negativas, n_{ej}, son la suma de las n_j para cada período.

En la hoja de cálculo de “excel”, está la celda objetivo, que contiene la fórmula del objetivo a maximizar (o minimizar), y esta fórmula estará en función de las variables de decisión.

Se introducen las restricciones utilizadas en los modelos, con sus límites considerados (la columna del RHS “right hand side”). Las restricciones se introducen en el modelo a través de un cuadro de diálogo y representan las limitaciones del sistema. Las restricciones estarán en función de las celdas objetivo y de las ajustables.

A continuación se elije en el “menú herramientas del solver”, y se va a maximizar o minimizar los objetivos separadamente. Como consecuencia, obtendremos la matriz de pagos y pasamos a la segunda y tercera etapa de la metodología desarrollada.

5.2. Estimación de la matriz de pagos - 2ª etapa

Los objetivos considerados para la obtención de la matriz de pagos son:

- Maximización del margen bruto (MB)
- Minimización del riesgo (MOTAD)
- Maximización del ocio o minimización de la necesidad de la mano de obra (MO)
- Minimización de la estacionalidad de la mano de obra (Est)
- Minimización de la desviación a la meta del empleo, mano de obra (DMMO).

La matriz de pagos resulta de optimizarse separadamente cada uno de los objetivos, en que la diagonal principal representa el valor ideal.

En el cluster I los objetivos minimización del MOTAD y la minimización del ocio presentan valores muy similares para los demás objetivos considerados. Consecuentemente, estos dos objetivos no son contradictórios, sino complementarios y no tiene sentido incluirlos en los modelos multiobjetivo, por los fundamentos teóricos que sostienen este tipo de modelos.

Lo mismo ocurre con los objetivos minimización de la estacionalidad de mano de obra y la desviación a la meta de mano de obra. Es decir, los valores obtenidos para los diferentes objetivos son muy similares.

Tabla 5.1. Matriz de pagos para el cluster I.

	MB	MOTAD	MO	EST	DMMO	Realidad
MB	**8.775**	3.107	3.107	7.823	7.804	**6.935**
MOTAD	3.303	**1.168**	1.170	2.946	2.942	**2.592**
MO	4.242	1.517	**1.470**	3.835	3.882	**3.405**
EST	359	2.365	2.412	**139**	282	**478**
DMMO	720	2.365	2.412	47	**0**	**477**

Fuente: Elaboración propia

Para cualquier objetivo considerado el margen bruto alcanza un valor que sería suficiente para mantener la supervivencia de la familia y de la explotación ganadera. Resulta del grado de intensificación medio (de 1,4 a 2,4 animales por hectárea).

En el cluster I, la realidad es bien representada por la estacionalidad de la mano de obra, por presentar valores casi iguales. Esto puede querer decir que, en realidad lo que los agricultores hacen es minimizar la estacionalidad de la mano de obra.

En el cluster II sigue la tendencia del cluster anterior, es decir, la minimización del MOTAD y la maximización del ocio (minimización de las necesidades de mano de obra) presentan valores similares, para los demás objetivos. Lo mismo sucede con la minimización de la estacionalidad de mano de obra y desviación a la meta de mano de obra. Esto implica la complementariedad y ausencia de conflicto de los objetivos considerados a priori.

Tabla 5.2. Matriz de pagos para el cluster II.

	MB	MOTAD	MO	EST	DMMO	Realidad
MB	**8.939**	3.107	3.107	8.511	8.726	**8.586**
MOTAD	2.826	**980**	984	2.692	2.756	**2.709**
MO	3.882	1.492	**1.283**	3.737	3.907	**3.786**
EST	459	2.415	2.624	**316**	386	**352**
DMMO	25,4	2.414,7	2.624,2	170,6	**0**	**121,7**

Fuente: Elaboración propia

En el cluster II, la realidad es bien representada por la minimización de la estacionalidad de mano de obra, por presentar valores muy proximos para los objetivos considerados. Lo que puede implicar que, en realidad hay una preocupación en racionalizar los “picos” de necesidades de mano de obra.

Tabla 5.3. Matriz de pagos para el cluster III.

	MB	MOTAD	MO	EST	DMMO	Realidad
MB	**11.171**	8.466	8.520	9.954	10.021	**8.303**
MOTAD	3.417	**2.600**	2.610	3.051	3.073	**2.620**
MO	4.320	3.434	**3.355**	3.927	3.960	**3.431**
EST	359	527	605	**127**	142	**530**
DMMO	720	526	605	33	**0**	**529**

Fuente: Elaboración propia

En el cluster III, el margen bruto alcanza el valor más alto, al comparar con los otros clusters, lo que resulta del mayor grado de intensificación (superior a 2,4 animales por hectárea).

En el cluster III, sigue la misma tendencia: complementaridad de los objetivos minimización del MOTAD y maximizacion del ocio; y minimización de la estacionalidad de mano de obra y desviación a la meta de mano de obra.

En el cluster III, el objetivo minimizar el MOTAD representa bién la realidad. Es decir, los valores obtenidos en realidad para los diferentes objetivos considerados son casi coincidentes.

5.3. Estimación de los valores observados en la realidad – 3ª etapa

Para estimar los valores en realidad se ha utilizado los datos de la tabla 21 del ANEXO II.

Para esto, se ha considerado que la superficie de ensilaje de maíz era de un 20% de las superficie media y baja, y que esta era igual al área de otoño. En la restante superficie media y baja, se ha considerado un 20% para ensilaje de pasto y un 2 % de heno. Estos valores fueron estimados a partir de consultas con expertos (Anabela Gomes).

5.4. Modelo de programación por metas y estimación de los pesos de los objetivos- 4ªetapa

Para seguir con nuestra metodología, se pasa a la cuarta etapa, que corresponde a estimar los pesos de los objetivos por el uso de un modelo de programación por metas. Con esta etapa lo que pretendemos es poner de manifiesto que los objetivos propuestos que han de cuantificar su importancia porcentualmente con respecto al total de las decisiones. Con la estimación de los pesos se puede concluir cuales son los objetivos a tener en cuenta por los agricultores y cuales no (cuyos pesos son cero). Así, los pesos a estimar indican la relativa importancia que se asocia a los objetivos

elegidos por los productores. Los valores de los pesos pueden ser calculados a partir de la matriz de pagos, por el siguiente sistema de ecuaciones (Amador et al., 1998):

$$\sum_{j=1}^{q} W_j f_{ij} = f_i$$

$$\sum_{j=1}^{q} W_j = 1$$

$$i = 1,\ldots,q$$

donde, f_{ij} es la matriz de pagos, f_i, el valor observado en realidad y w_j los pesos.

Si este sistema tiene una solución no negativa, representará el conjunto de pesos que tiene cada uno de los objetivos en la realidad (Sumpsi et al., 1996 y Berbel et al., 1999). Sin embargo, la mayoría de las veces, no existe una solución exacta y el conjunto de pesos, w_j, no reproduce las preferencias de los productores. Así, Amador et al. (1998) proponen el recurso a la metodología decisional multicriterio, especificamente el recurso al uso del criterio L_1. Es decir, con este enfoque se minimiza la suma de las variables de desviaciones positivas y negativas, o sea:

$$Min \sum_{i=1}^{q} \left(\frac{n_i + p_i}{f_i} \right)$$

$$s.a.$$

$$\sum_{j=1}^{q} W_j f_{ij} + n_i - p_i = f_i$$

$$\sum_{i=1}^{q} W_j = 1$$

Este criterio está de acuerdo con la función de utilidad aditiva y separable (Amador et al., 1998). A partir de esta función inicial se debe obtener otra normalizada:

$$u = \sum_{i=1}^{q} \frac{W_i}{K_i} f_i(x)$$

Donde K_{if} es el factor normalizador y que corresponde a la diferencia entre el valor ideal y el antiideal. Este es el criterio que nos permite estimar los valores de los pesos (w_i).

Tabla 5.4. Ponderaciones (w_i) de los clusters

	Cluster I	Cluster II	Cluster III
MB	0	0,088	0
MOTAD	0,1760	0,034	0,9599
MO	0	0	0,0399
EST	0,8240	0,6507	0
DMMO	0	0,2571	0,0003

Fuente: Elaboración propia

Los pesos obtenidos para el cluster I (intensificación de 1,4 a 2,4CN/ha), muestran que los objetivos que tienen importancia para los ganaderos son la estacionalidad de mano de obra (82,4%), y el riesgo asociado al beneficio (17,6%).

En el cluster II, los objetivos de los ganaderos son dirigidos para la estacionalidad de la mano de obra (65,07%) y para la minimización de la desviación a la meta de mano de obra (25,71%).

Las preferencias de los objetivos de los ganaderos del cluster III, son sobretodo para el riesgo asociado a la actividad agrícola (95,99%) y una pequeña parte (3,99%) a la racionalización de la mano de obra, lo que resula en un mayor tiempo para ocio.

En resumen, existe complementaridad entre parejas de los diferentes objetivos, considerados a priori. Es decir, cuando hay ponderaciones para el MOTAD, no hay para la mano de obra; y cuando hay para estacionalidad de mano de obra no hay para la desviación a la mano de obra.

5.5. Estimación de las funciones utilidad- 5ª y 6ª etapa

La quinta y sexta etapa corresponde a estimar las funciones de utilidad. A partir del uso del criterio L_1 se obtuvieron las siguientes funciones de utilidad inicial (valores de los pesos), tratándose solo de calcular una función de utilidad subrogada (Berbel et al. 1999) y las funciones de utilidad normalizadas (recurrencia a los factores normalizadores). En la función de utilidad así obtenida, aparecen con signo positivo, los pesos de los objetivos cuya dirección de mejora es la maximización y con signos negativos aquellos que se intentan minimizar.

<u>Funciones de utilidad inicial</u>

Cluster I:

U_1= - 17,6% $MOTAD_1$-82,3% Est_1- 4,6*10^{-10}%$DMMO_1$

Cluster II:

U_2= 8,8%MB_2- 3,4% $MOTAD_2$ – 65,7% Est_2- 25,07%$DMMO_2$

Cluster 3:

U_3= -95,9%$MOTAD_3$ - 3,9%MO_3- 0,03%$DMMO_3$

Con estas funciones de utilidad se observa que hay una gran preocupación de los ganaderos con la estacionalidad de la mano de obra en los clusters I

y II, y con el MOTAD en el cluster III, y que el margen bruto no se presenta como el objetivo principal de los ganaderos de las Azores, en que tan solo el cluster II pondera este objetivo.

Funciones de utilidad normalizadas

Estas funciones se han estimado según la metodología seguida por Amador et al. (1998) y Berbel et al. (1999).

Cluster I:

U_1= -8*10^{-5} $MOTAD_1$- 4*10^{-4}Est_1- 2*10^{-15}$DMMO_1$,

Simplificando, es decir, dividir por 10^{-4}, obtenemos la siguiente función de utilidad:

U_1= -0,8$MOTAD_1$- 3,6Est_1- 2*10^{-11}$DMMO_1$,

Cluster II:

U_2= 1,5*10^{-5} MB_2 - 2*10^{-6} $MOTAD_2$ – 0,0003 Est_2 - 1*10^{-4}$DMMO_2$

Simplificando, es decir, dividir por 10^{-4}, obtenemos la siguiente función de utilidad:

U_2= 0,15 MB_2 – 0,02 $MOTAD_2$ – 2,8 Est_2 –0,97$DMMO_2$

Cluster III:

U_3= - 0,00117$MOTAD_3$ – 4*10^{-5}MO_3 – 3,9*10^{-7}$DMMO_3$

Simplificando, es decir, dividir por 10^{-4}, obtenemos la siguiente función de utilidad:

U_3= – 11,7$MOTAD_3$ – 0,41MO_3 – 3,9*10^{-3}$DMMO_3$

Para intentar explicar estos resultados, poco comunes en la bibliografia revisada se analizó un trabajo de investigación, de sistemas de información que apoyan la decisión de los ganaderos de las Azores, de Dentinho (1994).

En esta investigación se muestra que los datos económicos (contabilidad, tasa de interés, entre otros) no apoyan la toma de decisión en la agricultura de las Azores y que los agricultores tienen muy poca información disponible, lo que resulta que la decisión de los ganaderos sea más conservadora, es decir, menos arriesgada, lo que puede explicar la importancia del MOTAD en la función objetivo.

Los resultados obtenidos por el modelo, a través de las funciones de utilidad que representan los objetivos de los ganaderos, son contrarios a los esperados. Es decir, la poca importancia del margen bruto va contra el sentido común, en que se esperaría maximizar los ingresos de las ganaderías.

Como consecuencia de esto, se han considerado tres hipótesis posibles: 1) que es correcto aunque no sea frecuente; 2) hay un error en los coeficientes y como consecuencia en el modelo y en la matriz de pagos; 3) hay un error en la aplicación del sistema de metas ponderadas para obtener los pesos.

Se ha revisado todo el modelo, valores de las funciones objetivo y restricciones (hipótesis 2) y los pequeños errores en los valores no cambiaran los resultados finales de las ponderaciones de las funciones de utilidad obtenidas para cada cluster, segundo las mismas preferencias de los ganaderos.

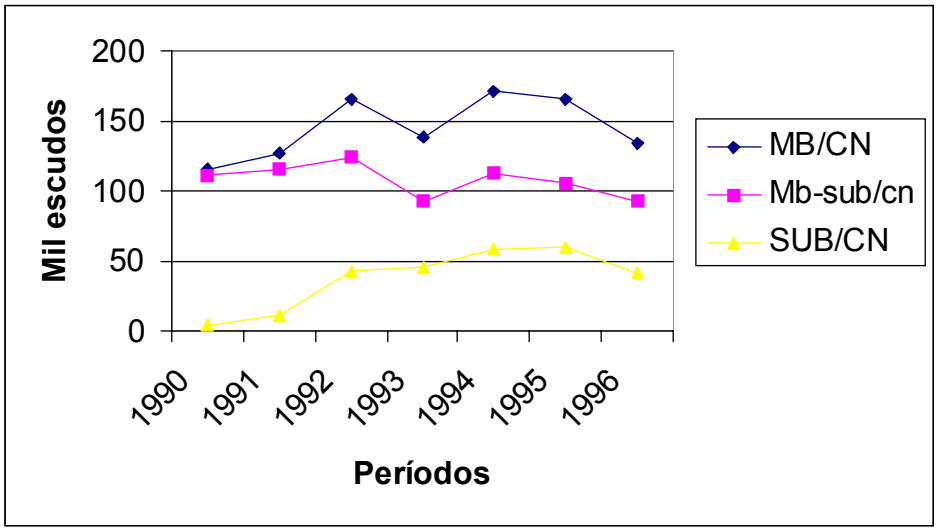
Al chequear la última hipótesis (3), se ha concluido que la metodología había sido bien utilizada. Incluso se ha testado con trabajos ya elaborados por Goméz-Limón y Berbel.

Como consecuencia de estos resultados previos se han testado cuatro hipótesis más:

Hipótesis 1: subdividir el margen bruto total en margen de las actividades ganaderas (leche y carne) y subvenciones, utilizando variables de transferencia (Rae, 1994). Esto se ha testado debido: 1) a la gran importancia de las subvenciones en los ingresos totales de los ganaderos,

cerca de un 24% en 1996 (véase el capítulo de la tipología de los ganaderos de las Azores); y 2) a la observación de un incremento substancial de las subvenciones de 1990 a 1995, y después de esto año a un pequeño decrecimiento, pero sigue su gran peso en los ingresos de las explotaciones ganaderas, como se puede ver en la gráfico siguiente.

Gráfico 5.1. Evolución del margen bruto y de las subvenciones de 1990 a 1996.



Fuente: Elaboración propia, a partir de RICA de 1990 a 1996.

Se han obtenido los mismos resultados lo que sería de esperar una vez que se han utilizado variables de transferencia del margen bruto para las subvenciones.

Hipótesis 2: Cambiar la restricción del margen bruto mínimo. Es decir bajar el margen bruto de 3.107.000 escudos para 1.260.000 escudos. Como consecuencia se cambiaba el valor del riesgo y de la mano de obra, pero seguía la poca importancia del margen bruto en la función de utilidad. En el cluster I, por ejemplo, las ponderaciones obtenidas fueron para el margen bruto y mano de obra cero (0%), para él MOTAD 15%, para la estacionalidad (84,75%) y para la desviación a la meta de mano de obra $6*10^{-9}$%.

Hipótesis 3: Estimar los precios sombra (vía dual) del modelo para detectar cuales las restricciones más limitantes del modelo. El precio sombra se ha obtenido por el informe de sensibilidad del “solver” del “excel”.

Los resultados obtenidos para el cluster I (caracterizado por intensificación intermedia de 1,4 a 2,4 y áreas de 20,5 hectáreas) los precios sombra existen principalmente para la superficie cultivada, siendo de 18.240 y 10.340 escudos por hectárea, para las superficies alta y media respectivamente. Este valor es inferior al coste de oportunidad de las tierras agrícolas, cabe mencionar que la renta de las tierras agrícolas en las Azores en 1996, era en media 50.000 escudos por hectárea. Otro precio sombra que surge es de 11.000 escudos por animal por hectárea que es muy inferior a los ingresos obtenidos por hectárea para la actividad ganadera en este cluster (189.200 escudos).

Los resultados obtenidos para el cluster II (caracterizados por intensificación inferior media de 1,7 animales por hectárea y superficie media de 23,5 hectárea), los resultados son más pertinentes. En este cluster, la superficie cultivada se presenta limitante. Los precios sombra para el área son más alto que los precios de la renta de las tierras agrícolas, siendo siempre superior a 300.000 escudos, más del doble del valor pago por el alquiler de las tierras. También el precio sombra de los animales (224.000 escudos) es casi igual al margen bruto ganadera (225.000 escudos). El área se presenta como factor limitante de este cluster que se caracteriza por, en media, tener mayores áreas cuando comparados con los demás clusters.

Los resultados obtenidos para el cluster III, caracterizados por intensificación superior a 2,4 animales por hectárea y áreas medias de explotación de 15,5 hectáreas, presentan precios sombra de 137.000 y 127.000 escudos por hectárea para las superficies alta y media, que son valores superiores a la realidad.

A partir del análisis del precio sombra, se verifica que la superficie agrícola es la más condicionante del modelo y de los ingresos obtenidos por la ganadería. Es decir, los ingresos dependen sobretodo del área.

En resumen, hay necesidad de reformular los objetivos considerados a priori, como los más representativos de los ganaderos de leche de las Azores.

Modelo alternativo

En la presencia del análisis de los resultados de las funciones de utilidad se optó por dos situaciones:1) alterar los objetivos inicialmente propuestos y 2) elaborar una pequeña encuesta a los ganaderos de las Azores, para conocer un poco más los objetivos de los ganaderos.

En la primera situación, al alterar los objetivos se decidió eliminar un de cada pareja de objetivos complementarios y adicionar uno más, que resulta de la posibilidad de contratar mano de obra exterior a la explotación ganadera, aunque el mercado de trabajo en las Azores no sea muy flexible.

El MOTAD ha sido elegido por ser el más utilizado en los modelos revisados (más tradicional) y nos parecer más adecuado minimizar el riesgo, que maximizar el ocio. La estacionalidad de la mano de obra ha sido la otra elección, la actividad ganadera de las Azores, se caracteriza por “picos” de necesidades de este factor, principalmente en Primavera y Otoño (sementeras, ensilaje, henificación y nacimiento de animales entre otros).

En esta situación se ha definido una nueva variable de decisión (X_{16}) que corresponde al número de horas a contratar por la explotación, y cuyo coste horario es de 408 escudos. Este valor corresponde al coeficiente de la función objetivo con signo negativo.

En esto modelo alternativo, consideramos cuatro objetivos: maximización de mano de obra y minimización del riesgo, minimización de la estacionalidad de mano de obra y minimización de la necesidad de mano de obra contratada, y las mismas restricciones de los modelos anteriores.

Tabla 5.5. Matriz de pagos para el cluster I – Modelo Alternativo

Cluster I	MB	MOTAD	EST	MOsal	Valor real
MB	**6.063**	3.942	4.342	4.228	4.173
MOTAD	4.273	**2.493**	2.729	2.659	2.626
EST	2.019	181	**64**	103	138
MOsal	2.020	0	0	**0**	0

Fuente: Elaboración propia.

En el cluster I, se verifica que la minimización de estacionalidad de mano de obra y la minimización de mano de obra contratada presentan valores muy cercanos, lo que implica la complementariedad de estos objetivo.

Los valores reales de la explotación son muy similares a los obtenidos por la estacionalidad y mano de obra, lo que puede implicar que los objetivos de los agricultores van a favor de la racionalización de mano de obra.

En el cluster I, de intensificación intermedia, la mano de obra es un factor limitante cuando se maximiza el margen bruto, para alcanzar el benefício máximo tendría que contratar más un hombre (2200 horas).

Tabla 5.6. Matriz de pagos para el cluster II – Modelo Alternativo

Cluster II	MB	MOTAD	EST	MOsal	Valor real
MB	**4.369**	3.857	4.042	3.969	4.289
MOTAD	2.826	**2.447**	2.559	2.506	2.772
EST	390	414	**263**	358	365
MOsal	302	0	0	**0**	274

Fuente: Elaboración propia.

El cluster II, presenta valores muy similares cuando se minimiza el MOTAD y mano de obra contratada.

El valor real obtenido por el ganadero del cluster II (intensificación más baja) casi coincide con la maximización del margen bruto.

En la realidad no se contrata mano de obra, y el valor que surge en horas de mano de obra a contratar representa, las necesidades a más de mano de obra que este tipo de empresas necesita en media a lo largo del año. Pero como esto representa poco tiempo, en la realidad es satisfecho por un mayor esfuerzo de la mano de obra familiar (vecinos, amigos). Esto surge, por la forma como formulamos el problema.

La matriz de pagos del cluster III, muestra que el MOTAD y la mano de obra contratada se presentan con valores muy próximos cuando se procede a su maximización.

Los valores alcanzados en la realidad son muy cercanos a los correspondientes a la minimización de mano de obra, lo que en la realidad lo que están haciendo los ganaderos que pertenecen a este cluster, es la minimización de la estacionalidad de mano de obra.

Tabla 5.7. Matriz de pagos para el cluster III– Modelo Alternativo

Cluster III	MB	MOTAD	EST	MOsal	Valor real
MB	**8.147**	3.107	5.244	3.107	4.699
MOTAD	4.933	**1.658**	2.823	1.672	2.512
EST	2.627	1.491	**87**	1.387	424
MOsal	2.628	0	0	**0**	0

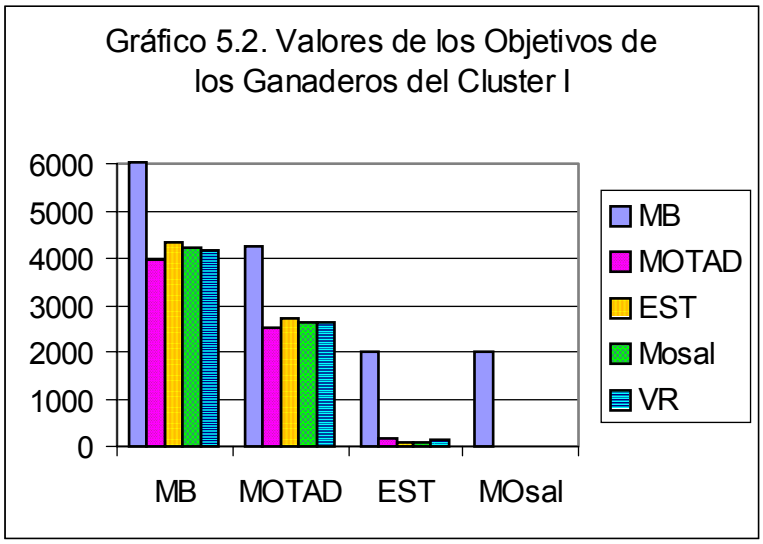
Fuente: Elaboración propia.

En el cluster III (mayor grado de intensificación) la mano de obra (2.628 horas) se presenta como muy limitante a un mayor ingreso de la explotación. Sería necesario por el menos un hombre, para que se pudiera aumentar el margen bruto.

A la continuación se va a comparar algunas diferencias que pueden ocurrir entre los valores observados en la realidad y los alcanzados por el modelo.

Las desviaciones de los valores reales se miden por la diferencia entre los valores alcanzados en la realidad y por el valor ideal para el objetivo, dividido por el valor alcanzado en la realidad.

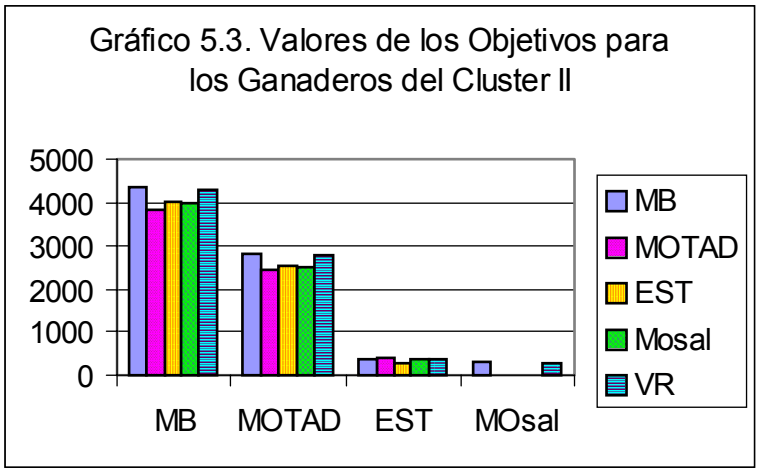
Como se puede ver en los gráficos siguientes las desviaciones son pequeñas, para cualquier objetivo considerado, así como para cualquier cluster considerado. Inclusive, hay situaciones en que no hay desviaciones.



Fuente: Elaboración Propia

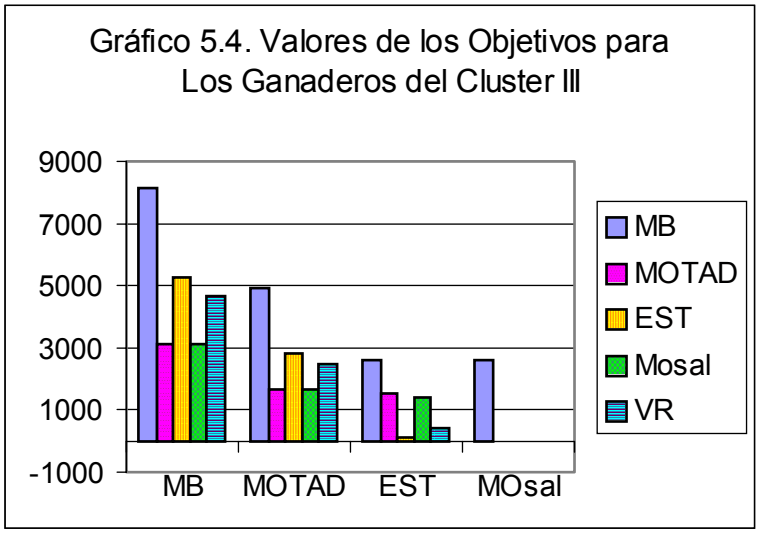
En el gráfico 5.2., se observa el distanciamiento del objetivo maximización del margen bruto a la realidad que los demás objetivos. Es decir, cuando se maximiza el margen bruto, o se minimizan los objetivos: MOTAD, estacionalidad de mano de obra y mano de obra contratada; los valores generados por el modelo, siempre ponen el margen bruto más lejo de la realidad.

En el gráfico siguiente (5.3.), vemos que el objetivo que más se distancia del valor en realidad, es objetivo maximización del margen bruto, lo que sigue la misma tendencia del cluster I.



Fuente: Elaboración Propia

En el gráfico 5.4 sigue la misma tendencia, para el cluster III, en que el objetivo que más se distancia de la realidad es el objetivo maximización del margen bruto. El cluster III, caracterizase por haber mayores cambios en la distancia de los objetivos.



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 5.8. Ponderaciones de los Objetivos para los Clusters de Ganaderos de las Azores

	Cluster I	Cluster II	Cluster III
W_1 (%) MB	0	81,79	0
W_2 (%)MOTAD	44,8	00	24,1
W_3 (%)Est	0	17,7	75,4
W_4 (%)MOsal	55,12	0	0

Fuente: Elaboración propia.

A partir de la tabla 5.8, verificase que para los clusters con mayor grado de intensificación, el objetivo, maximización del margen bruto sigue sin presentar una importancia evidente en los objetivos de los ganaderos. Sigue también la importancia de la estacionalidad de la mano de obra. Solo, el cluster II, con menor grado de intensificación, se verifica un incremento de la importancia del margen bruto.

Las funciones de utilidad normalizadas, del modelo alternativo, para los distintos clusters son:

Cluster I

$$\mathbf{U_1 = (1*10^{-13}\ MB_1) - 2{,}521 Motad_1 - 15{,}36\ MOsal_1}$$

Cluster II

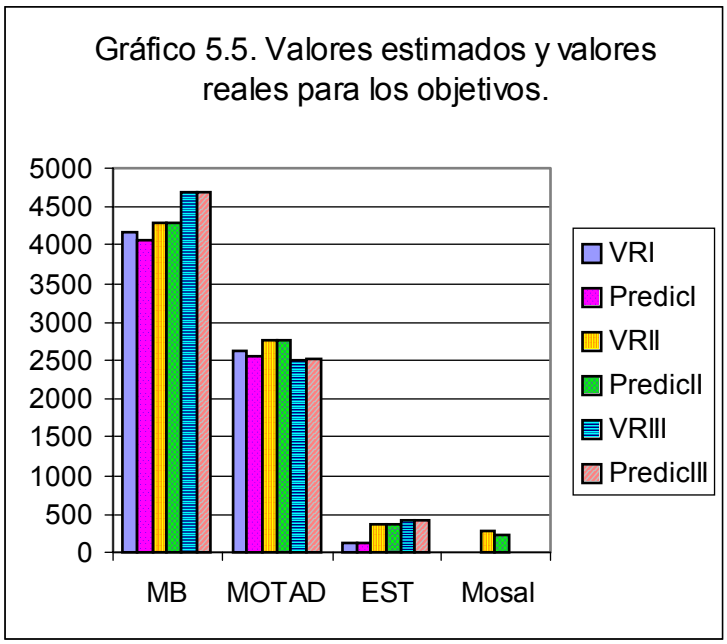
$$\mathbf{U_2 = 20{,}47\ MB_2 - 11{,}7\ Est_2}$$

Cluster III

$$\mathbf{U_3 = 3{,}77*10^{-15}\ MB_3 - 0{,}73\ Motad_3 - 2{,}967\ Est_3}$$

A partir del análisis de las funciones utilidades estimadas se evidencia el peso de la estacionalidad de la mano de obra y la poca influencia del objetivo margen bruto.

El gráfico 5.5. compara los valores alcanzados en la realidad, con los valores obtenidos cuando se maximiza el margen bruto y se minimiza los demás objetivos, para cada uno de los clusters definidos.



Fuente: Elaboración Propia

La predicción se hizo con base en el trabajo de Amador et al. (1998), en que se estima a partir del valor del objetivo logrado en la modelización (f_i) multiplicado por el correspondiente valor de la ponderación (W_i), para cada objetivo considerado en la función objetivo.

$$\sum_{i=1}^{4} W_i f_i$$

En casi todos los casos, los valores alcanzados en la realidad están muy cerca de las predicciones, lo que implica que el modelo refleja bien la realidad ganadera de las Azores.

En la segunda situación, se hizo un cuestionario muy simple a un pequeño grupo de ganaderos de las Azores, en que intentaba conocer sus objetivos y que tenían que ordenar cinco (5) objetivos, en que el 1 era el más preferido y el 5 el menos preferido.

Los objetivos considerados para los ganaderos de las Azores fueron: 1) gustar de la actividad agrícola; 2) mantener la supervivencia de la familia; 3) tener trabajo (empleo); 4) incrementar los ingresos; 5) comprar tierras agrícolas; 6) mantener la explotación en la familia; 7) mantener o incrementar la cuota lechera; 8) comprar equipos y animales ganaderos; 9) conservar el ambiente; y 10) comprar bienes de lujo (vivienda....). También se consideraba una cuestión en abierto, en que podrían elegir otro objetivo.

La encuesta final se ha elaborado a partir de una encuesta inicial que incluía el riesgo. Pero el concepto de riesgo, resultaba muy difícil para los agricultores, que no lo entendían. Al explicarlo podríamos interferir en los resultados finales de la encuesta y no lo pretendíamos. Incluso en la encuesta inicial, nadie lo consideraba en la jerarquía de los objetivos. Lo mismo ha detectado Rodríguez Ocaña (1996) que concluia que los agricultores no entienden el riesgo como una medida de variabilidad de los ingresos.

Se han realizado 50 encuestas y los resultados de la encuesta se pueden observar en la tabla siguiente:

Tabla 5.9. Priorización de los Objetivos de los Ganaderos de Leche, en porcentaje

Objetivo	1ª prioridad	2ª prioridad	3ª prioridad
1	61	2,6	7,9
2	8	21	11
3	16	11	11
4	5	37	16
5	5	5,3	29
6	3	5,3	11
7	0	13	7,9
8	0	5,3	2,6
9	0	0	5,3
10	2,2	0	0

Fuente: Elaboración propia.

Para el total de encuestas los resultados obtenidos para la primera prioridad, 1) gustar de la actividad agrícola, integra un 61% del total de los encuestados. A esta se sigue la opción 3) tener trabajo (empleo) con un 16%, al que sigue la opción 2) mantener la supervivencia de la familia, con un 8%. Los objetivos 4) incrementar los ingresos; 5) comprar tierras agrícolas; siguen en preferencia con un 5% cada uno. El objetivo 6) mantener la explotación en la familia; representa la primera prioridad para un 3% de los ganaderos encuestados. Por último, el objetivo 10) comprar bienes de lujo (vivienda....) es el objetivo de 2,2% de los encuestados. Los objetivos 7) mantener o incrementar la cuota lechera; 8) comprar equipos y

animales ganaderos; 9) conservar el ambiente no eran primera prioridad para los encuestados.

En la primera prioridad de los ganaderos encuestados, el margen bruto surge con poca importancia. El gusto de la actividad agrícola parece más importante, así como el empleo.

En la segunda prioridad el objetivo 4) incrementar los ingresos es la primera opción con un 37%, al cual se sigue los objetivos 2) mantener la supervivencia de la familia, con un 21% y 7) mantener o incrementar la cuota lechera con un 13%. El objetivo 3) tener trabajo (empleo) sigue con un 11%. En la segunda prioridad se evidencia los aspectos económicos asociados a los ganaderos de leche, pues las tres primeras prioridades están relacionadas con el ingreso de la explotación.

En la tercera prioridad sigue la compra de tierras, como objetivo predominante (29% de los encuestados) al que sigue incrementar el rendimiento con un 16%. Así se muestra un objetivo patrimonial y económica en tercera prioridad.

Esta encuesta es una análisis complementaria, y tendría que ser elaborado un estudio más profundizado en que se considerase para los ganaderos de leche, la zona geográfica, la situación económica del agregado familiar (agricultor a tiempo completo o parcial, se hay otra fuente de rendimiento de la familia, etc.) y considerar un muestro representativo de la totalidad de los productores de leche de las Azores.

5.6. Conclusiones

Las funciones de utilidad estimadas para los ganaderos de las Azores se caracterizan por el peso acentuado de la estacionalidad de la mano de obra, aunque esta situación sea un tanta extraña comparada con otras investigaciones que utilizan la misma metodología.

Nos parece que el peso excesivo de la mano de obra en las funciones utilidad son debido a que son empresas en su mayoría familiares, de pequeña dimensión, de la inexistencia de un mercado de trabajo alternativos y de los niveles de renta son los suficientes al ganadero para mantener la explotación ganadera y familia.

Puede ser que los objetivos de los ganaderos de las Azores, en vez de maximizar los ingresos sean minimizar los costes. Esta situación hay que ser analizada en el futuro.

Otra posible explicación para estos resultados es el hecho de que para cualquier cluster o objetivo que se modela, se verifica que los niveles de renta son “buenos”. Los resultados obtenidos nos podrán indicar, que pueden tener una jerarquía de objetivos, en que el primero esta satisfecho y hay que satisfacer los demás, asumindo gran importancia la mano de obra. Con otras palabras, para niveles de renta “mínimos” que no afecten la supervivencia de la familia y de la explotación, los ganaderos podrían preferir ganar menos, pero trabajar también un poco menos y de una forma más estacional.

Es de referir que la mano de obra se presenta como factor limitante en dos clusters, pues si se pudiese contratar mano de obra exterior a la explotación ganadera, incrementaría la renta de la explotación.

Otra posible explicación para estos resultados, es la existencia de otros factores no económicos que puedan influir en la toma de decisión de los ganaderos de las Azores.

Todas estas consideraciones, nos muestran que muy poco se sabe de la toma de la decisión de los ganaderos de leche en Azores, y que es importante conocerla para poder tomar las decisiones más adecuadas al buen desarrollo del sector, y en última instancia del desarrollo de las Azores.

CAPÍTULO VI – ANÁLISIS NO PARAMÉTRICO DE EFICIENCIA (DEA) DE LAS EXPLOTACIONES LECHERAS DE LAS AZORES

CAPÍTULO VI – ANÁLISIS NO PARAMÉTRICO DE EFICIENCIA (DEA) DE LAS EXPLOTACIONES LECHERAS DE LAS AZORES

El análisis no paramétrico de eficiencia (DEA), también designado análisis dinámico de la eficiencia o análisis envolvente de datos, de las explotaciones familiares agroganaderas de las Azores, surge como consecuencia de los resultados obtenidos en el modelo del capítulo anterior.

La ausencia del objetivo margen bruto en la función de utilidad en dos de los grupos de ganaderos de las Azores y su poca influencia en el tercer grupo, hacen que intentemos encontrar explicaciones que nos ayuden en el análisis de la realidad agrícola de las Azores. Por consiguiente, se ha elaborado un análisis complementario, el DEA.

En este capítulo se revisará de una forma breve, los principales conceptos aplicados al análisis no paramétrico de eficiencia (DAE), y los procedimientos elaborados en el cálculo de la eficiencia de las explotaciones lecheras de las Azores.

6.1. Análisis no Paramétrico de Eficiencia (DAE)

El análisis no paramétrico de eficiencia ha sido desarrollado por Charnes, Cooper y Rhodes (1978). Ha sido utilizado para estimar la eficiencias de unidades organizativas, en sus formulaciones previas, desde la segunda Guerra Mundial, y por su gran éxito ha sido aplicado a numerosos campos como se puede observar en el trabajo de Cooper (1999).

El análisis no paramétrico de eficiencia, también permite estimar la eficiencia de las explotaciones ganaderas, aunque su aplicación al campo agrícola no sea muy significativa. Por consiguiente, el primer concepto que pasaremos a definir es el de eficiencia, al cual le siguen los diferentes tipos de eficiencia.

Conceptos de Eficiencia

Cooper (1999) define la eficiencia técnica de una empresa con la siguiente expresión:"La unidad de toma de decisión (DMU) es totalmente eficiente si y

solo si las evidencias enseñan que ninguno de los inputs u outputs pueden ser mejorados sin empeorar los otros inputs u output". Esta definición es varias veces referida como la "eficiencia técnica", ya que no introduce la valoración económica ni la rentabilidad.

Gonzalez Fidalgo et al. (1996) se refiere a la ineficiencia técnica de Farell (1957) como: "la ineficiencia técnica aparece cuando una unidad productiva no consigue el máximo de output posible, dada su dotación de inputs, o utiliza más inputs de los necesarios para obtener un determinado volumen de producción". Así, los dos conceptos de unidad eficiente e ineficiente están de acuerdo.

Coelli (1995,1996) propone que la eficiencia de una empresa incluye dos componentes: 1) eficiencia técnica, que refleja la habilidad de obtenerse el máximo output para un determinado nivel de inputs, y 2) la eficiencia asignativa (alocativa), que refleja la habilidad de una empresa para utilizar los inputs en una proporción óptima, considerando sus precios de los inputs. Estos dos conceptos combinados constituirían la eficiencia económica.

Gonzalez Fidalgo et al. (1996) hacen referencia a los trabajos de Färe, Grosskopf y de Lovell, que dividen la eficiencia técnica (global) en tres componentes: eficiencia de escala, eficiencia técnica pura y eficiencia de congestión.

La eficiencia de escala se alcanza cuando el empresario elije adecuadamente la escala de producción, en los casos en los que la tecnología de producción subyacente presenta rendimientos a escala variable.

La ineficiencia de congestión aparece cuando la cantidad de algún input es tan grande que origina un fenómeno de saturación, de forma que aportaciones adicionales de dicho input provocan disminución de la cantidad producida.

La eficiencia técnica pura es un concepto similar al de eficiencia técnica global, una vez restadas las ineficiencias de escala y de congestión.

La eficiencia se estima de dos maneras: 1) métodos orientados hacia el input: en cuanto al uso de inputs hay que disminuir manteniendo el nivel de output existente, y 2) métodos orientados hacia el ouput: en cuanto se puede incrementar el output manteniendo la cantidad de input existente (Fraser y Cordina, 1999).

La eficiencia puede ser estimada por dos tipos principales de métodos (Coelli, 1995): 1) métodos paramétricos, métodos de estimación de frontera estocástica, que envuelven métodos econométricos; y 2) por métodos no paramétricos, por DEA, que envuelven métodos de programación lineal.

En los estudios más recientes, hay investigadores que optan por los dos tipos de métodos separadamente o combinados. Coelli (1995) presenta ejemplos de investigadores que han realizado sus análisis con los diferentes tipos de métodos.

Algunos investigadores en los años más recientes han estimado la eficiencia a partir de modelos paramétricos, como por ejemplo: Brummer y Loy (2000) estiman el impacto de la eficiencia de explotaciones lecheras del Norte de Alemania en los programas de crédito agrícola; Reinhard et al. (1999) que estiman la eficiencia técnica y eficiencia ambiental en explotaciones lecheras en Alemania; Alvarez y Gonzalez (1999) que estiman la eficiencia para explotaciones lecheras del Norte de España, y Hallam y Machado (1996) que estiman la eficiencia para explotaciones lecheras del Norte de Portugal.

Elegir métodos paramétricos o no paramétricos para estimar la eficiencia depende de los datos disponibles y del objetivo del análisis (Coelli, 1995). Aunque se siga la aplicación del análisis paramétrico de eficiencia en la gran parte de los casos en agricultura, por permitir el cálculo de factores que no se controlan (tiempo y datos omisos), elegimos el DEA por considerar varios

outputs y varios input en unidades físicas mezcladas con otras unidades, por ejemplo: unidades monetárias.

Análisis no Paramétrico de Eficiencia (DEA) - Enfoque teórico

El análisis no paramétrico de eficiencia es un método de programación matemática que permite estimar la frontera de puntos eficientes (Coelli, 1996). El DEA aplica técnicas de programación matemática para construir grupos de mejores prácticas con relación a una cantidad de referencia "benchmark" observada en los inputs y outputs (Jaforullah y Whiteman (1999).

La mayor ventaja del DEA, es su flexibilidad, en el sentido de que impone condiciones menos restrictivas sobre la tecnología de referencia y también en cuanto se adapta a contextos multiproducto, y de ausencia de precios con relativa sencillez. Otra ventaja, es que permite desagregar la eficiencia técnica global, en sus tres componentes.

También permite relacionar simultáneamente todos los inputs con los outputs (Fraser y Cordina, 1999), y identificar cuales son los inputs u outputs que están siendo subutilizados.

Las ventajas adicionales referidas por Jafoullah y Whiteman (1999) son: 1) los servicios de extensión agraria pueden verificar si los programas de extensión están resultando bien, en términos de eficiencia técnica, al comparar con otras explotaciones no sujetas a programas de extensión; 2) pueden ser utilizadas por los servicios de extensión para identificar las mejores prácticas en las explotaciones ganaderas; y 3) el uso del DEA identifica de forma simple las explotaciones lecheras ineficientes.

Su mayor desventaja es una consecuencia de su flexibilidad, pues es mucho más sensible a problemas de "outliers", a errores de medida, que a los tradicionales métodos paramétricos.

La mayor limitación del DEA es la dificultad conceptual de separar los efectos de las variables ambientales que no se pueden controlar, de los efectos que resultan de diferencias de manejo de las explotaciones.

Los métodos no paramétricos presentan las siguientes propiedades: 1) convexidad: el conjunto de posibilidades de producción está compuesto por los procesos productivos observados y por el conjunto convexo que delimitan; 2) rendimientos a escala constantes: el conjunto de posibilidades de producción está compuesto por todas las combinaciones lineales de los procesos productivos observados, y 3) eliminación gratuita de inputs y outputs: lo que implica que una unidad productiva puede producir igual cantidad de output con una cantidad mayor de inputs, o menos cantidad de output con la misma cantidad de inputs (Gonzalez Fidalgo et al., 1996).

6.2. Estructura Analítica del Modelo DEA

Charnes et al. (1978) referidos por Coelli (1996), introdujeron la técnica de DEA que permite calcular los índices de eficiencia técnica mediante programas de optimización. El objetivo es obtener un escalar que representa la mínima proporción a la que se pueden reducir los consumos de inputs sin que se disminuya la cantidad producida de output.

Los modelos inicialmente propuestos por Charnes et al. (1978) y referidos por Coelli (1995) eran modelos orientados a los inputs con rendimientos constantes, pero luego se extendieron a modelos orientados a los outputs y orientados a inputs pero con rendimientos crecientes. Actualmente los modelos más preferidos por los investigadores son los modelos orientados a los inputs.

Damas Rico (1996) analiza la evolución de las varias expresiones con las cuales se pueden estimar la eficiencia en la unidad organizativa (DMU), que considera que la manera más intuitiva de medir la eficiencia relativa de las diferentes unidades consiste en calcular los siguientes cocientes que miden la relación input-output:

$$\text{Eficiencia de la unidad i - ésima} = \frac{\text{Output de la unidad i - ésima}}{\text{Input de la unidad i - ésima}}$$

Sin embargo, el cálculo de este tipo de cocientes como indicadores de eficiencia relativa se muestra insuficiente en la mayor parte de los contextos. En efecto, en la mayor parte de los casos las unidades organizativas emplean varios inputs para obtener simultáneamente varios outputs. En principio esta dificultad puede soslayarse fácilmente, sin más que generalizando la expresión anterior de la siguiente manera:

$$\text{Eficiencia de la unidad i - ésima} = \frac{\text{Suma de los outputs de la unidad i - ésima}}{\text{Suma de los inputs de la unidad i - ésima}}$$

El principal problema asociado con la medida de la eficiencia dada por la anterior expresión, reside en la falta de homogeneidad dimensional de los diferentes outputs e inputs. El problema puede resolverse, introduciendo un sistema de pesos adecuados que normalice tanto el numerador como el denominador de la última ecuación presentada. De tal manera llegaríamos al siguiente ratio de eficiencia:

$$\text{Eficiencia de la unidad i - ésima} = \frac{\text{Suma ponderada de outputs de la unidad i - ésima}}{\text{Suma ponderada de los inputs de la unidad i - ésima}}$$

Recurriendo a la formulación usual en este campo, para el caso de m outputs y n inputs tenemos:

$$E_j = \frac{U_1 Y_{1j} + U_2 Y_2 j + \ldots + U_i Y_{ij} + \ldots + U_m Y_{mj}}{V_1 Y_{1j} + V_2 Y_2 j + \ldots + V_i Y_{ij} + \ldots + V_n Y_{nj}}$$

Donde:

E_j es la eficiencia relativa de la unidad organizativa j-ésima.

U_i es el peso asociado al ouput genérico i-ésimo.

V_i es el peso asociado al input genérico i-ésimo.

Y_{ij} es la cantidad de output genérico i-ésimo en la unidad organizativa j-ésima.

X_{ij} es la cantidad de intput genérico i-ésimo en la unidad organizativa j-ésima.

En consecuencia de la definición de eficiencia relativa a esta expresión, se plantea el problema de determinar los conjuntos de pesos U_i y V_i que permiten normalizar tanto los outputs como los inputs. Una primera y crucial cuestión es dilucidar si los pesos a aplicar a las diferentes unidades organizativas deben o no ser los mismos.

Damas Rico (1996) señala que los primeros trabajos en este campo (Farrell, 1957, Farrell y Fieldhouse, 1962) abordan este problema intentando establecer un mismo conjunto de pesos para ponderar los outputs e inputs de todas las unidades organizativas. Por el contrario, los descubridores del DEA sostienen que cada unidad organizativa puede valorar sus otputs e inputs de manera diferente.

La forma de determinar los mejores conjuntos de pesos para los outputs e inputs de cada unidad organizativa constituye el núcleo analítico de la metodología DEA. De esta manera la eficencia de la unidad j-ésima se obtendrá maximizando el cociente que mide la eficiencia de dicha unidad, condicionando el proceso de optimización a que la eficiencia de todas las unidades organizativas, incluyendo la propia unidad j-ésima, sea menor o igual que la unidad.

En términos analíticos, se propone formular un modelo de programación fraccional, cuyas variables representan los pesos más favorables para la unidad organizativa j-ésima. La estructura algebraica del modelo, tal como lo propusieran Charnes et al. (1978), para la unidad j-ésima es la siguiente:

$$\text{Max } E_j = \frac{\sum_{i=1}^{m} U_i Y_{ij}}{\sum_{i=1}^{n} V_i X_{ij}}$$

$$s.a.$$

$$\frac{\sum_{i=1}^{m} U_i Y_{ij}}{\sum_{i=1}^{n} V_i X_{ij}} \leq 1, \forall_j$$

$$U_i \geq \zeta,$$

$$V_i \geq \zeta,$$

Donde, ζ es un pequeño término de perturbación (por ejemplo igual a 0,001).

La solución del modelo anterior proporciona una cuantificación de la eficiencia relativa de la unidad organizativa j-ésima con respecto a las demás unidades, así como los mejores valores de los pesos que han permitido alcanzar dicha eficiencia.

Si en el óptimo $E_j = 1$, entonces podemos decir que la correspondiente unidad j-ésima es eficiente en términos relativos con respecto a las otras k-1 unidades. Por el contrario si, $E_j < 1$ significa que, aún habiendo elegido la unidad j-ésima sus pesos más favorables, existen unidades organizativas en la muestra analizada que combinan sus inputs y outputs de una manera más eficiente.

La inclusión de los términos de perturbación se hizo para evitar la posibilidad de que los pesos o ponderaciones pudieran tomar valores nulos. Posteriormente algunos autores (Charnes et al., 1986) referido por Damas Rico (1996) demuestran cómo el valor de ζ, no influye significativamente en el valor de la eficiencia estimada por el modelo pudiendo originar errores de interpretación al ignorar las unidades en que se miden los inputs y los

outputs, así como generar dificultades operativas. Por tanto, en lo que sigue, igual a lo que sucede en la literatura más reciente sobre DEA, dichos términos de perturbación no se consideran en la formulación de los correspondientes modelos.

Para resolver el modelo de programación fraccional (último modelo propuesto) hay que proceder a su linealización. El proceso de linealización es sencillo si tenemos en cuenta que en la maximización de una fracción lo que realmente cuenta no son los valores individuales, sino los valores relativos que alcanzan el numerador y denominador de la correspondiente fracción. Es decir, se alcanzará el mismo valor óptimo de la fracción E_j procediendo a su maximización, que maximizando el numerador de la misma e igualando el denominador a una constante.

Por lo tanto, Damas Rico (1996) adopta la siguiente formulación:

$$\text{Max } \mathrm{E_j} = \sum_{1}^{n} U_i Y_{ij}$$

$$s.a.$$

$$\sum_{1}^{m} V_i X_{ij} = \text{Constante}$$

$$\sum_{1}^{m} U_i Y_{ij} - \sum_{1}^{n} V_i X_{ij} \leq 0, \forall_j$$

$$U_i \leq 0; V_i \leq 0$$

Resolviendo el problema lineal anterior, obtenemos una medición de la eficiencia relativa de cada una de las unidades organizativas. Si el óptimo de la función objetivo E_j es igual a la unidad, ello implica que la unidad organizativa a ser analizada es eficiente. Por el contrario, si el óptimo E_j es menor que uno, la unidad organizativa es ineficiente.

Damas Rico (1996) ejemplifica este concepto de eficiencia, considerando que E_j= 0,60, lo cual significa que la unidad organizativa a ser analizada, podría si fuera eficiente, desarrollar su nivel de actividad con solo un 60% de los recursos que usa en la actualidad.

Software Utilizado – DEAP (Programa de análisis no paramétrico de eficiencia)

El programa (DEAP) está escrito en "Fortran", para IBM, compatible con PC. Su ejecución es muy rápida y de utilización simple. Para más información consultar Coelli (1996) donde se puede profundizar el diseño y funcionamiento del programa.

Este programa incluye tres tipos de opciones principales: 1) cálculo de la eficiencia técnica y de escala; 2) cálculo de la eficiencia económica; y 3) cálculo del índice de Malmquist.

Los datos (observaciones) tienen que estar organizados y listados, presentándo las columnas de los outputs seguidas por las columnas de los inputs, para cada unidad organizativa.

Los resultados del programa (Coelli,1996) son: eficiencia técnica a rendimientos constantes (CSR), eficiencia técnica a rendimientos variables (VRS), la eficiencia de escala (scale) y la eficiencia económica, variables residuales, "peers" o explotaciones con mejores resultads, y cambios en los índices tecnológicos.

El Análisis de Eficiencia no Paramétrico (DEA) y el Análisis multicriterio

Para Stewart (1996) el DEA y el análisis multicriterio son dos de los campos más importantes de la ciencia de la gestión, que surgieron en la segunda mitad del siglo y que parten de instrumentos matemáticos tradicionales, programación lineal, para ayudar en la toma de decisión.

Stewart (1996) señala que los enfoques del DEA y multicriterio han sido desarrollados, en gran extensión, independentemente uno del otro, lo que produce que los fundamentos teóricos de cada uno sean diferentes:

- El DEA compara las unidades organizativas en términos de eficiencia en la coversión de inputs y outputs.

- El análisis multicriterio, ordena o elije alternativas en presencia de objetivos en conflicto. Cada alternativa describe la "perfomance" de cada criterio, atributos y objetivos. Este análisis pretende apoyar la decisión entre las varias alternativas y alcanzar la solución ideal. Los criterios pueden ser medidos en costes (inputs) y beneficios (outputs). Es este punto que conecta los dos enfoques: DEA y multicriterio.

Para Stewart (1996) estos dos enfoques coinciden en la formulación, (aunque sus fines y objetivos sean distintos), si considerarmos los inputs y outputs como atributos o criterios, en la estimación de la eficiencia de las unidades organizativas de DEA, con la minimización de los inputs o la maximización de los outputs. También este investigador hace la correspondencia de las soluciones eficientes de DEA con las soluciones no dominadas (óptimo de Pareto) del análisis multicriterio. Las soluciones dominadas corresponden a mayores usos de inputs y a menores producciones de outputs.

Mientras estos dos enfoques sean diferentes, pueden proporcionar conocimientos importantes uno al otro. El DEA promueve conocimiento en cuanto a la "perfomance" de las unidades organizativas. El análisis multicriterio, promueve un conocimiento relativo al juzgamiento de valores.

Cooper (1999) considera que la estructura analítica del DEA, sugiere que este método es una variante de la programación por metas (análisis multicriterio).

Glokas (1997) aplica las metodologías de DEA, análisis de regresión, y análisis multicriterio (programación por metas), por separado o en conjunto,

para estimar la eficiencia de los costes marginales de los outputs, en unidades organizativas homogéneas (hospitales). El coste total es función de los doctores, de los enfermos regulares e internos y otros varios enfermos.

Este es un nuevo procedimiento para calcular la eficiencia de los costes marginales, recurriendo al análisis multicriterio y DEA. El análisis no paramétrico de eficiencia estima una frontera empírica donde la variable dependiente (coste) es proyectada. La programación por metas o análisis de regresión es aplicado a los datos para producir parámetros estimados de una función de producción. Es decir, la cantidad de ineficiencia, en una primera etapa, y estimar la función coste en una segunda etapa (Glokas, 1997). Los resultados apuntan a que el modelo DEA con dos niveles de prioridad en la programación por metas, se presenta como la mejor análisis del coste marginal de los outputs.

6.3. Aplicaciones del DEA a la Agricultura

Entre las aplicaciones del DEA a la agricultura comentaremos las elaboradas por Reinhardn y Thijssen (2000), Jaforullah y Whiteman (1999), Damas Rico (1996), Gonzalez Fidalgo et al. (1996) y Färe y Whiltaker (1995).

Reinhardn y Thijssen (2000) estiman la eficiencia del uso de nitrógeno en 434 explotaciones de leche en Alemania para 6 años. La eficiencia del nitrógeno es estimada por el coste sombra del sistema. La eficiencia media del nitrógeno es de 56%. Este trabajo es de extrema importancia, debido a la política ambiental y agrícola de la Unión Europea, a veces penalizadora de agriculturas que utilizan grandes cantidades de abono. Los outputs incluyen leche y carne combinados en un índice único y los inputs gastos asociados a la ganadería (abonos, trabajo, energía, etc.).

Reinhard et al. (2000) estiman la eficiencia ambiental de 613 explotaciones lecheras de Alemania de 1991 a 1994, que integran el RICA, por métodos paramétricos (análisis estocástica de frontera) y por métodos no paramétricos (DEA). Este estudio es una extensión del enfoque desarrollado

por Reinhard et al. (1999), pero se introducen los métodos no paramétricos para estimar la eficiencia e incluye múltiples inputs ambientales.

La eficiencia técnica media (orientada para output) por Reinhard et al. (2000) varía de un 89% en los métodos paramétricos a un 78% en DEA. Los outputs incluyen producción de leche, carne y otros ingresos, y los intputs convencionales: trabajo, capital, inputs variables y detrimentos ambientales. Estos son medidos por la diferencia entre los outputs e inputs de nitrógeno, fosfatos y energía total.

Jaforullah y Whiteman (1999) estiman la eficiencia de escala a 264 explotaciones ganaderas de Nueva Zelanda. El trabajo tiene como objetivo estimar la eficiencia de las explotaciones lecheras, después del incremento del área de las mismas. Se ha asumido como productos de la explotación: grasa de la leche, sólidos de la leche, proteína de la leche, y como inputs: tierra (hectáreas), trabajo (horas), animales de producción lechera (número), y costes en alimentación de concentrados, fertilizantes, medicinas y capital (de equipamientos y construcciones).

Los resultados de la eficiencia de escala de Jaforullah y Whiteman (1999) apuntan que un 19% de las explotaciones lecheras son eficientes, que un 28% funcionan por encima de la escala eficiente óptima a largo plazo, y un 53% debajo de la escala eficiente óptima.

La eficiencia técnica media pura estimada por Jaforullah y Whiteman (1999) para el grupo de explotaciones analizada es del 83%. Esto implica que las explotaciones lecheras de Nueva Zelanda pueden disminuir en un 17% sus inputs para funcionar eficientemente. El 6% de la ineficiencia es debida a ineficiencia de escala y el 11% restante debido a la ineficiencia técnica. El DEA sugiere, que la dimensión óptima de las explotaciones dependen de la configuración propia de input-output de cada una.

Fraser y Cordina (1999) utilizaron el DEA para estimar la eficiencia técnica (a rendimientos constantes) de 50 explotaciones lecheras (de regadío) en

Australia, para 1994-95 y 1995-96. Utilizaron un output: total de grasa y proteína (kilogramos); y seis inputs: vacas en ordeño (número), área de pasto (hectárea), cantidad de agua de riego (megalitros), alimentación suplementaria (megajoules de energía metabolizable), fertilizantes (toneladas) y trabajo (horas). Calculan la eficiencia orientada para el input y para el output. La eficiencia técnica media estimada para 1994-95 ha sido de 90,5% y de 90,8% para 1995-96.

Tauer (1998) ha utilizado un panel de datos (de 1985 a 1993) y la metodología DEA en el análisis de 70 explotaciones lecheras de Nueva York. Sus resultados no son comparables porque utiliza una metodología diferente a la de nuestro estudio. Es decir, utiliza el índice de productividad de Malmquist, en las explotaciones lecheras y lo subdivide en cambios tecnológicos y cambios de eficiencia.

Tauer (1998) incluye como outputs la producción de leche y otros (subvenciones y otros ingresos), y como inputs los gastos variables asociados a la ganadería de leche (abonos, alimentos, medicinas, entre otros). A lo largo del período considerado (9 años), 42 explotaciones ganaderas incrementan la eficiencia y 28 disminuyen la eficiencia. La eficiencia media estimada por el índice de Malmquist fue de 0,862.

Färe y Whiltaker (1995) comparan la eficiencia media para rebaños pequeños (menos de 50 animales), medios (de 50 a 100 animales) y grandes (más de 100 animales). En todos los casos la eficiencia de las explotaciones es mayor cuando se incluyen los productos intermedios, por aumentar el número de variables, aunque no presenten diferencias significativas. Esto está de acuerdo con los métodos no paramétricos (inclusive DEA) que estan relacionados con la dimensión, es decir, con el número de variables incluidos en los inputs y outputs. Como consecuencia, cuanto más variables, más explotaciones (observaciones) eficientes.

Una manera de incrementar el número de variables es considerar los inputs y outputs intermedios. Färe y Whiltaker (1995) aplican este enfoque a la

ganadería, y consideran como output final: leche, como inputs agrícolas: abonos, semilla, tierra, inputs comunes: trabajo, equipos, amortización, etc., inputs intermedios (pastos) e inputs asociados a la producción de leche (medicinas, pienso, etc.).

Cloutier y Rowley (1993) aplicaran DEA para estimar la eficiencia técnica de 187 explotaciones lecheras de Quebec, para dos años (1988 y 1989). Los outputs utilizados fueron: producción de leche (litros), ingresos de venta de leche y otros ingresos (moneda). Los inputs utilizados fueron: vacas, trabajo, tierra (hectáreas), alimentación y otra combinación de inputs.

El enfoque del DEA ha sido elaborado a rendimientos constantes a la escala. La eficiencia media calculada fue deun 88 y 91% para 1988 y 1989 respectivamente y el 15 y 21 % de las explotaciones ganaderas eran eficientes. El número de explotaciones eficientes se incrementaba a lo largo de los períodos considerados. Estos investigadores sugieren que las explotaciones lecheras de mayor dimensión aparentan ser más eficientes que las más pequeñas.

Damas Rico (1996) analiza la eficiencia relativa de las almazaras cooperativas de la provincia de Jaén. Para estimar la eficiencia elije como inputs del sistema el capital propio y el inmovilizado material; y como output la materia prima (retornos “via precios”), los retornos cooperativos (retornos propiamente dichos) y las reservas (retornos sociales).

Damas Rico (1996) aplica el análisis de eficiencia a cada uno de los cuatro clusters (obtenidos a lo largo de su investigación) cinco cooperativas, estimando la eficiencia de la cooperativa para cuatro años diferentes. Por ejemplo, los resultados obtenidos en 1993, último año estudiado, el grupo de explotaciones III, son las más eficientes, apuntando como principal causa, la política de saneamiento de la empresa.

Gonzalez Fidalgo et al. (1996) aplica el análisis de eficiencia a 133 explotaciones lecheras de Asturias. Estos investigadores utilizan como

outputs la producción anual de leche en miles de litros; y como inputs, unidades de trabajo humano, hectáreas de superficie agrícola, y el número de vacas el último día de cada mes, concentrados consumidos por las vacas, en miles de kilogramos y depreciación de maquinaria e instalaciones de la explotación, en miles de pesetas.

Gonzalez Fidalgo et al. (1996) obtuvieron un índice de eficiencia técnica global medio de 78%, con un coeficiente de variación de 0,16. Lo que demuestra que sería técnicamente posible producir la misma cantidad de leche con un 78% de los inputs empleados, por lo cual existe un margen para el ahorro de recursos del 22%. Sólo el 5% de las explotaciones son técnicamente eficientes, mientras que esta cifra asciende al 20% cuando no se consideran ineficiencias de escala y al 53% cuando no se consideran ineficiencias de congestión. Por tanto, este estudio pone de manifiesto la existencia de un margen considerable para aumentar la eficiencia técnica en las explotaciones lecheras asturianas.

6.4. Fases de Aplicación del Análisis no Paramétrico de Eficiencia (DEA)

Las variables elegidas para estimar la eficiencia de las explotaciones lecheras de las Azores resultaron de tres modelos orientados para input.

Modelo 1:

- Output: producción de litros de leche por año y por explotación
- Input: superficie agrícola utilizada, número de vacas y costes totales asociados a la actividad ganadera.

El coste total en el modelo 1, incluye los costes variables, los costes fijos, las subvenciones y la venta de carne. Las subvenciones representan un coste (input), una vez que las empresas eficientes no necesitarían de apoyos para sobrevivir. En los costes se ha incluido el coste de venta de carne.

Pero como la venta de carne es una actividad complementaria a la producción de leche y su representatividad es muy baja en los ingresos totales, como se ha verificado en el capítulo III, se ha eliminado de análisis posteriores.

Modelo 2:

- Output: producción de litros de leche por año y por explotación, y la cantidad monetaria de subvenciones referidas

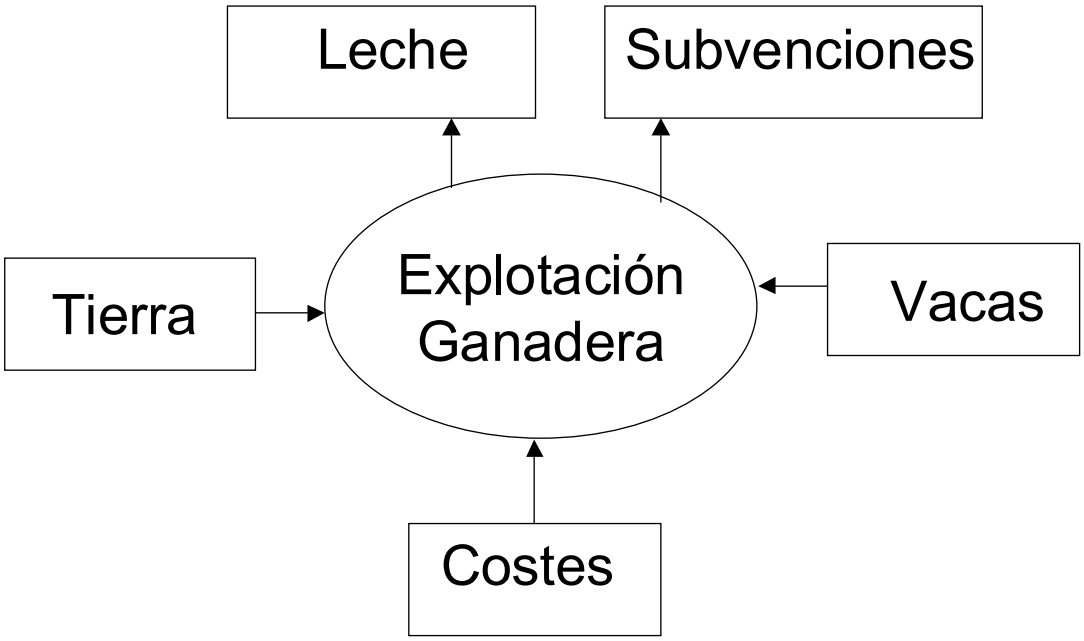
- Input: superficie agrícola utilizada, número de vacas y costes totales (variables y fijos) asociados a la actividad ganadera.

Modelo 3:

- Output: producción de litros de leche por año y por explotación

- Input: superficie agrícola utilizada, número de vacas y costes totales (variables y fijos) asociados a la actividad ganadera.

Las variables utilizadas en los inputs y outputs del Modelo 2, se pueden observar en el siguiente esquema:



Esquema 6.1. Variables utilizadas en DEA.

Los datos se obtuvieron de las 174 explotaciones ganaderas de la base de RICA(A) y son las mismas que se han tomado para definir las tipologías del capítulo III.

Los tres criterios utilizados para elegir las variables que permitiesen obtener explotaciones de producción de leche “puras” fueron:

- Primer criterio: eliminar las explotaciones ganaderas que presentasen costes negativos, y por consiguiente se eliminaron cinco (5).

- Segundo criterio: eliminar las explotaciones (19), cuya producción por vaca y por año fuese inferior a 3.500 litros de leche.

- Tercer criterio: eliminar las explotaciones (27) cuyo índice correspondiente al número de vacas por el total de ganado vacuno de la explotación, fuese inferior a 0,66. Las ganaderías de producción leche pura son (123) en nuestro análisis.

- Cuarto criterio: el análisis posterior de los datos detectó un error en la producción de vaca por año en la explotación de la RICA(A) número 75.012, y cuya producción presentada era de 58.833 litros de leche por animal y año.

Finalmente, se utilizan 122 explotaciones de producción lechera en las Azores, y se estima la eficiencia de la explotación por la siguiente expresión:

$$E_j = \frac{W_1 \text{litros leche} + W_2 \text{Subvenciones}}{\left(W_3 \text{SAU} + W_4 \text{CN} + W_5 \text{costes}\right)}$$

En la que,

E_j, es la eficiencia técnica y que corresponde al CRSTE del software utilizado.

W_1, W_2, W_3 W_4 y W_5 son los pesos atribuidos los outputs e inputs.

SAU, la superficie agrícola utilizada.

CN, el número de animales de producción de leche.

Costes, son los gastos totales asociados a la actividad ganadera.

Los resultados de los modelos muestran que hay más explotaciones ganaderas eficientes, cuando se integran las subvenciones (Tabla 6.1.). La eficiencia técnica media baja de 0,664 en el modelo 2, para 0,652 en el modelo I e iguala el valor del modelo 3. El modelo 1 integra un output: leche y tres inputs: tierra, animales y costes (incluye las subvenciones).

El mayor número de explotaciones eficientes (9) está en el modelo 2, es decir, el modelo que incluye las subvenciones y la leche como outputs y como inputs: tierra, animales y costes asociados a actividad ganadera (Tabla 6.1.).

El menor número de explotaciones eficientes corresponde a los modelo 1 y 3, que no incluye las subvenciones como output alternativo a la producción de leche. El modelo 3 integra los mismos costes que el modelo 2.

Al pasar del cálculo del modelo 2 (con subvenciones) para el modelo 3 (sin subvenciones), resulta que 22 explotaciones ganaderas disminuyen la eficiencia técnica, pero con variaciones pequeñas (ANEXOIII).

Como las subvenciones son una realidad en la Política Agrícola Común, y representan una fuente de ingresos en la explotación ganadera, optamos por incluirlas como output, en la estimación de la eficiencia media de las explotaciones ganaderas de leche de las islas de las Azores.

Tabla 6.1. Eficiencia técnica media en las explotaciones lecheras de Azores.

	Número explotaciones lecheras	Eficiencia técnica media
Modelo 1	5	0,652
Modelo 2	9	0,664
Modelo 3	5	0,652

Fuente: Elaboración propia.

A partir del análisis de estos datos, se optó por considerar el modelo 2 (es decir, incluir en los outputs las subvenciones y la producción de leche; y en los inputs: tierra, animales y costes asociados a la ganadería), como el que se ajusta más a la realidad de las Azores, esto es, dos outputs: producción de leche y subvenciones y tres inputs: superficie agrícola (tierra); número de animales y costes asociados a la ganadería (abonos, piensos, medicinas, carburantes y lubricantes, entre otros).

Tabla 6.2. Estadísticas de la eficiencia estimada para el Modelo 2 (con subvenciones).

	CRSTE	VRSTE	SCAL
Media	0,664	0,782	0,855
Desviación	0,154	0,160	0,123
Maximo	1	1	1
Minimo	0,286	0,375	0,491
Explotaciones eficientes	9	25	9

Fuente: Elaboración propia.

La eficiencia técnica média (a rendiminetos constantes) es la más baja (0,664) cuando comparada con la eficiencia (a rendimientos crecientes y de escala), 0,782 y 0,855 (tabla 7.2.).

La eficiencia técnica media obtenida fue de 0,664. Es decir, sería técnicamente posible producir la misma cantidad de leche con un 66,4% de los inputs empleados, por lo cual existe un margen para el ahorro de recursos del 33,6%. Esto significa, que se puede mejorar la eficiencia técnica de la mayor parte de las explotaciones lecheras de las Azores

Solamente nueve explotaciones eran eficientes (E_j=1), lo que representa un 7,37% del total.

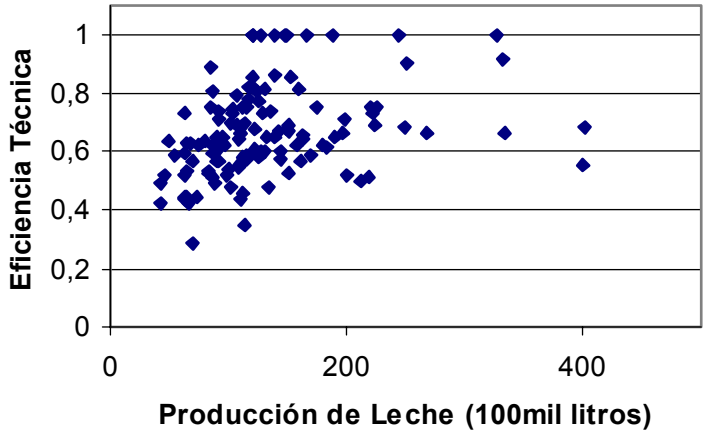
Pero si se calcula la eficiencia técnica a rendimientos variables (VRS), esta cifra asciende al 20,5% de las explotaciones lecheras eficientes.

En el gráfico 6.1. se observa que las explotaciones eficientes (igual a la unidad) son pocas, alrededor de nueve y que existen explotaciones eficientes en cualquier escala de producción de leche, es decir, con

producciones mayores que 100.000 litros de leche hasta cerca de los 300.000 litros de leche.

La mayor parte de las explotaciones eficientes estan en el intervalo de producción de leche de 100.000 a 200.000 litros de leche.

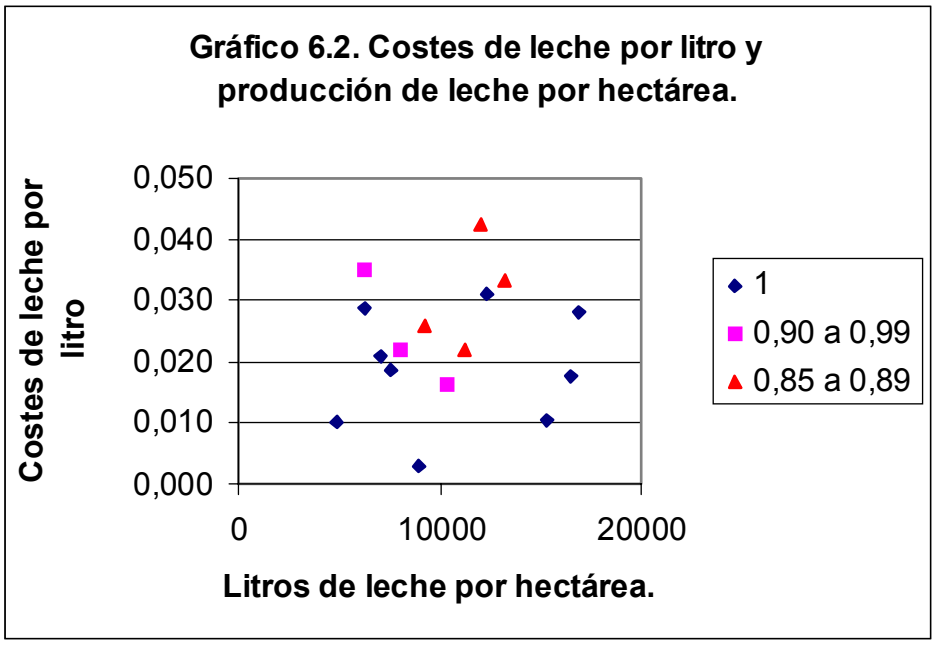
Gráfico 6.1. Producción de leche y eficiencia técnica de las ganaderías de las Azores.



Fuente: Elaboración propia

Las explotaciones eficientes desde el punto de vista técnico se caracterizan por (Gráfico 6.2.):

- Los costes de leche por litro tienden a ser más bajos.
- La eficiencia es independiente de la producción de leche por hectárea. Es decir, hay explotaciones eficientes a cualquier nivel de producción de leche.



Fuente: Elaboración propia

Al comparar las explotaciones ganaderas eficientes con los grupos de los ganaderos obtenidos en el capítulo III, resulta que seis (66% del total) explotaciones eficientes pertenecen al "cluster" III, el cluster más intensivo y también con mayores producciones de leche por hectárea, dos explotaciones al "cluster" II el más extensivo, y también con menores producciones de leche por hectárea, y una explotación al "cluster" I, como una explotación con producciones intermedias.

En resumen, en todos los grupos de ganaderos productores de leche de las Azores, surgen explotaciones eficientes.

Al comparar los resultados obtenidos en este estudio con otros estudios de ganadería de leche, observamos que:

- la eficiencia técnica estimada para las explotaciones ganaderas de leche, aunque sea la más baja, está por encima del 50%. Conviene señalar que la mayor parte de estas investigaciones, se realizan en países como Australia, Canadá y Nueva Zelanda, que se caracterizan por explotaciones lecheras de gran dimensión, y que la dimensión parece estar relacionada con más eficiencia (Mohammad y Whiteman, 1999).

- el número de explotaciones eficientes se acerca a algunos de los estudios efectuados, pero hay que mejorar las eficiencias de las explotaciones ganaderas de las Azores para que sean más competitivas.

Tabla 6.3. Comparación con otros estudios de ganaderías de leche.

	A	B	B	C	C	D	E
Eficiencia Técnica (%)	83,0	90,5	90,8	88,0	91,0	88,0	66,4
Nº Explotaciones	264	50	50	187	187	133	122
Explotaciones eficientes (%)	19	24	20	15	21	5	7
Período	1996	1995	1996	1988	1989	1991	1996

Fuente: Elaboración propia.

(A - Mohammad y Whiteman (1999); B – Fraser y Cordina (1999); C - Cloutier y Rowley (1993); D - Gonzalez Fidalgo et al. (1996); E – Nuestro Caso).

Los resultados muestran que las explotaciones ganaderas de producción de leche de las Azores pueden mejorar la eficiencia técnica, pues estan utilizando los recursos disponibles por debajo de sus potencialidades. Las explotaciones lecheras eficientes en las Azores producen principalmente a bajos costes por litro de leche. Existen explotaciones ganaderas de leche eficientes técnicamente en todos los tipos de ganaderos definidos en las Azores, pero que están más relacionados con el grupo III, esto es, el grupo de ganaderos más intensivo (animales por hectárea superior a 2,4).

Se ha estimado la función de utilidad para una explotación lechera eficiente (72.123) de la base de datos de RICA de 1996, esperando que el objetivo margen bruto tuviese alguna ponderación. Este enfoque se basa en Stewart (1996) que refiere que solo las unidades organizativas eficientes pueden ser

optimizadas. Es decir, en el análisis multicriterio, lo que se pretende es alcanzar una situación mejor (elegir la mejor unidad), y el concepto de eficiencia que sostiene DEA es irrevelante, una vez que solo las unidades eficientes pueden ser optimizadas.

Los resultados obtenidos, siguen la tendencia ya encontrada, es decir, peso de 57,33% para el MOTAD y 42,45% para la estacionalidad de mano de obra y el margen bruto sigue omiso.

6.5. Conclusiones

En este capítulo hemos empleado una vez más las técnicas de la investigación operativa con fines de análisis exploratorio de datos (Cooper, 1999). Es decir, hemos partido de unos datos que no tienen la cantidad o calidad suficiente para obtener una información de contraste de hipótesis estadística con la exactitud acostumbrada por la metodología. Por tanto, hemos empleado técnicas no paramétricas como una herramienta de análisis de la realidad. Cuando la información de que se dispone es de una calidad media aunque ayuda a comprender la realidad no tiene la precisión que nos gustaría.

Concluímos que la eficiencia no es característica única de un solo tipo de explotación, ya que tenemos explotaciones ganaderas lecheras eficientes en cada tipo de grupos de ganaderos de las Azores. Es decir, cualquiera que sea el grado de intensificación, existen explotaciones lecheras eficientes, aunque aumenten con el sistema más intensivo de producción leche.

CAPITULO VII– CONCLUSIONES Y LIMITACIONES

CAPITULO VII – CONCLUSIONES Y LIMITACIONES

En las Azores la agricultura, especialmente la producción de leche, es una realidad agrícola, bien por su importancia en el empleo agrícola, bien por su participación en el producto agrícola de la región. La producción de leche se presenta y sigue como el motor de desarrollo de las Azores.

Para obtener información de la realidad agrícola de las Azores aprovechamos las fuentes de información ya existentes. La base de datos agrícola utilizada pertenece a la Red Contable Agrícola (red de información europea). Esta fuente de información ha sido muy cuestionada por su representatividad de la realidad agrícola en los países de la Unión Europea, pero fue utilizada en algunos trabajos de investigación, como por ejemplo: Reinhard y Thijssen (2000), Reinhard et al. (2000), Reinhard et al. (1999) en Alemania, Allanson y Hubbard (1999) en Inglaterra, Judez y Chaya (1999) en España, y Hallam y Machado (1996) en Portugal.

Cabe mencionar, que son los datos de RICA los que permiten a los gobernantes de la Unión Europea tomar las decisiones políticas en relación a la agricultura de cada país. Aunque sea una fuente de información "incompleta", siempre podrá existir la oportunidad de buscar información complementaria a los agricultores que pertenencen a RICA. Esto permitiría elaborar un análisis más adecuado a la situación regional.

También se utilizan los datos del INRA (Institute de Reserche Agricole) por no existir la información referente a alimentación del ganado vacuno para las Azores (Portugal). Según los expertos entrevistados, los datos del INRA reflejan de algún modo la realidad agrícola de las Azores. Pero sería de todo interés para la ganadería de las Azores, tener esta fuente de información, elaborada por los especialistas en la nutrición y alimentación del ganado vacuno de leche y carne, específica para las Azores.

Se ha optado por el análisis cluster para permitir la comparación con otros estudios ya realizados en las Azores. El análisis de grupo permitió definir

tres tipos de ganaderos de las Azores, a partir del grado de intensificación (intensivo, extensivo y intermedio), y nos parece que para efectos del análisis posterior, es suficiente, por permitir estimar las funciones de utilidad esperadas para cada uno de los tres grupos, que presentaban algunas diferencias.

Este trabajo de investigación elabora un modelo multicriterio para estimar las funciones de utilidad para los tres grupos de ganaderos definidos por el análisis cluster. A pesar de la limitación que deriva del concepto de modelo: "Los modelos son construcciones lógico-matemáticas que reflejan áreas del mundo real" (Romero, 1993-a), pensamos que el modelo desarrollado, constituye un instrumento que permite el apoyo a la toma de decisión de los ganaderos de las islas objeto de estudio.

Qureshi et al. (1999) hacen referencia a que un modelo es una versión simplificada de una parte de la realidad, no una copia. Es decir, representará una simplificación de la realidad, lo cual supone su mayor desventaja. En resumen, este modelo es una representación operativa de la realidad ganadera de leche de las Azores, lo cual permite la toma de decisiónes.

Se ha utilizado el "solver del excel" para elaborar el modelo porque era lo que estaba disponible en la Universidad de Azores, donde se trabajó algún tiempo, pero creemos que la utilización de otros paquetes informáticos, como el "LINDO" y "GAMS", darían los mismos resultados.

Sería importante realizar un estudio que permitiese estimar con más profundidad cuales son los objetivos reales de los ganaderos de las Azores. Este estudio pasaría por encuestar gran parte de los ganaderos de las Azores, para que se pudiese desarrollar, quizás, un modelo más adecuado a sus preferencias reales.

A partir de estos objetivos se estimarían con más seguridad las funciones de utilidad de los ganaderos productores de leche de las Azores, y se aplicarían con más seguridad las políticas agrícolas. Es decir, se puede estar aplicando

políticas a las Azores, presuponiendo que el objetivo principal es el tradicionalmente utilizado (maximización del margen bruto), y no estar tal propósito en acuerdo con las preferencias reveladas por los ganaderos de leche de las Azores (por lo menos a partir de los datos utilizados en este trabajo, así como de las funciones utilidad estimadas).

El poco peso del margen bruto en las funciones estimadas para los grupos de ganaderos de las Azores, aunque sea extraño es posible. Lo mismo verificaran algunos investigadores como Rodríguez Ocaña (1996) y Amador et al. (1997), los cuales subrayan que los ganaderos tienen un comportamiento compatible con distintos objetivos, que difieren considerablemente del objetivo: maximización del margen bruto.

En sistemas de información imperfecta puede haber otros criterios de decisión distintos a los los tradicionales de maximización del margen bruto o minimización de los costes (Dentinho, 1994 y Tauer, 1995). En consecuencia de esta suposición, se puede inferir que en las Azores, quizá los sistemas de información sean imperfectos y que haya necesidad de cambiar los mismos sistemas de información a través de una investigación cuidada y ajustar el modelo a la toma de decisión a partir de la información de un período anterior. Es decir, analizar los datos del año anterior condicionan la toma de decisión en el período actual.

Sería importante desarrollar una línea de investigación que permitiese relacionar los sistemas de información de las Azores (información interna y externa a la explotación ganadera) con los objetivos y decisiones de los ganaderos.

Lo que permite la función de utilidad estimada por el proceso no interactivo, a partir de la programación multicriterio es, 1) ser capaz de reproducir con algún grado de seguridad el comportamiento de la mayor parte de los ganaderos del grupo, y 2) que los agricultores analizados representan la media de los agricultores del grupo.

Para finalizar el tema de la posible problemática de la poca importancia del margen bruto, en las funciones de utilidad estimadas para los ganaderos de las Azores, transcriviremos una parte del texto de Amador et al. (1997) por parecernos oportuno:

"Algunos especialistas pueden estar sorprendidos por la hipótesis de que el grupo analizado se comporta *como si* todos tuviesen los mismos objetivos. Paradójicamente la mayor parte de las aplicaciones de programación matemática revisadas en la literatura, asumen de una manera o otra que todos los agricultores maximizan el margen bruto, lo que no conlleva a grandes sorpresas para la mayor parte de los especialistas!".

Este trabajo puede potenciar un estudio que incluya la influencia de algunos factores de producción, por ejemplo los fertilizantes nitrogenados. Aunque se conocen valores de las cantidades medias de abono utilizadas y de lluvia, no se conocen la pendiente, la lixiviación, las leguminosas en asociación y otros factores que pueden influir en los excedentes de abonos nitrogenados. Esta tema podría ser más explorado para conocerse mejor los efectos relativos a exceso de abono nitrogenado.

La eficiencia técnica estimada en la explotaciones de leche de las Azores, nos induce a pensar a que queda mucho que hacer para mejorarla. Hay que determinar lo que está condicionando la poca eficiencia técnica y desarrollar medidas que serán transmitidas a los ganaderos, a través de servicios de extensión rural adecuados.

Por último, nos parece que el conocimiento de la toma de decisiones por los ganaderos de leche de las Azores, es muy escaso. Hay que desarrollar investigaciones en esta área, buscar información complementaria y analizarla para permitir que la ganadería se mejore desde un punto de vista técnico, económico y ambiental, para permitir el desarrollo del sector lácteo, y del desarrollo de las Azores.

A pesar de las limitaciones y líneas de investigación anteriormente descritas, creemos que este trabajo de investigación reviste gran importancia para la toma de decisión de los ganaderos de las Azores.

Este trabajo doctoral, fue productivo en las siguientes situaciones:

1) profundización en el conocimiento general de la realidad ganadera de leche de las Azores, y específicamente de la estructura de los gastos y producto agrario, y de la toma de decisión de los ganaderos productores de leche de las Azores;

2) definición de tipos homogéneos de ganaderos, a partir del grado de intensificación, a los cuales se pueden aplicar políticas agrícolas similares;

3) estimar la ponderación de los objetivos, en que se observa que el objetivo tradicional del margen bruto, no es estimado considerando su primordial importancia, y que es sustituido por la minimización de la estacionalidad de mano de obra y minimización del riesgo asociado a la actividad agrícola. Esto puede implicar cambios en la aplicación de las políticas agrícolas en curso en las Azores;

4) estimar la eficiencia de las ganaderías de leche, utilizando una metodología no paramétrica.

En resumen, nos parece que este trabajo de algún modo, puede servir como fuente de información sobre la realidad agrícola para los decisores políticos y podrá ser la base de otros trabajos de investigación.

BIBLIOGRAFIA

Amador, F., J.M. Sumpsi y C. Romero, “A non-interactive Methodology to Assess Farmer`s Utility Functions: An Application to Large Farms in Andalusie, Spain”, *European Review of Agricultural Economics*, 1998:92-109.

Alaejos, A.M. y J.A. Cañas, "Selección de Planes de Cultivo en Contexto de Riesgo Mediante el Modelo Media-DAP", *Invest.agr.Econ.*, 8(2), 1993: 165-183.

Alarcon, S., R. Alonso Sebastian y A. Serrano, “Modelización de Explotaciones Agrarias Mediante Programación Matematica. Una Applicación en la Comarca de Arevalo-Madrigal (Avila)”, *Invest.Agr.Econ.,* vol 12 (1,2 y 3), 1997:299-320.

Albert, P. C. y A. Muñoz, *Economia de los Mercados Agrarios*, Ed. MundiPrensa, Madrid, 1993.

Allanson, P. y L. Hubbard, “On the Comparative-Evaluation of Agricultural Income Distribuitions in the European-Union”, *European Review of Agricultural Economics*, 26, 1, 1999:1-17.

Alonso, R. y A. Serrano, “Los Métodos Multicriterio Discretos Aplicados a la Valorización Agraria”, *Invest.Agr.Econ.,* vol 12 (1,2 y 3), 1997:393-408.

Alvarez, A.M., E.Gonzalez, “Using Cross-Section Data to Adjust Technical Efficiency Indexes Estimated with Panel Data”, *American Journal of Agricultural Economics*, 81, 1999:894-901.

Amaral, J. B.M., "Perspectivas de desenvolvimento da Região Autónoma dos Açores", Boletim do Conselho Nacional do Plano, (N S), nº113, 1987:77-85.

Amador, F., A. Barco y C. Romero, “Multiobjectives in Agricultural Planning: a compromise programming application”, *American Journal of Agricultural Economics*, vol.69, 1987:78-86.

Antunes, C., J. Alves, A. Silva, y J. Clímaco, “Algumas Reflexões sobre uma Base de Métodos de Programação Linear Multiobjectivo”, *Investigação Operacional*, vol.9, nº2, 1989:19-35.

Avillez, F., *Estudo de base microeconómica* sobre as perspectivas de desenvolvimento da agricultura dos Açores, ISA, 1991.

Barbier, B., “Induced Innovation and Land Degradation: Results from a bioeconomic Model of a Village in West Africa”, *Agricultural Economics*, 19, 1998:15-25.

Barros, M., *Planificación multicriterio de empresas lecheras integradas de islas Azores*, Licenciatura em Engenharia Agrícola, Departamento de Ciências Agrárias, Angra do Heroísmo, 1992.

Berbel, J. y J.A. Gomez-Limón, “The Impact of Water –Pricing Policy in Spain: an analysis of three irrigated areas”, *Agricultural Water Management*, 43, 2000:219-238.

Berbel, J., J.A.Cañas, J.A.Gómez-Limón, M.J. López y M.Arriaza, *Micromodelos de Gestión de Agua de Riego, analisis del Impacto socioeconómico y ambiental de una política de precios*, Editorial Vistalegre, Córdoba, 1999.

Berbel, J., M. Barros, "Planificacion Multicriterio de Empresas Agroganaderas con Bovino de Leche de Islas Azores (Portugal)", *Invest.agr.:Econ.*, 8(2), 1993: 197-208.

Berbel, J., “Risk Programming in Agricultural Systems: A Multiple Criteria Analysis”, *Agricultural Systems*, 41, 1993:275-288.

Berbel, J., La Modelización del Riesgo y la Incertidumbre en la Empresa Agraria, Proyecto Investigador, Documento de Trabajo, Córdoba, 1993-a).

Berbel, J., “Planificación del uso del Territorio y Programación matematica multicriterio”, *Revista de Estudios agro-sociales,* nº159 (enero-marzo), 1992:171-188.

Berbel, J., J. Gallego y H. Sagues, “Marketing goals vs business profitability: an interactive criteria decision-making approach”, *Agribusiness*, vol.7, nº6, 1991:537-549.

Berbel, J., "Un Algoritmo para Introducir el Riesgo en Modelos lineales de Decisión en la Agricultura", *Invest.agr.:Econ.*, 5(2), 1990: 165-177.

Brummer, B. y J.P. Loy, “The Technical Efficiency Impact of Farm Credit Programs - A Case Study of Northern Germany”, Journal of Agricultural Economics, 51, 3, 2000:405-418.

Cabanes, M., F. Amador y J. Romero, “Un Sistema de Objetivos de Corto Plazo para la Empresa Agraria”, *Invest.agr.:Econ.*, 3(1), 1988: 37-48.

Carretas, J. P.S., "Açores e Ambiente", *Atlântida-Ciências Sociais*, vol I,, 1987:117-139.

Carvalho, M. L.S., *Efeitos da Variablidade das Produções Vegetais na Produção Pecuária, aplicação em explorações Agro-pecuárias do alentejo: Situações Actual e Decorrentes da Nova PAC*, 1º prémio, III Edição do Prémio de Estudos de Economia Agrícola e Agro-Alimentar, APDEA, Associação Portuguesa de Economia Agrária, Lisboa, 1999.

Casaca, J. P.M., *O papel do sector leiteiro no desenvolvimento económico dos Açores. Uma perspectiva de integração económica*, Ponta Delgada, Universidade dos Açores, 1985.

Chagas, P., "Agropecuária & Informática. Açores com um Sistema de Vanguarda", *Agroeconomia*, nº2, 1995:72-73.

Chambel, F., *Um Modelo de Análise de Políticas Agrícolas. Uma Aplicação a Sistemas de Produção Agrícola da Região do Alentejo*, Dissertação de Mestrado, Instituto superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 1995.

Charnes, A., W.W. Cooper y E. Rhodes, "Measuring the Efficiency of Decision Making Units", European Journal of Operational Research, 2, 1978:429-444.

Cloutier, L.M. y R. Rowley, "Relative Technical Efficiency: Data Envelopment Analysis and Quebec`s Dairy Farms", *Canadian Journal of Agricultural Economics,* 41, 1993:169-176.

Coelli, T. , *A Guide to DEAP version2.1.A Data Envelopment Analysis*, CEPA Working Paper, 96/08, 1996.

Coelli, T.J., "Recent Developments in Frontier Modelling and Efficiency Measurement", *Australian Journal of Agricultural Economics*, 39, 3, 1995:219-245.

Cooper, W.W., Operational Research/ Management Science: Where it`s been. Where it should be Going?, *Journal of Operational Research Society*, 50, 1999:3-11.

Costa, C. B. y M. Almeida, MENSOR Método Multicritério para Segmentação Ordenada, *Investigação Operacional*, vol.10, nº1, 1990:19-28.

Costa, C. B., "Introdução Geral às Abordagens Multicritério de Apoio à Tomada de Decisão", *Investigação Operacional*, vol.8, nº1, 1988:117-139.

Damas Rico, E. D., *Análisis Dinámico de la Estructura Economico-Financiera y de la Eficiencia de las Almazaras Cooperativas en la Provincia de Jaén*

Durante el Período 1975-1993. Tesis doctoral, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y de Montes, Universidad de Córdoba, 1996.

Delgado, M.L. y P. Caldentey, Segmentación del Mercado de Consumidores del Vino de Córdoba*, Invest.Agr.:Econ.*Vol.8(2),1993:209-221.

Dentinho, T. Ponce y E. Silva, *Information Systems of the Azores Dairy Farms*, VIII Congress of the EAAE, European Association Agricultural Economists, Edimburg, Scotland, September, 1996.

Dentinho, T. P., *Information and Communication Technologies and Regional Development. The Case of the Azores Dairy Value Chain*, A dissertation submitted for the degree of Philosofy, University of Newcastle-upon-Tyne, 1994.

Diário Insular, "Açores podem investir 400 milhões de contos", Diário Insular, Ano LIV, nº16252, 6 Maio 2000:5.

Digby, P.G. y R.A. Kempton*, Multivariate Analysis of Ecological Communities*. Population ad community biology series. Chapman&Hall, 3 ed., 1991.

Dias, E. M.F., *Métodos de Estudo e Análise de Vegetação- Comunidades Herbáceas,* Relatório da aula teórica ou prática prevista, no nº1 do artigo 58º, do Dec-Lei 448/79 de 13 de Novembro (ECDU), Departamento de Ciências Agrárias, Universidade dos Açores, Angra do Heroísmo, 1989.

Dicionário Prático Ilustrado, Lello Irmão Ed, Porto, 1990.

Enes, Isabel T., *Determinação da Tipologia das Explorações Agrícolas da Ilha Terceira*, Relatório de estágio em Engenharia Zootécnica, Departamento de Ciências Agrárias, Universidade dos Açores, Angra do Heroísmo, 1999.

Estácio, F., A.C.Lobão, y J.Barrocas, *Um modelo de Análise do Desenvolvimento do Sector Agrícola em Portugal*, Fundação Calouste Gulbenkian, Oeiras, 1976.

Färe, R. y G. Whittaker, 2An Intermediate Input Model of Dairy Production Using Complex Survey Data", *Journal of Agricultural Economics*, 46,2,1995:201-213.

Fernández-Palacios, José M. y A. de los Santos, *Ecología de las Islas Canarias. Muestreo y Análisis de Poblaciones y Comunidades*, Sociedad la Cosmológica, Santa Cruz de las Palmas, Islas Canarias, 1996.

Fernandez-Santos, S. Zekri, A. Casimiro Herruzo, "Impacto Economico-Ambiental del uso del Nitrógeno en una Cuenca de Riego del Guadalquivir", *Invest.agr.:Econ.*, 7(2), 1992: 325-338.

Fernández, F.J., A. Rodríguez y P. Ruiz, "Delimitación de Unidades Territoriales Homogéneas en Andalucía a partir de la Distribución de sus Cultivos", *Invest.Agr.:Econ.*Vol.11(1),1996:99-116.

Fraser, I. Y D. Cordina, "An Application of Data Envelopment Analysis to irrigated Dairy Farms in Northen Victoria, Australia", *Agricultural Syste*ms, 59, 1999:267-282.

Glokas, D. "The Use of Goal Programming and Data Envelopment Analysis for Estimating Efficient Marginal Costs Of Outputs", *Journal of the Operational Research Society*, 48, 1997:319-323.

Gomez-Limón, J.A. y J. Berbel, "Aplicación de una Metodología Multicriterio para la Estimación de los Objetivos de los Agricultores del Regadío Cordobés", *Invest.agr.Econ.*, 10(1), 1995: 103-123.

Gomez-Limón, J.A., y J. "Berbel, Multicriteria analysis of derived water demand functions: a Spanish case demand", *Agricultural Systems*, 63, 2000:49-72.

Gonzalez Fidalgo, E, A. Alvarez P. y C. Arias S., “Análisis no Paramétrico de Eficiencia en Explotaciones Lecheras”, *Invest.Agr.: Econ.,* Vol11(1), 1996:173-190.

Goodwin, P. y G.Wright , *Decision Analysis for Management Judg*ment, Ed. Jonh Wiley & Sons, 1991.

Guerreiro, J., A. Magalhães, y M. Ramalhete, *Programação Linear*, vol II, Mc-Graw-Hill de Portugal, 1985.

Hallan, D. y F. Machado, Efficiency Analysis with Panel Data- A Study of Portuguese Dairy Farms, *European Review of Agricultural Economics*, 23, 1, 1996:79-93.

Hayashi, K., “Multicriteria Analysis for Agricultural Resource Management: a critical survey and futures perspectives”, *European Journal of Operational Research*, 122, 2000:486-500.

Hardaker, J.B., R.B.M. Huirne y J.R. Anderson*, Coping with Risk in Agriculture,* Cab International, U.K., 1997.

Herrero, M., R.H.Fawcett, J.B. Dent, “Bioeconomic Evaluation of Daity Farm Management Scenarios using Integrated Simulation and Multiple-Criteria models”, *Agricultural Systems*, 62, 1999:169-188.

http:/www.drepa.raa.pt

http:/www.statistik.tuwien.ac.at (/public/dutt/lingue/node40.html, en 09.02. 2000.

http:/trochim.human.cornell.edu/tutorial/flyn/cluster.htm.09.02. 2000.

http:/www.astro.rug.nl/~midas/doc/94nov/vol2/node225.html, 2000.

http:/www.sbg.ac.at/geo/idrisi/geostat/tutorial(multivariate_statistics/cluster.html), 09.02. 2000.

http:/www.geocities.com

http:/www.ip.pt

http:/www.sbg.ac.at/geo/idrisi/geostat/tutorial(multivariate_statistics/outliers.html) 09.02.2000.

INRA (Institut National de la Recherche Agronomique), *Alimentation des bovins, ovins et caprins*, R. Jarrige ed., Paris, 1988.

Jaforullah, M. y J. Whiteman, "Scale efficiency in the New Zealand dairy industry: a non-parametric approach", *The Australian Journal and Resource Economics,* 43,4, 1999:523-541.

Jornal dos Jovens Agricultores, A quota de leite nos Açores, nº29, Janeiro/Fevereiro, 2000:7.

Jongman, R.H.G.; C.J.F. ter Braak y O.F.R. Tongeren, *Data Analysis in Community and Landscape Ecology*, Pudoc, Wageningen, 1987.

Jorge, R. "Potencialidades de Desenvolvimento da Agricultura Açoriana", Carrefour dos Açores, CIR-DCA, Ano I, Jan/Fev, nº4, 2000: 1 e 9-10.

Judez Asensio, L., *Técnicas de Análisis de Datos Multidimensionales*, Ministerio de Agricultura Pescas y Alimentación, Madrid, 1989.

Judez, L. y C. Chaya, "Effects of Geographical Stratification in a Farm Accountancy Data Network on the Accuracy of the Estimates", *Journal of Agricultural Economics*, 50, 3, 1999:388-399.

Keeney, R.L. y H. Raiffa, *Decisions with Multiple Objectives: Preferences and Value Tradeoffs*, Wiley, 1976.

Khan, M. A., T. Rehman, *Identification of representative farms for developing MCDM models to asses the problems of economic adjustment related to new crop enterprises for various farming systems of the Pakistan`s*

punjab, Poster Paper, VIII Congress of the European Association of Agricultural Economics, Edinburgh, September, 1996 (unpubl).

Kobrich, C. y T. Rehman, *Sustainability and the MCDM Paradigm: Model Construction and Optimisation,* Poster Paper, VIII Congress of the European Association of Agricultural Economics, Edinburgh, September, 1996 (unpubl).

Lara, P., "Multiple Objective Fractional Programming and Livestock Ration Formulation: A Case for Daitry Cow Diets in Spain", *Agricultural Systems*, 41, 1993:321-334.

Lloid, T.A., "Outliers in agriculture: An Intervention Analysis of Agricultural Land Values", *Journal of Agricultural Economics*, 1993: 443-455.

Lommez, J. M. J., "La Red de Información Contable Agrícola de la Comunidad Europea"*, Revista de Estudios Agrosociales*, nº 127, Abril-Junio, 1984:43-61.

Lopez de Pablo, M., J.Calatrava y R.Cañero, "La Desestacionalidad del uso de Mano de Obra como Estrategia Productiva en la Horticultura Almeriense: Viabilidad y Coste de Oportunidad", *Invest.Agr.:Econ.,* vol 12, (1,2y3), 1997:409-423.

Lucas, M., *A Competitividade da Produção de Borrego no Alentejo*, Dissertação de doutoramento, Universidade de Évora, Évora, 1995.

Maio, A., "Breve reflexão sobre o actual modelo de desenvolvimento da economia açoriana", *Atlântida-Ciências Sociais*, vol IV, 1990:161-173.

Maino, M., J.Berdegué, y T.Rivas, "Multiobjective Programming - An Application for Analysis and Evaluation of Peasant Economy of VIIIth Region of Chile", *Agricultural Systems*, 41, 1993:387-397.

Maleka, P., “An Application of Target MOTAD Model to Crop Production in Zambia:Gwembe Valley as case study”, *Agricultural Economics*, 9, 1993:15-35.

Manaças, P. M.A., *Indíces de Preços na Produção Leiteira, uma abordagem,* Relatório de Estágio em Engenharia Zootécnica, Departamento de Ciências Agrárias, Universidade dos Açores, Angra do Heroísmo, 1990.

Martin, S. y F. Mcleay, “the Diversity of Farmers Risk Management Strategies in a Deregulated New Zeland Environment“, *Journal of Agricultural Economics,* vol.49,nº2, 1998:218-233.

Matos, J. E.S., *A Pecuária Açoriana. Uma perspectiva à luz de novos critérios e desafios*, Lição proferida no âmbito das Provas de Agregação, Departamento de Ciências Agrárias, Universidade dos Açores, Angra do Heroísmo, 1997.

Mello, A.P., “Contributo para o Delineamento de uma política de Marketing para o Ministério de Agricultura”, 2ª Congresso Nacional de Economistas Agrícolas, Agricultura Ambiente e Desenvolvimento Rural, 1996:1k1-1k12.

Melo, Manuel, P. Barcelos, y C. Duarte, *A Gestão Ambiental*, Departamento de Ciências Agrárias, Universidade dos Açores, Angra do Heroísmo, 1994, (unplub e policopiado).

Mínguez, M.Ines, C. Romero y J.Domingo, “Determining Optimum Fertilizer Combinations through Goal Programming with Penalty Functions: An Application to Sugar Beet Production in Spain”, *J.Opl. Res.Soc.*, vol 39, nº1, 1988:61-70.

Ministério de Agricultura, Principais aspectos da Evolução da RICA em Portugal, Documento de trabalho, Instituto de Estruturas Agrárias e Desenvolvimento Rural, Ministério de Agricultura, Secretaria de Estado de Agricultura, Lisboa, 1993.

Millán, J.S. y P. Avilés, "Determinación de Soluciones Eficientes en Modelos de Planificación de Cultivos con Objetivos Públicos y Privados en la Campiña de Córdoba", *Invest.agr.Econ.*, 10(1), 1995: 65-76.

Millán, J.S., "Planificacion de Cultivos en Función de la Disponibilidad de agua de riego y en Contexto de Riesgo", *Invest.agr.Econ.*, 7(1), 1992: 47-69.

Monjardino, M., *Sustainability of a Mediterrean-type Agro-Sylvo-Pastoral Farming Systems. Application of an Australian Model of a Integrated Dryland Agricultural System to the Portuguese Montado System,* Graduation tesis in Agronomy, Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa, 1995.

Niño Zepeda A.; M. Maino, F. Di Silvestre, y J. Berdegue, "Análisis del Conflicto Productividad vs. Sustentabilidad Ambiental: Enfoque de Programación Multicriterio"; *Invest.agr.:Econ.,* 9(1), 1994: 143-145.

Noéme, C., “Uma aplicação da programação multi-objectivo ao modelo input-output para o sector agroalimentar”, *Estudos de Economia,* vol IV, nº3,1984:343-358.

Noéme, C., *Um Modelo de Planeamento Económico Aplicado ao Sector Agro-alimentar em Portugal, Utilização da Análise Multi-Objectivo*, Tese de doutoramento, Instituto Superior de Economia, Lisboa, 1989.

Norusis, M. J., *SPSS Profesional Statistics* 6,1, SPSS, United States of America, 1994.

Official Journal of the European Communities, 359, vol41, 31 December 1998.

Oliveira, A.J.; A. Siqueira de Carvalho; R.R. Rosário; V.M. Martins, *Plano de amostragem das explorações da Rede de Informação de Contabilidades da RICA*, Estação Agronómica Nacional, INIA, Oeiras, 1987.

Picazo Tadeo, A.J. y F. Hernandez Sancho, “Tipologías Agrarias Valencianas”, *Revista de Estudios Agro-Sociales*, núm.164 (abril-junio),1993:75-91.

Piech B. y T.Rehman, “Application of a Multiple Criteria Decision Making Methods to Farm Plannig: A Case Study”, *Agricultural Systems*, 41, 1993:305-319.

Poeta, Alexandre, M.S., *A Tomada de Decisão no Planeamento da Exploração Agrícola num Contexto de Objectivos Múltiplos*, Dissertação de doutoramento, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, 1994.

Portaria nº48/94 de 18 de Agosto de 1994, I série nº33. 18-8-1994: 544- .

Portaria nº15/95 do Reg (CEE) nº2328/91, alterado pelo reg(CEE) nº2834/94 de 21 de Novembro, Ajudas aos Investimentos nas Explorações Agrícolas da Região Autónoma dos Açores, IFADAP, SRAP, IC’s; Associação de Agricultores.

Portaria nº81/97, DAPA, I série, nº44. 30-10-1997:670-673.

Portaria nº195/98 de 24 de Março, Diário da República, I série B, nº70.24-3-1998: 1268-1282.

Qureshi, M.E., S.Harrison, M. Wegener, “Validation of Multicriteria Analysis Models”, *Agricultural Systems,* 62, 1999:105-116.

Rae, A., *Agricultural Management Economics, Activity Analysis and Decision Making*, CAB International, UK, 1994.

Ramalhete, M., J.Guerreiro y A. Magalhães, *Programação linear*, voII, McGraw-Hill, 1995.

Ramírez, E., Bergegue, J.A., Cazanga, R., Mora, L., "El Mejoramiento de Sistemas Productivos Campesinos: Aplicación de la programación multiobjetivo", *Invest.agr.Econ.,* 7(1), 1992: 147-159.

Raju, K. y D. Kumar, “Multicriterion Decision Making in Irrigation Planning,”, *Agricultural Systems*, 62, 1999:117-129.

Reglamento (CE)nº1255 del Consejo de 17 Marzo de 1999. OCM de la leche.

Regulamento (CEE) nº2237/77 da Comissão de 23 de Setembro de 1977, relativo à ficha de exploração a utilizar tendo em vista a verificação dos rendimentos nas explorações agrícolas, J.O. NºL 263/1 de 17 de Outubro de 1977 (pg68).

Regulamento (CE)nº950/97 do Conselho de 20 de Maio de 1997, Jornal Oficial das Comunidades Europeias, Nº l 142. 2-6-97: 1-21

Regulamento (CE)nº1750/1999 da Comissão de 23 de Julho de 1999. J.O.C.E., de 13.8.1999, 214-31/52.

Regulamento (CEE) nº 79/65 do Conselho de 15 de Junho de 1965, que cria uma rede de Informação Agrícola Contabilística sobre os Rendimentos e a economia das explorações agrícolas na Comunidade Económica Europeia, J.O. nºL 109, de 23 de Junho de 1968 (pg1859/65).

Rehman, T. y C. Romero, “Goal Programming with Penalty Functions and Livestock Ration Formulation”, *Agricultural Systems*, 23, 1987:117-132.

Rehman, T. y C. Romero, “The Aplication of the MCDM Paradigm to the Management of agricultural Systems: Some Basic Considerations”, *Agricultural Systems*, 41, 1993:239-255.

Reinhard, S. y G. Thijssen, “Nitrogen Efficiency of Dutch Dairy Farms: a Shadow Cost System Approach", *European Review of Agricultural Economics,* 27,2, 2000:167-186.

Reinhard, S., C.A. Knox Lovell y G.J. Thijssen, “Environmental Efficiency with Multiple Environmentally Detrimental Variables; Estimated with SFA and DEA”, *European Journal of Operational Research*, 121, 2000:287-303.

Reinhard, S., C.A. Knox Lovell y G.J. Thijssen, “Econometrics Estimation of Technical and Environmental – An Application to Dutch Dairy Farms”, *American Journal of Agricultural Economics*, 81, 1999:44-60.

"RICA- Rede de Informação e Contabilidade Agrícola dos Açores", Formar, Divulgar, Desenvolver, FACIT, Angra do Heroísmo, DRDA, 1993.

RICA- Rede de Informação e Contabilidade Agrícola dos Açores, Base de dados de 1988 a 1996.

Rodríguez Ocaña, A., J. Berbel, Ruiz Avilés, *Metodología para el Análisis de la Toma de Decisiones de los Agricultores*, Monografia INIA, nº101, Ministério de Agricultura Pescas y Alimentación, Madrid, 1998.

Rodríguez Ocaña A., *Propuesta Metodológica para el Análisis de la toma de Decisión de los Agricultores: Aplicación al caso de Regadío Extensivo Cordobés*, Tesis Doctoral, Escuela Técnica Superior Ingenieros Agrónomos y Montes, Universidad de Córdoba,1996.

Romero, C., “Multiple Criteria Decision Making in Forestry Planning: a Critical Review”, *Investigação Operacional*, vol.15, nº1, 1995:3-13.

Romero, C., *Economia de los Recursos Ambientales y Naturales*, Alianza Economia, Madrid, 1994.

Romero, C., *Teoría de la Decisión Multicriterio: Conceptos, Técnicas y Aplicacciones*, Alianza Universidad Textos, Madrid, 1993.

Romero, C., *Técnicas de Gestión de Empresas*, 3 ed., Mundiprensa, Madrid, 1993-a.

Romero, C., "Evolución del Concepto de Explotación Optima de una Pesquería: de los Modelos Biológicos a los Modelos Multicriterio", *Invest.agr.Econ.*, 7(1), 1992: 15-31.

Romero, C. y T. Rehman, *Multiple Criteria Analysis for Agricultural Decisions*, Development in Agricultural Economics, 5, Elsevier, Amsterdam, 1989.

Rosário, R., *Manual de Preenchimento da Ficha de Exploração de Contabilidade de Gestão*, Ministério de Agricultura Pescas e Alimentação, Direcção Geral de Planeamento e Agricultura, 1987.

Santana, E., *Classificação das Explorações Agrícolas segundo a nova Tipologia da CEE*, Trabalho prático com vista à apresentaçãode Provas de Capacidade Pedagógica, segundo o decreto-lei nº446/79, Departamento de Ciências Agrárias, Universidade dos Açores, Angra do Heroísmo, 1986.

Santos, J. G., *Contributo para a Determinação de Tipologia das Explorações Agrícolas de S. Jorge*, Relatório de Estágio em Engenharia Agrícola, Departamento de Ciências Agrárias, Universidade dos Açores, Angra do Heroísmo, 1994.

Shortle, J. y D. Asle, “Agriculture y Environment”, In: *Handbook of Environmental and Resource Economics*, Ed. Jeroen van der Bergh, UK, 1999.

"SIARA", Formar, Divulgar, Desenvolver, Angra do Heroísmo, DRDA, FACIT,1993.

SIARA, *Sistema de Informação das Explorações Agropecuárias da Região Autónoma dos Açores*, Manual de aplicação, Nova Base- Sistemas de Informação e Base de Dados, S.A., 1992.

Siqueira de Carvalho, N., *Contribuição para o estudo da Disparidade Interna dos Rendimentos da Agricultura Portuguesa (Análise Microeconómica).* INIA, Estação Agronómica Nacional, Oeiras, 1987.

Silva, E. y A. M. Bezerra, *Análise Financeira de Exploracões Agro-pecuárias dos Açores,* Congresso de Economistas Agrícolas, Lisboa, 2000.

Silva, E., *O ambiente, a Terra e o Isolamento, As atitudes duma população rural da Ilha Terceira*, Dissertação de mestrado em economia Agrária e Sociologia Rural, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 1994.

Solano, C., A.Bernués, F. Rojas, N. Joaquín, W. Fernandez y M. Herrero, "Relationship between Management intensity and Structural and Social Variables:in dairy and dual purpose systems in Santa Cruz, Bolivia", *Agricultural Systems*, 65 (2000), 159-177.

SREA, *Preços Agrícolas 1990 a 1997*, Estatísticas Oficiais, Serviço Regional de Estatística dos Açores, 1998.

SREA , *Séries Estatísticas 1986-1996*, Serviço Regional de Estatística dos Açores,1996.

Stewart, T.J., "Relationships Between Data Envelopmenta Analysis and Multicriteria Decision Analysis", *Journal of Operational Research Society*, 47, 1996:654-665.

Sumpsi, J.M.; F. Amador y C. Romero, "On farmer`s objectives: A Multicriteria Approach", *European Journal of Operational Research*, 96, 1996:64-71.

Tauer, L.W., "Do New York Dairy Farmers Maximize profits or Minimiza Cost?", *American Journal Agricultural economics*, 1995: 421-429.

Tauer, L.W., Productivy of New York Dairy Farms Measured by Nonparametrics Malmquist Indices", *Journal of Agricultural Economics*, 49,2,1988:234-249.

Tauer, L.W., "Target MOTAD", *American Agricultural Economics*, 1983: 606-610.

Torrico, M.H., *Determinación de los efectos del precio del agua en los indices tecnico-economicos. Aplicación a dos Comunidades de Regantes del Valle del Genil*, Trabajo Profesional fin de carrera, ETSIAM, Universidad de Córdoba, 1999.

Zamora, R. y J. Berbel, "Empleo de la Programación Multiobjetivo y la Programación por Metas en la Gestión Cinegética (Cervidos). Aplicación al Ambito Mediterráneo", *Invest.agr.:Econ.*, 10(2), 1995: 253-263.

Zekri, S., L.M. Albisu,"Economic Impact of Soil Salinity in Agriculture. A Case Study of Bardenas Area, Spain", *Agricultural Systems*, 41, 1993:369-386.

Zekri, S. y C. Romero, "Influencia de las Preferencias del Centro Decisor y de los Incentivos Económicos en la Reducción de la Contaminación por Sales", *Invest.agr.:Econ.*, 6(2), 1991: 223-239.

ANEXOS

ANEXO I - Resultados del Análisis Cluster

ANEXO I - Resultados del Análisis Cluster

Tabla 1. Descomposición del producto bruto agrícola, en porcentaje, en las Azores en 1996.

	Terceira	S.Miguel	Terceira+S.Miguel	Azores
PBagrario	0,2	0,2	0,2	2,3
PBgandero	69,9	65,9	68,5	61,3
PBdiverso	15,5	16,9	16	18,8
Subvenciones	14,4	16,9	15,3	17,6
PBagrícola	100	100	100	100

Fuente: Elaboración propia a partir de RICA(A) - 1996.

Tabla 2. Descomposición del producto bruto ganadero, en porcentaje, en las Azores en 1996.

	Terceira	S.Miguel	Terceira+S.Miguel	Azores
Venta de leche	86,7	91,3	88,3	84,1
Venta de Carne	13,3	8,7	11,7	15,9
Total de ventas	100	100	100	100

Fuente: Elaboración propia a partir de RICA(A) - 1996.

Tabla 3. Descomposición de los gastos agrícolas, en porcentaje, en las Azores en 1996.

	Terceira	S.Miguel	Terceira y S.Miguel	Azores
Conservación y reparación	5	5,2	5,1	5,66
Carburantes y lubricantes	6,6	4,2	5,8	6,26
Piensos	29,5	37,3	32,3	26,95
Otros gastos de ganadería	6,8	4,1	5,8	5,54
Abonos	10,7	8,6	9,9	9,79
Salarios	3,1	7,1	4,6	5,62
Rentas	9,7	8	9,1	10,59
Amortización de equipos	13,4	8,9	11,7	13,63
Otros	15,2	16,56	15,7	16,5
Total de gastos	100	100	100	100

Fuente: Elaboración propia con base en data de la RICA(A) – 1996

Tabla 4. Datos estadísticos relativos a las variables de dimensión, especialización e intensificación del grupo I.

Estadística	SAU	CNt	CNT/ha	(CNt-CNv)/CNt
Media	20,5	37,4	1,9	0,3
Desviación	9,6	16,8	0,5	0,1
C. Variación	0,5	0,4	0,3	0,3
Máximo	49,7	89,7	3,2	1
Mínimo	3,6	1	0,3	0,1
Mediana	19,7	34,1	1,9	0,3

Fuente: Elaboración propia a partir de RICA(A) 1996

Tabla 5. Datos estadísticos relativos a las variables de dimensión, especialización e intensificación del grupo II.

Estadística	SAU	CNt	CNT/ha	(CNt-CNv)/CNt
Media	23,5	39	1,7	0,2
Desviación	18,1	29,4	0,4	0,1
C. Variación	0,8	0,8	0,2	0,3
Máximo	91,8	144	3	0,4
Mínimo	7,7	9,8	0,8	0,1
Mediana	16	27,9	1,6	0,2

Fuente: Elaboración propia a partir de RICA(A) 1996.

Tabla 6. Datos estadísticos relativos a las variables de dimensión, especialización e intensificación del grupo III.

Estadística	SAU	CNt	CNT/ha	(CNt-CNv)/CNt
Media	15,5	36,4	2,4	0,3
Desviación	7,2	15,7	0,6	0,1
C. Variación	0,5	0,4	0,2	0,3
Máximo	48,5	101,4	3,9	0,4
Mínimo	7,1	12,4	1,1	0,1
Mediana	13,7	32	2,3	0,3

Fuente: Elaboración propia a partir de RICA(A) 1996.

Tabla 7. Características de los grupos de las islas Terceira y S.Miguel

	Cluster I	Cluster II	Cluster III
SAU (ha)	20,5	24,36	18,07
CNt (vacas)	25,76	29,77	26,31
UHT	1,47	1,48	1,5
CNt/SAU	1,89	1,72	2,43
ML (1.000 escudos)	2.091,4	1.866,7	2.583,4
ML/SAU	102,02	79,6	166,35
MB (1.000 escudos)	4.248,31	4.502,47	5.297,4
MB/CNv(1.000 escudos)	164,92	151,24	201,35
Pbruta (1.000 escudos)	7.320,9	9.416,8	9.168,4
Pbruta/CNv(1.000 escudos)	284,2	316,3	348,48
Pbruta/ha (1.000 escudos)	357,12	401,5	590,37
Prod./vaca (litros)	4.202,85	5.078,22	5.989,87
Piensos/CNv	37,2	68,3	47,5
Abonos/ha (1.000 escudos)	22,2	30,3	36,3
M.obra/ha (1.000 escudos)	5,3	18,1	8,8

Fuente: Elaboración propia con base en data de la RICA(A) - 1996.

Gráfico 3.13. CLUSTER DE CASOS - TERCEIRA – Dendograma 4

```
                        Rescaled Distance Cluster Combine

  C A S E       0         5        10        15        20        25
Label     Num   +---------+---------+---------+---------+---------+

Case 74    74   -+
Case 108  108   -+
Case 33    33   -+
Case 7      7   -+
Case 60    60   -+-+
Case 14    14   -+ I
Case 16    16   -+ I
Case 72    72   -+ I
Case 76    76   -+ I
Case 12    12   -+ I
Case 67    67   -+ I
Case 1      1   -+ I
Case 97    97   -+ I
Case 3      3   -+ +-+
Case 15    15   -+-+ I
Case 55    55   -+ I I
Case 58    58   -+ I +---------+
Case 50    50   -+-+ I         I
Case 53    53   -+   I         I
Case 27    27   -+-+ I         I
Case 98    98   -+ +-+         I
Case 28    28   -+ I           I
Case 43    43   -+-+           I
Case 32    32   -+             +-+
Case 107  107   -+-----------+ I I
Case 110  110   -+           I I I
Case 9      9   -+           I I I
Case 10    10   -+-+         I I I
Case 79    79   -+ I         I I I
Case 52    52   -+ I         I I I
Case 54    54   -+ I         I I I
Case 34    34   -+-+         +-+ I
Case 21    21   -+ I         I   I
Case 77    77   -+ +-----+   I   I
Case 73    73   -+ I     I   I   I
Case 18    18   -+ I     I   I   I
Case 82    82   -+-+     I   I   I
Case 78    78   -+ I     I   I   I
Case 19    19   -+ I     I   I   I
Case 59    59   -+ I     +---+   +-----+
Case 83    83   -+-+     I       I     I
Case 88    88   -+       I       I     I
Case 20    20   -+       I       I     I
Case 26    26   -+       I       I     I
Case 57    57   -+---+   I       I     I
Case 29    29   -+   +---+       I     I
Case 68    68   -+   I           I     I
Case 5      5   -----+           I     I
Case 37    37   -+               I     I
```

```
Case 38    38   -+               I     I
Case 65    65   -+-+             I     I
Case 56    56   -+ I             I     I
Case 61    61   -+ +---+         I     I
Case 47    47   -+ I   I         I     I
Case 102  102   -+ I   I         I     +---+
Case 93    93   -+-+   I         I     I   I
Case 31    31   -+     +---------+     I   I
Case 8      8   ---+   I               I   I
Case 36    36   ---+   I               I   I
Case 45    45   -+ I   I               I   I
Case 87    87   -+-+---+               I   I
Case 22    22   -+ I                   I   I
Case 46    46   -+ I                   I   I
Case 84    84   -+ I                   I   +-----+
Case 2      2   -+-+                   I   I     I
Case 69    69   -+ I                   I   I     I
Case 81    81   -+ I                   I   I     I
Case 49    49   -+ I                   I   I     I
Case 17    17   ---+                   I   I     +---------------+
Case 11    11   -+---------------------+   I     I               I
Case 13    13   -+                         I     I               I
Case 101  101   ---+-----------+           I     I               I
Case 111  111   ---+           +-----------+     I               I
Case 85    85   ---------------+                 I               I
Case 90    90   ---------------------------------+               I
Case 92    92   ---+---+                                         I
Case 109  109   ---+   +---+                                     I
Case 30    30   -----+-+   I                                     I
Case 99    99   -----+     I                                     I
Case 6      6   -+         I                                     I
Case 44    44   -+-+       I                                     I
Case 70    70   -+ I       +-------+                             I
Case 75    75   -+ I       I       I                             I
Case 96    96   -+ I       I       I                             I
Case 48    48   -+-+-----+ I       I                             I
Case 94    94   -+ I     I I       I                             I
Case 23    23   ---+     I I       I                             I
Case 62    62   -+       +-+       I                             I
Case 66    66   -+-+     I         I                             I
Case 71    71   -+ +-+   I         I                             I
Case 63    63   -+ I I   I         I                             I
Case 104  104   -+-+ +---+         I                             I
Case 35    35   -+   I             I                             I
Case 39    39   -+-+ I             I                             I
Case 100  100   -+ +-+             +-----------------------------+
Case 103  103   -+-+               I
Case 105  105   -+ I               I
Case 64    64   -+ I               I
Case 91    91   -+-+               I
Case 41    41   -+                 I
Case 89    89   -+                 I
Case 4      4   -+                 I
Case 25    25   -+                 I
Case 24    24   -+-+               I
Case 51    51   -+ I               I
Case 86    86   -+ +---------+     I
Case 95    95   -+-+         I     I
Case 80    80   -+ I         +-----+
```

```
Case 106  106   -+ I         I
Case 42    42   ---+         I
Case 40    40   -------------+
```

Grafico 3.14. CLUSTER DE CASOS S. MIGUEL – Dendograma 7

```
                        Rescaled Distance Cluster Combine

  C A S E       0         5        10        15        20        25
 Label     Num  +---------+---------+---------+---------+---------+

 Case 41    41   -+
 Case 50    50   -+-+
 Case 47    47   -+ I
 Case 6      6   -+-+
 Case 26    26   -+ +-+
 Case 15    15   -+ I I
 Case 37    37   -+-+ I
 Case 51    51   -+   I
 Case 33    33   -+   +-----+
 Case 48    48   -+-+ I     I
 Case 3      3   -+ I I     I
 Case 23    23   -+ I I     I
 Case 20    20   -+ +-+     I
 Case 28    28   -+ I       I
 Case 7      7   -+ I       +-+
 Case 24    24   -+ I       I I
 Case 61    61   -+-+       I I
 Case 53    53   -+         I I
 Case 58    58   -+-----+   I I
 Case 63    63   -+     I   I I
 Case 27    27   -+---+ +---+ +---------+
 Case 40    40   -+   I I     I         I
 Case 12    12   -+   +-+     I         I
 Case 45    45   -+   I       I         I
 Case 17    17   -+-+ I       I         I
 Case 43    43   -+ +-+       I         I
 Case 18    18   ---+         I         I
 Case 10    10   ---+---------+         I
 Case 60    60   ---+                   I
 Case 22    22   -+-+                   I
 Case 29    29   -+ +-+                 I
 Case 5      5   -+ I I                 I
 Case 36    36   -+-+ I                 +---------+
 Case 56    56   -+   +-------+         I         I
 Case 46    46   -+   I       I         I         I
 Case 54    54   -+-+ I       I         I         I
 Case 42    42   -+ +-+       I         I         I
 Case 19    19   -+ I         I         I         I
 Case 55    55   -+-+         +---------+         I
 Case 52    52   -+           I         I         I
 Case 32    32   -+           I         I         I
 Case 44    44   -+-----+     I         I         I
_Case 16    16   -+     I     I         I         I
 Case 31    31   -+-+   +-----+         I         I
 Case 57    57   -+ I   I               I         +---------------+
 Case 4      4   ---+---+               I         I               I
 Case 25    25   ---+                   I         I               I
 Case 8      8   -+-----+               I         I               I
 Case 14    14   -+     +-+             I         I               I
 Case 2      2   -+---+ I I             I         I               I
 Case 9      9   -+   +-+ +-----+       I         I               I
 Case 39    39   -----+   I     +-------+         I               I
```

```
Case 59    59   ---------+     I                 I               I
Case 30    30   ---------------+                 I               I
Case 34    34   -+-----------+                   I               I
Case 49    49   -+           I                   I               I
Case 11    11   -+-+         +-------------------+               I
Case 13    13   -+ +-----+   I                                   I
Case 35    35   -+-+     I   I                                   I
Case 38    38   -+ I     +---+                                   I
Case 21    21   ---+     I                                       I
Case 1      1   ---------+                                       I
Case 62    62   ---------------------------------------------------+
```

Gráfico 3.15. CLUSTER DE CASOS TERCEIRA Y S.MIGUEL – Dendograma 9

```
            Rescaled Distance Cluster Combine
  C A S E      0         5        10        15        20        25
Label     Num  +---------+---------+---------+---------+---------+
Case 18    18   -+
Case 134  134   -+
Case 131  131   -+
Case 139  139   -+---+
Case 114  114   -+   I
Case 25    25   -+   I
Case 144  144   -+   I
Case 164  164   -+   I
Case 46    46   -+   I
Case 84    84   -+-+ I
Case 80    80   -+ I I
Case 86    86   -+ I I
Case 135  135   -+ +-+
Case 172  172   -+-+ +---------+
Case 49    49   -+ I I         I
Case 81    81   -+ I I         I
Case 69    69   -+ I I         I
Case 17    17   ---+ I         I
Case 87    87   -+   I         I
Case 145  145   -+   I         I
Case 160  160   -+---+         +-----+
Case 22    22   -+             I     I
Case 11    11   -+-----------+ I     I
Case 13    13   -+           I I     I
Case 107  107   -+---------+ I I     I
Case 110  110   -+         I I I     I
Case 21    21   -+         I I I     I
Case 73    73   -+-+       I +-+     I
Case 78    78   -+ I       I I       I
Case 82    82   -+ I       I I       I
Case 52    52   -+ I       I I       I
Case 54    54   -+ I       I I       I
Case 34    34   -+ +-+     +-+       I
Case 74    74   -+ I I     I         I
Case 108  108   -+ I I     I         I
Case 12    12   -+ I I     I         I
Case 33    33   -+ I I     I         I
Case 15    15   -+-+ I     I         I
Case 67    67   -+   I     I         I
Case 97    97   -+   I     I         +---------+
Case 1      1   -+   I     I         I         I
Case 76    76   -+   +-----+         I         I
Case 14    14   -+   I               I         I
Case 16    16   -+   I               I         I
Case 7      7   -+   I               I         I
Case 60    60   -+   I               I         I
Case 26    26   -+   I               I         I
Case 57    57   -+-+ I               I         I
Case 68    68   -+ I I               I         I
Case 77    77   -+ I I               I         +-+
```

```
Case 9      9   -+ +-+               I         I I
Case 10    10   -+-+                 I         I I
Case 79    79   -+ I                 I         I I
Case 59    59   -+ I                 I         I I
Case 159  159   -+ I                 I         I I
Case 19    19   -+ I                 I         I I
Case 83    83   -+-+                 I         I I
Case 88    88   -+                   I         I I
Case 85    85   ---------------------+         I I
Case 90    90   -------------------------------+ I
Case 37    37   -+                              I
Case 61    61   -+                              I
Case 56    56   -+-+                            I
Case 20    20   -+ I                            I
Case 45    45   -+ +-+                          I
Case 43    43   -+ I I                          I
Case 140  140   -+ I I                          +---------------+
Case 38    38   -+-+ I                          I               I
Case 163  163   -+   I                          I               I
Case 28    28   -+   I                          I               I
Case 130  130   -+   I                          I               I
Case 166  166   -+   I                          I               I
Case 93    93   -+   +---------------+          I               I
Case 158  158   -+   I               I          I               I
Case 152  152   -+   I               I          I               I
Case 65    65   -+   I               I          I               I
Case 161  161   -+---+               I          I               I
Case 31    31   -+   I               I          I               I
Case 47    47   -+   I               I          I               I
Case 102  102   -+   I               I          I               I
Case 2      2   -+   I               I          I               I
Case 118  118   -+   I               I          I               I
Case 116  116   -+   I               I          I               I
Case 133  133   -+   I               I          I               I
Case 147  147   -+-+ I               +-----------+               I
Case 167  167   -+ I I               I                           I
Case 153  153   -+ +-+               I                           I
Case 165  165   -+ I                 I                           I
Case 157  157   -+-+                 I                           I
Case 115  115   -+                   I                           I
Case 143  143   -+                   I                           I
Case 155  155   -+-+                 I                           I
Case 127  127   -+ I                 I                           I
Case 136  136   ---+-+               I                           I
Case 171  171   ---+ +-----+         I                           I
Case 121  121   -----+     I         I                           I
Case 5      5   -+-----+   +---------+                           I
Case 112  112   -+     I   I                                     I
Case 29    29   -+     +---+                                     I
Case 124  124   -+-+   I                                         I
Case 122  122   -+ I   I                                         I
Case 146  146   -+ +---+                                         I
Case 149  149   -+-+                                             I
Case 8      8   -+ I                                             I
Case 132  132   ---+                                             I
Case 39    39   -+-+                                             I
Case 150  150   -+ +-+                                           I
Case 99    99   ---+ +-----+                                     I
Case 40    40   -----+     +-------+                             I
```

```
Case 141  141   -----------+       I                               I
Case 58    58   -+                 I                               I
Case 137  137   -+-+               I                               I
Case 55    55   -+ I               I                               I
Case 32    32   -+ I               I                               I
Case 125  125   -+-+---+           I                               I
Case 119  119   -+ I   I           I                               I
Case 30    30   ---+   I           I                               I
Case 169  169   -+-+   I           I                               I
Case 174  174   -+ +-+ +-+         I                               I
Case 41    41   -+ I I I I         I                               I
Case 89    89   -+-+ I I I         I                               I
Case 3      3   -+   I I I         I                               I
Case 128  128   -+   +-+ I         I                               I
Case 63    63   -+   I   I         I                               I
Case 104  104   -+   I   I         I                               I
Case 129  129   -+-+ I   I         I                               I
Case 62    62   -+ I I   I         I                               I
Case 66    66   -+ +-+   I         +---------------+               I
Case 35    35   -+ I     I         I               I               I
Case 27    27   -+-+     I         I               I               I
Case 98    98   -+ I     I         I               I               I
Case 4      4   -+ I     +-------+ I               I               I
Case 51    51   -+-+     I       I I               I               I
Case 24    24   -+       I       I I               I               I
Case 50    50   -+       I       I I               I               I
Case 53    53   -+-+     I       I I               I               I
Case 72    72   -+ I     I       I I               I               I
Case 126  126   -+ I     I       I I               I               I
Case 148  148   -+ +---+ I       I I               I               I
Case 162  162   -+ I   I I       I I               I               I
Case 138  138   -+-+   I I       I I               I               I
Case 151  151   -+ I   I I       I I               I               I
Case 123  123   -+ I   I I       I I               I               I
Case 156  156   -+-+   I I       I I               I               I
Case 64    64   -+     +-+       I I               I               I
Case 91    91   -+     I         I I               I               I
Case 154  154   -+     I         +-+               I               I
Case 103  103   -+     I         I                 I               I
Case 105  105   -+---+ I         I                 I               I
Case 48    48   -+   I I         I                 I               I
Case 106  106   -+   +-+         I                 +--------------+
Case 42    42   -+   I           I                 I
Case 36    36   -+-+ I           I                 I
Case 117  117   -+ +-+           I                 I
Case 23    23   ---+             I                 I
Case 101  101   -+---+           I                 I
Case 111  111   -+   I           I                 I
Case 113  113   -+   +-------+   I                 I
Case 120  120   -+-+ I       I   I                 I
Case 71    71   -+ +-+       I   I                 I
Case 100  100   -+ I         I   I                 I
Case 170  170   ---+         I   I                 I
Case 70    70   -+           +---+                 I
Case 142  142   -+-+         I                     I
Case 6      6   -+ I         I                     I
Case 44    44   -+ +---+     I                     I
Case 168  168   -+ I   I     I                     I
Case 94    94   ---+   I     I                     I
```

```
Case 75    75   -+     +-----+                     I
Case 96    96   -+     I                           I
Case 95    95   -+-+   I                           I
Case 92    92   -+ +---+                           I
Case 109  109   ---+                               I
Case 173  173   -----------------------------------+
```

ANEXO II- Resultado del Análisis multicriterio

ANEXO II - Resultado del Análisis multicriterio

Tabla 1. Margen bruto media ganadera a precios corrientes (1.000 escudos), para el período de 1990 a1996.

	1996	1995	1994	1993	1992	1991	1990
Piensos	1.834,4	1.442	1.240	840	1.065,4	1.070,2	1.238,1
Alim. Comp.	43,6	4,7	9,9	22	33,3	44,8	0,7
Otros ganadería	322,6	340	373	131	175,2	123,3	124,4
Gastos ganadería	2.200,6	1.787,6	1.622,9	993	1.273,9	1.238,4	1.363,2
MBagrario	1.671,7	1.628,5	1.425,0	1.226	1.535,2	1.126,5	1.007,3
Venta leche	6.355,4	5.181,6	4.866,4	3.427,4	4.751,4	3.960,7	4.454,4
Venta carne	700,9	880,8	928,53	843,14	878,8	943,3	757
Subvenciones	1.408	1.520	1.415,2	1.005,7	1.053,9	243,4	105
Ingresos totales	8.464,3	7.582,4	7.210,1	5.276,4	6.684,1	5.147,4	5.316,4
Margen Bruto	4.592	4.167	4.162	3.057	4.136,4	2.782,5	2.945,9
Margen Bruto/CN (1.000 esc/CN)	122,8	163,2	161,5	144,6	168,1	125,2	115,3

Fuente: Elaboración propia a partir de RICA(A) 1990-1996.

Tabla 2. Margen bruto media ganadero a precios corrientes (1.000 escudos), para 1996.

	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3
Gastos ganadería	373,5	302,6	433,6
Ingresos totales	7.414,7	9.077,9	8.944,1
Margen Bruto	7.080,2	8.775,3	8.510,5
Margen Bruto/CN (1.000 esc/CN)	189,2	225,0	233,8

Fuente: Elaboración propia a partir de RICA(A) 1996.

Tabla 3 - A. Margen bruto agrario por hectárea (en 1.000 escudos) a precios corrientes, para las Azores de 1990 a 1996.

	1996	1995	1994	1993	1992	1991	1990
X_1	-2,59	-2,46	-1,91	-2,09	-2,22	-1,93	-1,44
X_2	-7,35	-6,96	-5,41	-5,92	-6,28	-5,48	-4,08
X_3	-9,87	-9,33	-7,25	-7,94	-8,43	-7,35	-5,47
X_4	-9,52	-9,00	-6,99	-7,66	-8,13	-7,09	-5,28
X_5	-7,79	-7,37	-6,44	-6,27	-6,65	-5,80	-4,32
X_6	-10,04	-9,49	-7,38	-8,08	-8,58	-7,48	-5,56
X_7	-10,12	-9,57	-7,44	-8,14	-8,65	-7,48	-5,56
X_8	-8,01	-7,56	-5,88	-6,44	-6,84	-5,96	-4,44
X_9	-8,01	-7,56	-5,88	-6,44	-6,84	-5,96	-4,44
X_{10}	-1,56	-1,47	-1,15	-1,25	-1,33	-1,16	-0,86
X_{11}	-1,56	-1,47	-1,15	-1,25	-1,33	-1,16	-0,86
X_{12}	-5,06	-4,79	-3,72	-4,08	-4,32	-3,77	-2,80
X_{13}	-5,06	-4,79	-3,72	-4,08	-4,32	-3,77	-2,80

Fuente: Elaboración propia a partir de RICA(A) de 1990 a 1996.

Tabla 3 - B. Margen bruto agrario por hectárea (1.000 escudos), a precios constantes, para las Azores de 1990 a 1996.

	1996	1995	1994	1993	1992	1991	1990
X_1	-1,997	-2,416	-1,810	-2,185	-2,249	-1,916	-1,440
X_2	-5,658	-6,846	-5,127	-6,191	-6,372	-5,430	-4,081
X_3	-7,589	-9,182	-6,876	-8,303	-8,545	-7,282	-5,473
X_4	-7,322	-8,860	-6,635	-8,011	-8,246	-7,027	-5,281
X_5	-5,991	-7,249	-5,429	-6,555	-6,746	-5,749	-4,321
X_6	-7,722	-9,343	-6,997	-8,448	-8,695	-7,410	-5,569
X_7	-7,788	-9,424	-7,057	-8,521	-8,770	7,474	-5,617
X_8	-6,157	-7,450	-5,580	6,737	-6,934	-5,909	-4,441
X_9	-6,157	-7,450	-5,580	6,737	-6,934	-5,909	-4,441
X_{10}	-1,198	-1,450	-1,086	-1,311	-1,349	-1,150	-0,864
X_{11}	-1,198	-1,450	-1,086	-1,311	-1,349	-1,150	-0,864
X_{12}	-3,894	-4,712	-3,529	-4,261	-4,385	-3,737	-2,809
X_{13}	-3,894	-4,712	-3,529	-4,261	-4,385	-3,737	-2,809

Fuente: Elaboración propia a partir de RICA(A) de 1990 a 1996.

Tabla 4. Margen bruto agrario por hectárea (1.000 escudos) para los clusters.

	ClusterI	ClusterII	Cluster III
X_1	-2,046	-2,216	-3,607
X_2	-5,797	-6,280	-10,222
X_3	-7,770	-8,422	-13,710
X_4	-7,500	-8,127	-13,229
X_5	-6,138	-6,649	-10,823
X_6	-7,910	-8,570	-13,950
X_7	-7,979	-8,644	-14,070
X_8	-6,308	-6,834	-11,124
X_9	-6,308	-6,834	-11,124
X_{10}	-1,227	-1,329	-2,164
X_{11}	-1,227	-1,329	-2,164
X_{12}	-3,989	-4,322	-7,035
X_{13}	-3,989	-4,322	-7,035

Fuente: Elaboración propia con base en RICA(A) 1996.

Tabla 5. Composición del área de superficie agrícola utilizada, en función de la altitud, en las Azores.

Altitud	Azores (%)
< 300 metros	49,8
300 a 800 metros	45
> 800 metros	5,2
Total	100

Fuente: Http:/www.drepa.raa.pt.

Tabla 6. Indice de los precios de los productos agrícolas para las Azores.

Año	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Indice	100	101,0	98,7	95,7	105,7	101,6	108,8

Fuente: SREA, 1998.

Tabla 7. Necesidades horarias de mano de obra por hectárea y actividad (horas /ha/año).

Actividades	X_I	Total (h/ha/año)	I	II	III	IV	V	VI
Pasto de alta altitud	X_1	5,59		4,09			1,5	
Pasto de media altitud	X_2	8,9	0,72	3,21	2,49		2,49	
Pasto de media altitud y ensilaje	X_3	12,78	0,63	3,14	6,5	3,99	2,51	
Pasto de media altitud y heno	X_4	19,6	1	3,88	6,62	2,74	5,38	
Pasto de baja altitud	X_5	17,4	0,72	2,21	2,49		2,49	
Pasto de baja altitud y ensilaje	X_6	19,2	0,63	3,14	6,83	3,99	2,51	
Pasto de baja altitud y heno	X_7	19,60	1	3,88	6,62	2,74	5,38	
Maíz ensilaje de media altitud	X_8	30,56			2,5		28,06	
Maíz ensilaje de baja altitud	X_9	30,56			2,5		28,06	
Otoño regional de media altitud	X_{10}	7,91					7,91	
Otoño regional de baja altitud	X_{11}	7,91					7,91	
Otoño mejorado de media altitud	X_{12}	8,48		2,53			5,95	
Otoño mejorado de baja altitud	X_{13}	8,48		2,53			5,95	
Vaca	X_{15}	84,8	14,13	14,13	14,13	14,13	14,13	14,13

Fuente: Avillez (1991), Barros (1992) y Berbel y Barros (1993).

Tabla 8. Composición de los alimentos.

Alimento	UFL/kg MS	PDIN (g/Kg MS)	PDIE (g/Kg MS)	Ca (g/Kg MS)	P (g/Kg MS)	PDIA (g/Kg MS)
X1pa	0,77	74	77	7,5	3	27
X2pm	1,04	132	106	8	5	47
X3pms	0,92	85	65	7,5	4	20
X4pmh	0,82	88	89	7,5	4	38
X5pb	1,01	135	104	7,5	4,5	48
X6pbs	0,90	78	63	6,5	3,5	21
X7pbh	0,80	79	85	6,5	6,5	34
X8msma	0,9	53	64	3	2	19
X9maba	0,9	53	64	3	2	19
X10orma	0,935	92	89,5	9	4	33
X11orba	0,935	92	89,5	9	4	33
X12omma	0,99	119	101	6,5	5	43
X13omba	0,99	119	101	6,5	5	43
X14 pienso	1,25	163	103	3,35	3,15	49,5

Fuente: Elaboración propia a partir de INRA (1988).
Pienso = (maíz + soja)/2
Otoño regional =(*avena sativa* + *vicia fava*)/2
Otoño mejorado = *lolium perene*

Tabla 9. Necesidades nutricionales para las diferentes clases del ganado vacuno de leche por día.

Tipo animal	UFL	(g)PDI	(g) Ca	(g)P	Cant.Ing. Kg MS*
Vaca (650kg) (25,5kg leche)	14,9	1475	123	66	17,6
Vaca (9m gestación)	7,6	600	61	35	13
Vaca (8m gestación)	6,6	530	62	32	13
Vaca (7m gestación)	5,9	470	45	30	13
Vaca (<7m gestación)	5	395	36	27	13
Novilla de 12-14 m (300-400kg)a)	4,35	391,5	25	19,5	7,65
Novilla de 6-12 m (120-300kg)b)	3,15	310,5	19	13	4,9
Ternera de 3-6 m (80-120kg)c)	2,1	253	15	9	2,35
Ternera de 0-3 m (50-80kg)d)	1,55	212	14	8	1,3

Fuente: Elaboración propia a partir de INRA (1988).

valores medios para animales entre 300 y 400 Kg
valores medios para animales entre 300 y 120 Kg
valores medios para animales entre 129 y 80 Kg
valores medios para animales entre 80 y 50 Kg
valores calculados en una ración a partir de una ensilaje de maíz de buena calidad (INRA, 1988).
UFL, valor energético neto, exprimido en Unidad forrajera de leche, la cantidad de energía neta para la producción lechera, contenida en 1kg de "orge" de referencia (870 grs de materia seca, 2700kcal de energía metabolizable) (INRA, 1988).
PDI, proteína verdaderamente digestible en el intestino. Estas proteínas pueden tener origen alimentar o microbiana (INRA, 1988).
PDIA, proteína digestible no intestino(PDI) de origen alimentar (g/Kg) (INRA, 1988).
PDIN, PDIA+ proteína microbiana digestible no intestino, que corresponde al nitrógeno del alimento degradado en el rúmen por la población microbiana (g/Kg) (INRA, 1988).
PDIE, PDIA+ proteína microbiana digestible no intestino, que corresponde a la energía del alimento fermentado en el rúmen (INRA, 1988). MS, teor en materia seca do alimento (g/Kg) (INRA, 1988).

Tabla 10. Necesidades nutricionales diferentes clases de animal por año (gnutriente/animal/año=365 días)

Nutriente	Ternera (50%)	Novilla (20%)	Vaca	Total año	Período (VI)
UFL	164,5	583,2	4970,5	5718,2	953,0
g PDI	20.925	49.092	483.775	553.792	92.298,6
g Ca	1.305	2.772	41.205	45.282	7.547
g P	765	2.724	22.140	25.629	4.271,5
Ingestión kgMS	164,25	1.153,8	6.148	7.466	1.244,3

Fuente: Elaboración propia.

Nota: Considerase 305 días de producción de leche y un período de 60 días antes del parto y que corresponden al 8 y 9 mes de embarazo.

Nota: a) considerase que a cada vaca de leche esta asociado 50% de las Terneras de 0 a 6 meses y 20% de novillas de 6 a 14 meses para substitución. Vaca inseminada a los 12 meses para parir a los 21 meses (< 2 años)- 20% del rebaño.

Tabla 11. Producción de materia seca por períodos (Kg MS/ha/año) en los alimentos.

Actividades	KgMVerde/ha año	%MS	KgMS/ ha año	I	II	III	IV	V	VI
X1pa	33.000	18	6.000		1.600	1.600	1.600	600	600
X2pm	70.588	17	12.000	358	2.375	5.562	2.094	1.268	343
X3pms	88.888	18	16.000	477	3.167	7.416	2.792	1.691	456
X4pmh	83.333	18	15.000	447	2.969	6.952	2.618	1.589	428
X5pb	70.588	17	12.000	846	3.029	4.482	373	2.322	948
X6pbs	88.235	17	15.000	1.057	3.786	5.602	467	2.903	1.185
X7pbh	82.352	17	14.000	987	3.534	5.229	435	2.709	1.106
X8msma	45.000	20	9.000					4.500	4.500
X9maba	45.000	20	9.000					4.500	4.500
X10orma	29.411	17	5.000	2.500	2.500				
X11orba	29.411	17	5.000	2.500	2.500				
X12omma	41.176	17	7.000	3.500	3.500				
X13omba		17	7.000	3.500	3.500				
X14 pienso	1.000	90	900	150	150	150	150	150	150

Fuente: Elaboración propia con base en Avillez (1991), Barros (1992), Berbel y Barros (1993), y datos concedidos personalmente por Anabela Gomes (2000) y Anabela Borba (2000).
Maíz (semilla – mayo; producción- septiembre)
Otoños (semilla – octubre; producción–enero/febrero)

Tabla 12. Producción de materia seca (en porcentaje) en los pastos de las Azores según su altitud y por períodos.

	Pasto Bajo	Pasto Medio	Pasto Alto *)
Enero/febrero (I)	7,05	2,98	
Marzo/abril (II)	25,24	19,79	26,6
Mayo/Junio(III)	37,35	46,35	26,6
Julio/agosto (IV)	3,11	17,45	26,6
Septiembre/octubre (V)	19,35	10,57	10
Noviembre/diciembre(VI)	7,9	2,85	10

Fuente: Anabela Gomes (comunicación personal), con base en estudios elaborados en Graciosa (pasto bajo) y Granja Universitaria (Pasto medio).
*) Para el pasto alto solo se conocía que la producción de materia seca era de un 20% de septiembre a febrero, y en los demás meses era de 80% (así su repartición es nuestra responsabilidad

Tabla 13. Disponibilidad de UFL /kgMS*kgMS/ha/año en los alimentos.

Actividades	X_i	UFL/kg MS	KgMS/ ha año	Total	I	II	III	IV	V	VI
Pasto de alta altitud	X_1	0,77	6.000	4.620		1.232	1.232	1.232	462	462
Pasto de media altitud	X_2	1,04	12.000	12.480	372	2.470	5.785	2.178	1.318	357
Pasto de media altitud y ensilaje	X_3	0,92	16.000	14.720	439	2.914	6.823	2.569	1.556	419
Pasto de media altitud y heno	X_4	0,82	15.000	12.300	366	2.434	5.701	2.147	1.302	350
Pasto de baja altitud	X_5	1,01	12.000	12.120	855	3.059	4.527	377	2.345	957
Pasto de baja altitud y ensilaje	X_6	0,90	15.000	13.500	951	3.407	5.042	420	2.613	1.067
Pasto de baja altitud y heno	X_7	0,80	14.000	11.200	790	2.827	4.183	348	2.167	885
Maíz ensilaje de media altitud	X_8	0,9	9.000	8.100					4.050	4.050
Maíz ensilaje de baja altitud	X_9	0,9	9.000	8.100					4.050	4.050
Otoño regional de media altitud	X_{10}	0,935	5.000	4.675	2.338	2.337				
Otoño regional de baja altitud	X_{11}	0,935	5.000	4.675	2.338	2.337				
Otoño mejorado de media altitud	X_{12}	0,99	7.000	6.930	3.465	3.465				
Otoño mejorado de baja altitud	X_{13}	0,99	7.000	6.930	3.465	3.465				
Pienso	X_{14}	1,25	900	1.125	187,5	187,5	187,5	187,5	187,5	187,5

Fuente: Elaboración propia a partir de INRA (1988) y de las tablas anteriores.

Tabla 14. Disponibilidades de PDIE (gPDIE/kgMS*kgMS/ha/año) en los alimentos.

Actividades	X_i	gPDIE/ kgMS	KgMS/ ha año	Total	I	II	III	IV	V	VI
Pasto de alta altitud	X_1	77	6.000	462.000		123.200	123.200	123.200	46200	46200
Pasto de media altitud	X_2	106	12.000	1.272.000	37.948	251.750	589.572	221.964	134408	36358
Pasto de media altitud y ensilaje	X_3	65	16.000	1.040.000	31.005	205.855	482.040	181.480	109915	29640
Pasto de media altitud y heno	X_4	89	15.000	1.335.000	39.783	264.241	618.728	233.002	141.421	38.092
Pasto de baja altitud	X_5	104	12.000	1.248.000	87.984	315.016	466.128	38.792	241.488	98.592
Pasto de baja altitud y ensilaje	X_6	63	15.000	945.000	66.591	238.518	352.926	29.421	182.889	74.655
Pasto de baja altitud y heno	X_7	85	14.000	1.190.000	83.895	300.390	444.465	36.975	230.265	94.010
Maíz ensilaje de media altitud	X_8	64	9.000	576.000					288.000	288.000
Maíz ensilaje de baja altitud	X_9	64	9.000	576.000					288.000	288.000
Otoño regional de media altitud	X_{10}	89,5	5.000	447.500	223.750	223.750				
Otoño regional de baja altitud	X_{11}	89,5	5.000	447.500	223.750	223.750				
Otoño mejorado de media altitud	X_{12}	101	7.000	707.000	353.500	353.500				
Otoño mejorado de baja altitud	X_{13}	101	7.000	707.000	353500	353500				
Pienso	X_{14}	103	900	92.700	15450	15450	15.450	15.450	15.450	15.450

Fuente: Elaboración propia a partir de INRA (1988) y de las tablas anteriores.

Tabla 15. Disponibilidades de PDIN (gPDIN/kgMS*kgMS/ha/año) en los alimentos.

Actividades	X_i	gPDIN/ kgMS	KgMS/ ha año	Total	I	II	III	IV	V	VI
Pasto de alta altitud	X_1	74	6.000	444.000		118.400	118.400	118.400	44.400	44.400
Pasto de media altitud	X_2	132	12.000	1.584.000	47.256	313.896	734.184	276.408	167.376	45.276
Pasto de media altitud y ensilaje	X_3	85	16.000	1.360.000	40.545	269.195	630.360	237.320	143.735	38.760
Pasto de media altitud y heno	X_4	88	15.000	1.320.000	39.336	261.272	611.776	230.384	139.832	37.664
Pasto de baja altitud	X_5	135	12.000	1.620.000	114.210	408.915	605.070	50.355	313.470	127.980
Pasto de baja altitud y ensilaje	X_6	78	15.000	1.170.000	82.446	295.308	436.956	36.426	226.434	92.430
Pasto de baja altitud y heno	X_7	79	14.000	1.106.000	77.973	279.186	413.091	34.365	214.011	87.374
Maíz ensilaje de media altitud	X_8	53	9.000	477.000					238.500	238.500
Maíz ensilaje de baja altitud	X_9	53	9.000	477.000					238.500	238.500
Otoño regional de media altitud	X_{10}	92	5.000	460.000	230.000	230.000				
Otoño regional de baja altitud	X_{11}	92	5.000	460.000	230.000	230.000				
Otoño mejorado de media altitud	X_{12}	119	7.000	833.000	416.500	416.500				
Otoño mejorado de baja altitud	X_{13}	119	7.000	833.000	416.500	416.500				
Pienso	X_{14}	163	900	146.700	24.450	24.450	24.450	24.450	24.450	24.450

Fuente: Elaboración propia a partir de INRA (1988).

Tabla 16. Disponibilidades de calcio (gCa/kgMS *kgMS/ha/ ano) en los alimentos.

Actividades	X_i	gCa/kgMS	KgMS/ha año	Total	I	II	III	IV	V	VI
Pasto de alta altitud	X_1	7,5	6.000	45.000		12.000	12.000	12.000	4.500	4.500
Pasto de media altitud	X_2	8	12.000	96.000	2.900	19.000	44.500	16.800	10.100	2.700
Pasto de media altitud y ensilaje	X_3	7,5	16.000	120.000	3.600	23.800	55.600	20.900	12.700	3.400
Pasto de media altitud y heno	X_4	7,5	15.000	112.500	3.400	22.300	52.100	19.600	11.900	3.200
Pasto de baja altitud	X_5	7,5	12.000	90.000	6.400	22.700	33.600	2.800	17.400	7.100
Pasto de baja altitud y ensilaje	X_6	6,5	15.000	97.500	6.900	24.600	36.400	3.000	18.900	7.700
Pasto de baja altitud y heno	X_7	6,5	14.000	91.000	6.400	23.000	34.000	2.800	17.600	7.200
Maíz ensilaje de media altitud	X_8	3	9.000	27.000					13.500	13.500
Maíz ensilaje de baja altitud	X_9	3	9.000	27.000					13.500	13.500
Otoño regional de media altitud	X_{10}	9	5.000	45.000	22.500	22.500				
Otoño regional de baja altitud	X_{11}	9	5.000	45.000	22.500	22.500				
Otoño mejorado de media altitud	X_{12}	6,5	7.000	45.500	22.800	22.700				
Otoño mejorado de baja altitud	X_{13}	6,5	7.000	45.500	22.800	22.700				
Pienso	X_{14}	3,35	900	3.000	500	500	500	500	500	500

Fuente: Elaboración propia a partir de INRA (1988).

Tabla 17. Disponibilidades de fosforo (gP/kgMS*kgMS/ha /año) en los alimentos.

Actividades	X_i	gP/kgMS	KgMS/ ha año	Total	I	II	III	IV	V	VI
Pasto de alta altitud	X_1	3	6.000	18.000		4.800	4.800	4.800	1.800	1.800
Pasto de media altitud	X_2	5	12.000	60.000	1.800	11.900	27.800	10.500	6.300	1.700
Pasto de media altitud y ensilaje	X_3	4	16.000	64.000	1.900	12.700	29.600	11.200	6.800	1.800
Pasto de media altitud y heno	X_4	4	15.000	60.000	1.800	11.800	27.800	10.500	6.400	1.700
Pasto de baja altitud	X_5	4,5	12.000	54.000	3.800	13.600	20.200	1.700	10.400	4.300
Pasto de baja altitud y ensilaje	X_6	3,5	15.000	52.500	3.700	13.300	19.600	1.600	10.200	4.100
Pasto de baja altitud y heno	X_7	6,5	14.000	91.000	6.400	23.000	34.000	2.800	17.600	7.200
Maíz ensilaje de media altitud	X_8	2	9.000	18.000					9.000	9.000
Maíz ensilaje de baja altitud	X_9	2	9.000	18.000					9.000	9.000
Otoño regional de media altitud	X_{10}	4	5.000	20.000	10.000	10.000				
Otoño regional de baja altitud	X_{11}	4	5.000	20.000	10.000	10.000				
Otoño mejorado de media altitud	X_{12}	5	7.000	35.000	17.500	17.500				
Otoño mejorado de baja altitud	X_{13}	5	7.000	35.000	175	17.500				
Pienso	X_{14}	3,15	900	28.00	466,6	466,6	466,6	466,7	466,7	466,7

Fuente: Elaboración propia a partir de INRA (1988).

Tabla 18. Valores medios para los clusters, en 1996.

Cluster	SAU (ha)	SAU ALTA	SAU MEDIA	SAU BAJA	UHT (horas)	CNv	Pienso/CN (1.000 escudos)	MO/ha (1.000 escudos)	MO/hora (1.000 escudo)
1	20,5	1,1	9,2	10,2	3.528	37,4	37,2	5,3	0,031
2	23,5	1,2	10,5	11,7	3.552	39	68,3	18,1	0,119
3	15,5	0,8	7	7,7	3.600	36,4	47,5	8,8	0,037

Fuente: Elaboración propia a partir de RICA(A) 1996.
Nota: Como las empresas son del tipo familiar por definición no se considera el valor del salario del productor agrícola. Así este valor MO/hora se refiere solo al empleado. Tenemos que ver cuantos UHT son del empleado

Tabla 19. Valores medios para RICA(A) 1990 a 1996.

	1996	1995	1994	1993	1992	1991	1990
CN	37,4	25,53	25,76	21,14	24,6	22,21	25,56
SAU	19,31	19,9	22,35	17,59	20,75	17,46	20,98
CN/SAU	2,1	1,3	1,15	1,2	1,18	1,27	1,22
Esc./Kg pienso	46,1	42,1	43,73	44,21	39,8	47,6	47,6
Esc.P1990/Kg pienso	42,37	41,43	41,37	46,19	40,32	47,12	47,6

Fuente: Elaboración propia a partir de RICA(A) de 1990 a 1996.

Tabla 20. Desviaciones de losMárgenes brutos de las actividades, a precios constantes de 1990.

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15
Des96	-0,005	-0,014	-0,019	-0,018	-0,015	-0,019	-0,019	-0,015	-0,015	-0,003	-0,003	-0,010	-0,010	0,001	-28,086
Des95	0,414	1,174	1,575	1,520	1,243	1,603	1,616	1,278	1,278	0,249	0,249	0,808	0,808	0,002	19,614
Des94	-0,192	-0,545	-0,731	-0,705	-0,577	-0,744	-0,750	-0,593	-0,593	-0,115	-0,115	-0,375	-0,375	0,002	11,814
Des93	0,183	0,518	0,695	0,671	0,549	0,708	0,714	0,564	-0,564	0,110	0,110	0,357	0,357	-0,002	10,114
Des92	0,247	0,699	0,938	0,905	0,741	0,955	0,963	0,761	0,761	0,148	0,148	0,481	0,481	0,003	29,314
Des91	-0,086	-0,242	-0,325	-0,314	-0,257	-0,331	-0,334	-0,264	-0,264	-0,051	-0,051	-0,167	-0,167	-0,003	-17,086
Des90	-0,562	-1,591	-2,134	-2,059	-1,685	-2,171	-2,190	-1,731	-1,731	-0,337	-0,337	-1,095	-1,095	-0,004	-25,686
Média	2,002	5,672	7,607	7,340	6,006	7,741	7,807	6,173	6,173	1,201	1,201	3,904	3,904	-0,044	140,98

Fuente: Elaboración propia a partir de RICA(A) de 1990 a 1996 y de las tablas anteriores.

Tabla 21. Repartición del área para cálcular el valor en realidad.

Actividad	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3
X_1	**1,1**	**1,2**	**0,8**
X_2	5,67	6,6	4,31
X_3	1,45	1,69	1,11
X_4	0,145	0,17	0,12
$X_2+X_3+X_4$	**7,26**	**8,46**	**5,53**
X_5	6,44	7,38	4,86
X_6	1,65	1,89	1,25
X_7	0,16	0,19	0,12
$X_5+X_6+X_7$	**8,26**	**9,46**	**6,23**
X_8	1,94	2,24	1,47
X_9	1,94	2,24	1,47
X_8+X_9	**3,88**	**4,48**	**2,94**
X_{10}	0,97	1,12	0,735
X_{11}	0,97	1,12	0,735
X_{12}	0,97	1,12	0,735
X_{13}	0,97	1,12	0,735
X_{14}	547,5	547,5	547,5
X_{15}	37,4	39	36,4
Area Total	**20,5**	**23,5**	**15,5**

Fuente: Elaboración propia a partir de RICA (A)

ANEXO III- RESULTADOS DEL ANÁLISIS NO PARAMETRIC0 DE EFICIENCIA

ANEXO III- RESULTADOS DEL ANÁLISIS NO PARAMETRIC0 DE EFICIENCIA

CON SUBVENCIONES				SIN SUBVENCIONES			
firm	crste	vrste	scal	firm	crs	vrste	scale
1	0,903	1	0,903	10,7		0,899	0,744
2	0,531	0,835	0,636	20,5		0,801	0,663
3	0,676	0,711	0,951	30,7		0,711	0,951
4	0,571	0,609	0,938	40,6		0,609	0,938
5	0,446	0,623	0,715	50,4		0,623	0,715
6	1	1	1	6	1	1	0,986
7	0,728	1	0,728	70,7		0,95	0,763
8	0,555	1	0,555	80,6		1	0,555
9	0,587	0,641	0,916	90,6		0,641	0,916
10	0,71	0,745	0,953	100,7		0,745	0,953
11	0,752	0,84	0,896	110,8		0,84	0,896
12	0,6	0,759	0,791	120,6		0,75	0,8
13	0,666	0,754	0,883	130,7		0,754	0,883
14	0,698	0,771	0,906	140,7		0,771	0,906
15	0,591	0,787	0,75	150,6		0,761	0,776
16	0,621	0,766	0,811	160,6		0,766	0,811
17	0,427	0,797	0,536	170,4		0,778	0,538
18	0,681	1	0,681	180,7		1	0,681
19	1	1	1	19	1	1	1
20	0,51	0,617	0,826	200,5		0,617	0,826
21	0,611	0,702	0,87	210,6		0,641	0,917
22	0,746	0,878	0,85	220,7		0,808	0,893
23	0,749	0,96	0,781	230,7		0,957	0,783
24	0,647	0,859	0,753	240,6		0,807	0,797
25	0,525	0,528	0,994	250,5		0,528	0,994
26	0,58	0,628	0,923	260,6		0,627	0,925
27	0,855	0,985	0,867	270,8		0,947	0,894
28	0,735	0,746	0,984	280,7		0,746	0,984
29	0,498	0,555	0,897	290,5		0,555	0,897
30	0,687	0,704	0,975	300,6		0,673	0,957
31	0,646	0,682	0,947	310,6		0,682	0,947
32	0,914	1	0,914	320,9		1	0,914
33	0,649	0,848	0,766	330,6		0,831	0,781
34	0,624	0,819	0,762	340,6		0,819	0,762
35	0,751	0,866	0,867	350,8		0,866	0,867
36	1	1	1	36	1	1	1
37	0,589	0,968	0,608	370,6		0,945	0,623
38	0,564	0,719	0,784	380,6		0,694	0,812
39	0,815	0,852	0,956	390,8		0,852	0,956
40	0,779	0,87	0,895	400,8		0,87	0,895
41	0,891	1	0,891	410,9		1	0,891
42	0,818	0,932	0,877	420,8		0,932	0,877
43	0,426	0,639	0,666	430,4		0,604	0,701
44	0,286	0,402	0,713	440,3		0,401	0,715
45	1	1	1	450,6		0,637	0,922
46	0,626	1	0,626	460,6		1	0,626
47	0,713	0,929	0,767	470,7		0,862	0,809
48	0,698	0,789	0,884	480,7		0,789	0,884
49	0,667	0,672	0,993	490,7		0,671	0,994
50	0,732	1	0,732	500,7		1	0,732

51	0,737	0,863	0,855	510,7	0,863	0,855
52	0,638	1	0,638	520,6	1	0,638
53	0,629	1	0,629	530,6	1	0,629
54	0,489	0,623	0,785	540,5	0,623	0,785
55	0,752	0,855	0,879	550,8	0,855	0,879
56	0,625	0,668	0,936	560,6	0,668	0,936
57	0,615	0,651	0,946	570,6	0,651	0,946
58	0,73	0,836	0,873	580,7	0,836	0,873
59	0,624	0,742	0,841	590,6	0,742	0,841
60	0,35	0,375	0,934	600,4	0,375	0,934
61	0,681	0,846	0,805	610,7	0,846	0,805
62	0,601	0,618	0,972	620,6	0,618	0,972
63	0,805	1	0,805	630,8	1	0,805
64	0,647	0,699	0,925	640,6	0,699	0,925
65	0,511	0,57	0,896	650,5	0,57	0,896
66	0,822	0,919	0,894	660,8	0,919	0,894
67	0,637	0,787	0,809	670,6	0,787	0,809
68	1	1	1	68 1	1	1
69	0,793	0,941	0,843	690,8	0,92	0,851
70	0,491	1	0,491	700,5	1	0,491
71	0,754	1	0,754	710,8	1	0,754
72	0,53	0,653	0,812	720,5	0,653	0,812
73	0,458	0,507	0,904	730,5	0,507	0,904
74	0,73	0,792	0,921	740,7	0,792	0,921
75	0,861	0,913	0,944	750,9	0,913	0,944
76	1	1	1	760,9	1	0,859
77	0,75	0,776	0,966	770,8	0,776	0,966
78	0,48	0,575	0,833	780,5	0,537	0,859
79	0,584	0,639	0,914	790,6	0,639	0,914
80	0,666	0,762	0,874	800,7	0,762	0,874
81	0,586	0,608	0,963	810,6	0,608	0,963
82	0,81	0,821	0,987	820,8	0,821	0,987
83	0,66	0,732	0,902	830,7	0,732	0,902
84	0,633	0,921	0,688	840,6	0,875	0,72
85	0,519	0,658	0,789	850,5	0,638	0,813
86	0,517	0,826	0,625	860,5	0,778	0,629
87	0,435	0,478	0,911	870,4	0,477	0,913
88	0,597	0,968	0,617	880,6	0,931	0,641
89	0,687	0,761	0,903	890,7	0,761	0,903
90	0,436	0,633	0,69	900,4	0,633	0,69
91	0,665	1	0,665	910,7	1	0,665
92	1	1	1	92 1	1	1
93	0,545	0,637	0,856	930,5	0,637	0,856
94	0,67	0,704	0,951	940,7	0,704	0,951
95	0,65	0,695	0,934	950,7	0,695	0,934
96	0,524	0,675	0,777	960,5	0,674	0,778
97	0,639	0,651	0,982	970,6	0,651	0,982
98	0,677	0,679	0,996	980,7	0,679	0,996
99	0,621	0,65	0,955	990,6	0,65	0,955
100	1	1	1	1000,8	0,79	0,964
101	0,555	0,628	0,884	1010,6	0,625	0,888
102	0,54	0,633	0,853	1020,5	0,586	0,87
103	0,575	0,592	0,971	1030,6	0,592	0,971
104	0,444	0,636	0,698	1040,4	0,636	0,698
105	0,475	0,485	0,978	1050,5	0,485	0,978
106	0,601	0,612	0,981	1060,6	0,612	0,981
107	0,518	0,557	0,928	1070,5	0,557	0,928
108	0,565	0,794	0,712	1080,6	0,793	0,713
109	0,603	0,614	0,982	1090,6	0,614	0,982

110	0,807	0,886	0,91	1100,8	0,886	0,91
111	0,521	1	0,521	1110,5	1	0,521
112	0,771	0,823	0,937	1120,8	0,823	0,937
113	0,687	0,757	0,908	1130,7	0,757	0,908
114	0,639	0,762	0,839	1140,6	0,757	0,844
115	0,852	0,869	0,98	1150,9	0,869	0,98
116	1	1	1	116 1	1	1
117	0,998	1	0,998	1170,8	0,791	0,992
118	0,447	0,595	0,751	1180,4	0,595	0,751
119	0,66	0,731	0,902	1190,7	0,731	0,902
120	0,657	0,671	0,98	1200,7	0,671	0,98
121	0,569	0,572	0,995	1210,6	0,572	0,995
122	0,566	0,678	0,835	1220,6	0,648	0,848