



UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

**Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y de Montes
Departamento de Estadística, Investigación Operativa,
Organización de Empresas y Economía Aplicada.**

TESIS DOCTORAL

**ANÁLISIS DE EFICIENCIA TÉCNICA EN FINCAS GANADERAS DE DOBLE
PROPÓSITO EN LA CUENCA DEL LAGO DE MARACAIBO, VENEZUELA**

Doctorando: Fátima Urdaneta

Directores: Rafaela Dios Palomares

Juan Antonio Cañas Madueño

Diciembre, 2012

TITULO: *ANÁLISIS DE EFICIENCIA TÉCNICA EN FINCAS GANADERAS DE DOBLE PROPOSITO EN LA CUENCA DEL LAGO DE MARACAIBO, VENEZUELA.*

AUTOR: *FÁTIMA DEL VALLE URDANETA DE GALUÉ*

© Edita: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Córdoba.
Campus de Rabanales
Ctra. Nacional IV, Km. 396 A
14071 Córdoba

www.uco.es/publicaciones

publicaciones@uco.es



TÍTULO DE LA TESIS: ANÁLISIS DE EFICIENCIA TÉCNICA EN FINCAS GANADERAS DE DOBLE PROPÓSITO EN LA CUENCA DEL LAGO DE MARACAIBO, VENEZUELA

DOCTORANDO/A: Fátima Urdaneta de Galué

INFORME RAZONADO DEL/DE LOS DIRECTOR/ES DE LA TESIS

(se hará mención a la evolución y desarrollo de la tesis, así como a trabajos y publicaciones derivados de la misma).

La presente tesis doctoral es el resultado de un trabajo de investigación desarrollado por la doctoranda Fátima del Valle Urdaneta de Galué tomando como base del mismo algunas publicaciones y trabajos realizados previamente a su participación en el programa de Doctorado Economía Agraria y Desarrollo Rural, impartido por la Universidad de Córdoba en la Universidad del Zulia en Venezuela.

La investigación propuesta se ha llevado a cabo en Venezuela en el seno de la Universidad del Zulia y sobre el mismo terreno donde se ubicaban las explotaciones objeto de este estudio. La comunicación entre la doctoranda y los directores ha sido continuada durante todo este tiempo, habiendo realizado la doctoranda dos estancias en la Universidad de Córdoba para resolver problemas que se planteaban, tanto desde el punto de vista metodológico como de la aplicación.

Podemos decir que la evolución y desarrollo del trabajo necesario para completar el estudio, consiguiendo resultados, han sido muy provechosos y satisfactorios presentando el documento los requisitos necesarios para su presentación, exposición y defensa.

Durante el periodo de investigación se han realizado varias publicaciones y comunicaciones a congresos como se pueden ver en el curriculum de la doctoranda. De estos trabajos podemos destacar la comunicación presentada en el IV Congreso de Eficiencia y Productividad EFIUCO en el año 2009, el artículo publicado en la Revista científica de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad del Zulia en 2010, la comunicación presentada en el XIII Congreso de Economía Aplicada celebrado en Sevilla en 2010, el capítulo VIII de la publicación Innovación & tecnología en la ganadería de doble propósito, una comunicación en el V Congreso de Eficiencia y productividad celebrado en Córdoba en 2011 y la comunicación presentada en el VIII Congreso de Economía Agraria celebrado en Madrid en 2011.

Por todo ello, se autoriza la presentación de la tesis doctoral.

Córdoba, 8 de Noviembre de 2012

Firma del/de los director/es

Fdo.: Juan A. Cañas Madueño

Fdo.: Rafaela Dios Palomares

UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

**Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y de
Montes**

**Departamento de Estadística, Investigación Operativa,
Organización de Empresas y Economía Aplicada**

Tesis que presenta para optar al grado de Doctor por la Universidad de Córdoba Dña. Fátima del Valle Urdaneta de Galué, bajo la dirección de D^a Rafaela Dios Palomares, Profesora Titular de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y de Montes de la Universidad de Córdoba y de D. Juan Antonio Cañas Madueño, Catedrático de Economía Financiera y Contabilidad de la Facultad de Derecho y de CC. EE. y Empresariales de la Universidad de Córdoba.

Firma de los Directores:



Fdo.: Rafaela Dios Palomares



Juan A. Cañas Madueño

Diciembre, 2012

Agradecimiento

A la Ilustre Universidad del Zulia por la oportunidad de gestionar los Doctorados conjuntos con las universidades españolas y especialmente a la profesora Rosa Nava Rincón Vicerrectora académica para ese momento, por la extraordinaria idea de proponerlo.

A la ilustre Universidad de Córdoba por recibirnos y ofrecernos la oportunidad de acceder a una formación de alta calidad con servicios académicos acordes con las exigencias de las investigaciones de impacto a nivel mundial.

Al Fondo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación de Venezuela (Antes CONICIT). Institución que financió el proyecto: Sistema de Información para la Ganadería de doble propósito, el cual sirve de fuente de datos para esta investigación.

Al Consejo de desarrollo Científico y Humanístico de la Universidad del Zulia (CONDES-LUZ) por el financiamiento sucesivo para las actualizaciones de los datos.

A los productores agropecuarios de la Cuenca del lago de Maracaibo quienes fueron parte de la muestra, especialmente a las asociaciones de productores organizados que nos facilitaron el trabajo durante la primera y sucesivas tomas de datos, especialmente a la Asociación de Ganaderos de La Villa del Rosario.

A mi estimado profesor Juan Antonio Cañas, quien ha hecho realidad la participación activa de estudiantes graduados venezolanos en este programa de doctorado y nos ha apoyado con agrado en todo lo necesario para que culminemos exitosamente. A él y a su bella familia...muchas gracias.

A mí admirada y querida Rafi (Rafaela Dios Palomares), inspiración genuina para seguir avanzando en el conocimiento de los métodos de evaluación de la eficiencia. A ti, a Joaquín y a tus hijos, gracias por todo el cariño y apoyo...y por las animadas caminatas persiguiendo procesiones por toda Córdoba.

A mi profesor y amigo Ángel Casanova Araque, con quien inicié hace más de 20 años un viaje sereno por las aguas de la estadística y la programación lineal y quien se encargó de verificar y estructurar los datos del proyecto de investigación. Siempre he podido contar con su asesoría y consejo desinteresado.

A mi recordada profesora Manuela Castillo Quero, por sus oportunos consejos académicos y amistad familiar. A su esposo Luis por esas conversaciones agradables e interesantes.

A mi amiga personal y compañera académica María Elena Peña, co-investigadora del proyecto que sirvió para realizar nuestras tesis, con quien he compartido alegrías y vicisitudes desde hace muchos años. Hoy nos une además que compartimos la misma meta. Juntas cruzamos el océano persiguiendo un sueño de evolución académica...nunca es tarde y lo hemos demostrado.

A mis amigas Brenda González y Rilma Rincón por compartir la rica aventura de vivir en Córdoba, a mi amiga de siempre Anita Casassa por su apoyo y consejo oportuno y a mi solidaria amiga Yulana Maldonado, siempre a mi lado ayudándome a culminar con éxito.

En este proceso, también debo agradecer a aquellas personas quienes con su diligencia desinteresada y amable han facilitado la realización de este trabajo, entre ellas a la Sra. Deicy Méndez (en Maracaibo) y a Dña. Pilar Reina (en Córdoba), además a mis colegas de la Facultad de Agronomía de LUZ, Alba Nava y Alfredo Faría por ayudarme con la recopilación de los datos agroclimáticos.

Por último debo agradecer a la cultural ciudad de Córdoba, cuyos patios me recordaron mis remotas raíces andaluzas sembradas en las calles y patios del Barrio El Empedrao de Maracaibo...mi querida tierra del sol amada.

DEDICATORIA

A Dios todopoderoso.

A Luís y a Dolores quienes me dieron la extraordinaria oportunidad de la vida.

A mis hermanos Nila, Luís, Manuel y Jenny por tantas risas y amor compartido durante todos estos años.

A Saurín Melquisedec por el acompañamiento y apoyo incondicional en todo lo que emprendo.

A mis hijos Cristina, Saurín y Christian por traerme nuevos miembros a la familia: Eunardo, Adriana y Joalice.

A Gabriel, Sabrina y Sebastián mis renovadas motivaciones de vida.

ÍNDICE GENERAL	Pág.
ÍNDICE GENERAL	9
ÍNDICE DE TABLAS	11
ÍNDICE DE FIGURAS	15
ÍNDICE DE ANEJOS	16
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	19
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO Y ANTECEDENTES	37
2.1. Eficiencia, productividad y conceptos asociados.....	39
2.2. Origen del concepto de eficiencia técnica y frontera de producción.....	42
2.3. Tipos de eficiencia.....	46
2.4. Orientación de la medida de la eficiencia.....	47
2.5. Métodos para evaluación de la eficiencia.....	49
2.5.1. Función Frontera De Producción Estocástica.....	52
2.5.2. Función De Fronteras Determinísticas.	54
2.6. Análisis envolvente de datos (DEA).....	54
2.6.1. Modelo matemático DEA.....	57
2.6.2. Selección de variables para un modelo DEA.....	60
2.7. Identificación de datos atípicos (outliers) en análisis de frontera multiproducto (multiple outputs) con entorno DEA.....	62
2.8. Métodos de estimación de eficiencia que toman en cuenta las variables de entorno.....	66
2.8.1. Método de programas múltiple DEA+DEA+DEA (3SPM).....	68
2.8.2. Análisis de contrastación del efecto entorno.....	70
2.9. Corrección del sesgo en los indicadores de eficiencia con Bootstrap.....	72
2.10. Identificación de factores de eficiencia.....	75
2.10.1. Análisis de referentes.....	76
2.10.2. Benchmarking y DEA.....	77
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA APLICADA	79
3.1. Tipo y diseño de la investigación. Planteamiento epistémico.....	81
3.2. Fuente de los datos.....	82
3.3. Análisis multivariantes	83
3.4. Análisis de datos atípicos (outliers).....	84
3.5. Especificaciones del modelo.....	85
3.6. Análisis Bootstrap.....	89
3.7. Conformación de perfiles de eficiencia.....	89
3.7.1. Análisis de referentes.....	90

3.7.2. Identificación de factores de eficiencia.....	91
3.8. Procedimiento cronológico de la investigación.....	91
3.9. Utilización de Softwars.....	93
CAPÍTULO IV. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN CON BOVINOS DE DOBLE PROPÓSITO. CARACTERIZACIÓN DE LA DE PRODUCCIÓN DE LECHE Y CARNE EN VENEZUELA.....	95
4.1. Sistemas de producción con bovinos de doble propósito.....	97
4.1.1. Fortalezas y debilidades del sistema doble propósito.....	100
4.1.2. Indicadores de desempeño de los sistemas ganaderos con bovinos de doble propósito.....	102
4.2. Caracterización de la producción de leche y carne en Venezuela.....	107
4.2.1. Producción de leche.....	107
4.2.2. Producción de carne.....	111
CAPÍTULO V. CARACTERIZACIÓN AGROECOLÓGICA DE LA REGIÓN ZULIANA PARA LA PRODUCCIÓN DE LECHE Y CARNE CON BOVINOS DE DOBLE PROPÓSITO EN LA CUENCA DEL LAGO DE MARACAIBO. DETERMINACIÓN DE LAS ZONAS AGROECONÓMICAS COMO VARIABLE DE ENTORNO.....	117
5.1. Descripción de la región zuliana y cuenca del lago de Maracaibo.....	119
5.2. Descripción agroecológica de los municipios considerados en este estudio.....	122
5.3. Determinación de la zona agroeconómica como variable de entorno.....	128
5.4. Caracterización de las zonas agroeconómicas definidas para este estudio.....	133
5.4.1. Zona 1.....	134
5.4.2. Zona 2.....	134
5.4.3. Zona 3.....	134
5.4.4. Zona 4.....	135
5.4.5. Comparación de indicadores entre zonas agroeconómicas.....	135
CAPÍTULO VI. DESCRIPTIVA Y ANÁLISIS DE EFICIENCIA PARA CADA ZONA AGROECONÓMICA.....	141
6.1. Zona Agroeconómica 1.....	144
6.1.1. Análisis de datos atípicos (outliers).....	144
6.1.2. Descriptiva de las variables del modelo.....	145
6.1.3. Resultados del análisis envolvente de datos.....	146
6.1.4. Análisis de perfiles de eficientes. Estudio de referentes para la zona 1...	147
6.2. Zona Agroeconómica 2.....	152
6.2.1. Análisis de datos atípicos (outliers) para la zona 2.....	153
6.2.2. Descriptiva de las variables del modelo para la zona 2.....	154
6.2.3. Resultados del análisis envolvente de datos para la zona 2.....	155

6.2.4. Análisis de perfiles de eficientes. Estudio de referentes para la zona 2...	156
6.3. Zona Agroeconómica 3.....	162
6.3.1. Análisis de datos atípicos (outliers).....	162
6.3.2. Descriptiva de las variables del modelo.....	163
6.3.3. Resultados del análisis envolvente de datos para la zona 3.....	164
6.3.4 Análisis de perfiles de eficientes. Estudio de referentes para la zona 3...	165
6.4. Zona Agroeconómica 4.....	171
6.4.1. Análisis de datos atípicos (outliers) para la zona 4.....	172
6.4.2. Descriptiva de las variables del modelo para la zona 4.....	173
6.4.3. Resultados del análisis envolvente de datos (zona 4).....	174
6.4.4. Análisis de perfiles de eficientes. Estudio de referentes para la zona 4...	175
CAPÍTULO VII. ANÁLISIS DE EFICIENCIA PARA LOS DATOS CORREGIDOS POR LA ZONA AGROECONÓMICA COMO VARIABLE DE ENTORNO.....	181
7.1. Descriptiva de las variables del análisis.....	183
7.1.1. Descriptiva de indicadores de manejo.....	186
7.1.2. La modalidad de producción.....	188
7.1.3. El tamaño de la unidad de producción.....	190
7.2. Análisis de eficiencia.....	192
7.2.1. Índices de Eficiencia sin la corrección por variable de entorno.....	192
7.2.2. Efecto entorno (EE).....	194
7.3. Análisis de segunda etapa: identificación de factores de eficiencia.....	196
CAPÍTULO VIII. CONCLUSIONES.....	201
CAPÍTULO IX. RESÚMEN.....	211
CAPÍTULO X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	215
CAPÍTULO XI. ANEJOS.....	231

ÍNDICE DE TABLAS

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO Y ANTECEDENTES.	Pág.
Tabla 2.1 Valores de R_{\min}^i para cada combinación de i	66
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA APLICADA.	
Tabla 3.1 Distribución de la muestra por municipios.....	82
Tabla 3.2 Distribución de frecuencias para el número de fincas por Zona agroeconómica.....	85
CAPÍTULO IV. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN CON BOVINOS DE DOBLE PROPÓSITO. CARACTERIZACIÓN DE LA DE PRODUCCIÓN DE LECHE Y CARNE EN VENEZUELA.	

Tabla 4.1	Medias de indicadores característicos de ganadería de doble propósito.....	103
Tabla 4.2	Medias de indicadores de productividad parcial de la ganadería de doble propósito para los municipios de la región zuliana.....	105
Tabla 4.3	Producción, importaciones, disponibilidad y consumo de leche en Venezuela (período 1998-2008).....	109
Tabla 4.4	Evolución de la producción de leche nacional (período 1998-2010)...	110
Tabla 4.5	Evolución de la disponibilidad aparente bruta total (DABT) de carne de res durante el período 1998-2009.....	112
Tabla 4.6	Evolución de la producción de carne nacional (período 1998-2009)...	113

CAPÍTULO V. CARACTERIZACIÓN AGROECOLÓGICA DE LA REGIÓN ZULIANA PARA LA PRODUCCIÓN DE LECHE Y CARNE CON BOVINOS DE DOBLE PROPÓSITO EN LA CUENCA DEL LAGO DE MARACAIBO. DETERMINACIÓN DE LAS ZONAS AGROECONÓMICAS COMO VARIABLE DE ENTORNO.

Tabla 5.1	Resumen de características edafo-climáticas de los municipios bajo estudio.....	129
Tabla 5.2	Eigenvalores de los componentes principales y varianza explicada.	130
Tabla 5.3	Miembros de grupo (Cluster Membership).....	132
Tabla 5.4	Distribución de frecuencias de unidades de producción por Zona Agroeconómica.....	136
Tabla 5.5	Frecuencia de modalidad de producción por zona Agroeconómica....	137
Tabla 5.6	Frecuencia de uso de prácticas de manejo de pastos por Zona Agroeconómica.....	137
Tabla 5.7	Medias de índices de manejo de pastizales por Zona Agroeconómica.....	138
Tabla 5.8	Frecuencias de uso de suplementos alimenticios para el rebaño por Zona Agroeconómica.....	139
Tabla 5.9	Índices de productividad por Zonas Agroeconómicas.....	140

CAPÍTULO VI. DESCRIPTIVA Y ANÁLISIS DE EFICIENCIA PARA CADA ZONA AGROECONÓMICA.

Tabla 6.1	Detección de datos atípicos en la Zona 1.....	145
Tabla 6.2	Descriptiva de las variables del modelo para la Zona 1 (n=25).....	145
Tabla 6.3	Descriptiva de índices de eficiencia para la Zona 1 (n=25).....	146
Tabla 6.4.	Mejoras de inputs y outputs (holguras) para la Zona 1 (n=25).....	146
Tabla 6.5	Tipos de retornos a escala para las unidades de producción de la Zona 1 (n=25).....	147
Tabla 6.6	Medias de indicadores de manejo de pastos por nivel de referente	

	para la Zona 1 (modelo CRS).....	147
Tabla 6.7	Medias de indicadores de suplementación animal por nivel de referente para la Zona 1 (modelo CRS).....	148
Tabla 6.8	Media de indicadores productivos para la Zona 1 (modelo CRS).....	149
Tabla 6.9	Medias de indicadores de manejo de pastos por nivel de referente para la Zona 1 (modelo VRS).....	149
Tabla 6.10	Medias de indicadores de suplementación animal por nivel de referente para la Zona 1 (modelo VRS).....	150
Tabla 6.11	Media de indicadores productivos por nivel de referente para la Zona 1 (modelo VRS).....	151
Tabla 6.12	Media de indicadores por cada grupo de unidades eficientes (E) y no eficientes (NE) para la Zona 1.....	152
Tabla 6.13	Detección de datos atípicos (Outliers) para la Zona 2	154
Tabla 6.14	Descriptiva de las variables del modelo para la Zona 2 (n=102).....	155
Tabla 6.15	Descriptiva de índices de eficiencia para la Zona 2 (n=102).....	155
Tabla 6.16.	Mejoras de inputs y outputs (holguras) para la Zona 2 (n=102).....	156
Tabla 6.17	Tipos de retornos a escala para las unidades de producción de la Zona 2 (n=102).....	156
Tabla 6.18	Medias de indicadores de manejo de pastos por niveles de referentes para la Zona 2 (modelo CRS).....	157
Tabla 6.19	Medias de indicadores de suplementación animal por clases de referentes para la Zona 2 (modelo CRS).....	158
Tabla 6.20	Media de indicadores productivos para la Zona 2 (modelo CRS).....	158
Tabla 6.21	Medias de indicadores de manejo de pastos por niveles de referentes para la Zona 2 (modelo VRS).....	159
Tabla 6.22	Medias de indicadores de suplementación animal por nivel de referente para la Zona 2 (modelo VRS).....	160
Tabla 6.23	Media de indicadores productivos para la Zona 2 (modelo VRS).....	161
Tabla 6.24	Media de indicadores por cada grupo de unidades eficientes (E) y no eficientes (NE) para la Zona 2.....	162
Tabla 6.25	Detección de datos atípicos (Outliers) para la Zona 3.....	163
Tabla 6.26	Descriptiva de las variables del modelo para la Zona 3 (n=93).....	164
Tabla 6.27	Descriptiva de índices de eficiencia para la Zona 3 (n=93).....	164
Tabla 6.28	Mejoras de inputs y outputs (holguras) para la Zona 3 (n=93).....	165
Tabla 6.29	Tipos de retornos a escala para las unidades de producción de la Zona 3 (n=93).....	165

Tabla 6.30	Medias de indicadores de manejo de pastos por nivel de referente para la Zona 3 (modelo CRS).....	166
Tabla 6.31	Medias de indicadores de suplementación animal por clases de referentes para la Zona 3 (modelo CRS).....	167
Tabla 6.32	Media de indicadores productivos para la Zona 3 (modelo CRS).....	168
Tabla 6.33	Medias de indicadores de manejo de pastos por nivel de referente para la Zona 3 (modelo VRS).....	169
Tabla 6.34	Medias de indicadores de suplementación animal por nivel de referente para la Zona 3 (modelo VRS).....	169
Tabla 6.35	Media de indicadores productivos por nivel de referente para la Zona 3 (modelo VRS).....	170
Tabla 6.36	Media de indicadores para cada grupo de unidades eficientes (E) y no eficientes (NE) para la Zona 3.....	171
Tabla 6.37	Detección de datos atípicos (Outliers) para la Zona 4.....	173
Tabla 6.38	Descriptiva de las variables del modelo para la zona 4 (n=51).....	173
Tabla 6.39	Descriptiva de índices de eficiencia para la Zona 4 (n=51).....	174
Tabla 6.40	Mejoras de inputs y outputs (holguras) para la Zona 4 (n=51).....	174
Tabla 6.41	Tipos de retornos a escala para las unidades de producción de la Zona 4 (n=51).....	175
Tabla 6.42	Medias de indicadores de manejo de pastos por nivel de referente para la Zona 4 (modelo CRS).....	176
Tabla 6.43	Medias de indicadores de suplementación animal por nivel de referente para la Zona 4 (modelo CRS).....	176
Tabla 6.44	Medias de indicadores productivos por nivel de referente para la Zona 4 (modelo CRS).....	177
Tabla 6.45	Medias de indicadores de manejo de pastos por niveles de referentes para la Zona 4 (modelo VRS).....	178
Tabla 6.46	Medias de indicadores de suplementación animal por clases de referentes para la Zona 4 (modelo VRS).....	178
Tabla 6.47	Media de indicadores productivos para la Zona 4 (modelo VRS).....	179
Tabla 6.48	Media de indicadores para cada grupo de unidades eficientes (E) y no eficientes (NE) de la Zona 4.....	180
CAPÍTULO VII. ANÁLISIS DE EFICIENCIA PARA LOS DATOS CORREGIDOS POR LA ZONA AGROECONÓMICA COMO VARIABLE DE ENTORNO		
Tabla 7.1	Descriptiva de las variables del modelo para la muestra total (n=271).....	184
Tabla 7.2	Descriptivas de indicadores de productividad parcial (n=271).....	185

Tabla 7.3	Frecuencia de uso de prácticas de manejo de pastizales.....	186
Tabla 7.4	Frecuencia de uso del suministro de suplementos para la alimentación animal.....	187
Tabla 7.5	Descriptiva por Modalidad de producción (n=271).....	189
Tabla 7.6	Indicadores de productividad parcial por modalidad de producción....	189
Tabla 7.7	Distribución de unidades de producción por superficie.....	191
Tabla 7.8	Indicadores de productividad parcial según el tamaño de la unidad de producción.....	191
Tabla 7.9	Índices de eficiencia por zona para los datos sin corregir (modelos CRS y VRS orientación input).....	192
Tabla 7.10	Descriptivas de las eficiencias sin la corrección por entorno.....	193
Tabla 7.11	Tipos de rendimientos a escala para los datos sin corregir.....	193
Tabla 7.12	Holguras para los datos sin corrección por entorno.....	194
Tabla 7.13	Diferencias efecto entorno según zonas.....	195
Tabla 7.14	Diferencias en eficiencias.....	195
Tabla 7.15	Descriptivas de las eficiencias corregidas por entorno.....	196
Tabla 7.16	Tipos de rendimientos a escala para los datos corregidos por entorno.....	196
Tabla 7.17	Correlaciones de Spearman del índice de eficiencia corregido por variable de entorno y bootstrap con indicadores de manejo de pastizales.....	197
Tabla 7.18	Correlaciones de Spearman del índice de eficiencia corregido por variable de entorno y bootstrap con indicadores de suplementación animal.....	198
Tabla 7.19	Correlaciones de Spearman del índice de eficiencia corregido por variable de entorno y bootstrap con índices productivos.....	199

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	Pág.
Figura 2.1 Descomposición de la ineficiencia	31
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO Y ANTECEDENTES	
Figura 2.1 Diferencias entre eficiencia técnica y productividad media.....	41
Figura 2.2 Medidas de eficiencia de Farrell.....	43
Figura 2.3 Frontera de producción e índice de eficiencia.....	45
Figura 2.4. Medidas de la eficiencia técnica orientadas al input y al output.....	48
Figura 2.5 Orientaciones de la medida de eficiencia.....	49

Figura 2.6	Métodos de estimación para construir la frontera de producción.....	50
Figura 2.7	Frontera de producción estocástica.....	53
Figura 2.8	Frontera y conjunto de posibilidades de producción.....	57
Figura 2.9	Caracterización de un análisis DEA.....	60
Figura 2.10	Gráfico de las relaciones Log (Log-ratio) para el grupo de datos (144) utilizados por Urdaneta <i>et al</i> (2010 ^a).....	65
Figura 2.11	Descomposición de la ineficiencia.....	67
CAPÍTULO III. METODOLÓGIA APLICADA.		
Figura 3.1.	Detección de datos atípicos (outliers) por el método gráfico (Wilson, 1993).....	85
Figura 3.2	Gráfico de referentes y sus niveles.....	90
CAPÍTULO IV. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN CON BOVINOS DE DOBLE PROPÓSITO. CARACTERIZACIÓN DE LA DE PRODUCCIÓN DE LECHE Y CARNE EN VENEZUELA.		
Figura 4.1.	Producción nacional de leche durante el período 1998-2007.....	108
Figura 4.2	Evolución de la producción per cápita de leche de origen bovino (período 1980-2007).....	108
Figura 4.3	Destino de la producción de leche en Venezuela.....	110
Figura 4.4	Composición del consumo per cápita de carne bovina en Venezuela.....	112
CAPÍTULO V. CARACTERIZACIÓN AGROECOLÓGICA DE LA REGIÓN ZULIANA PARA LA PRODUCCIÓN DE LECHE Y CARNE CON BOVINOS DE DOBLE PROPÓSITO EN LA CUENCA DEL LAGO DE MARACAIBO. DETERMINACIÓN DE LAS ZONAS AGROECONÓMICAS COMO VARIABLE DE ENTORNO.		
Figura 5.1	Ubicación de la Cuenca del Lago de Maracaibo.....	119
Figura 5.2	Mapa físico de la cuenca del Lago de Maracaibo.....	121
Figura 5.3	Gráfico de factores de cada componente en el espacio tridimensional.....	131
Figura 5.4	Ubicación de las zonas agroeconómicas.....	133
CAPÍTULO VI. DESCRIPTIVA Y ANÁLISIS DE EFICIENCIA PARA CADA ZONA AGROECONÓMICA.		
Figura 6.1	Valores Log-ratio para los datos de la Zona 1.....	144
Figura 6.2	Valores Log-ratio para los datos de la Zona 2.....	153
Figura 6.3	Valores Log-ratio para los datos de la Zona 3.....	163
Figura 6.4	Valores Log-ratio para los datos de la Zona 4.....	172

ÍNDICE DE ANEJOS

Anejo 11.1	Distribución de la muestra por estratos.....	233
Anejo 11.2.	Factores de regresión de componentes principales para la ubicación de cada municipio en el espacio tridimensional.....	234
Anejo 11.3.	Coeficientes de Correlación de la producción anual de leche (L) y la producción anual de carne (KG) con el tamaño de la unidad de producción (HA).....	235
Anejo 11.4.	Coeficientes de Correlación de la producción anual de leche (L) y la producción anual de carne (KG) con las unidades animales (UA).....	236
Anejo 11.5.	Coeficientes de Correlación de la producción anual de leche (L) y la producción anual de carne (KG) las Unidades Trabajo hombre (UTH).....	237
Anejo 11.6.	Coeficientes de Correlación de la producción anual de leche (L) y la producción anual de carne (KG) con los Costos variables (CV).....	238
Anejo 11.7.	Coeficientes de Correlación de la producción anual de leche (L) y la producción anual de carne (KG) con los Costos fijos (CF).....	239
Anejo 11.8.	Referentes Zona 1 (CRS y VRS).....	240
Anejo 11.9.	Referentes Zona 2 (CRS y VRS).....	241
Anejo11.10	Referentes Zona 3 (CRS y VRS).....	242
Anejo11.11	Referentes Zona 4 (CRS y VRS).....	243
Anejo11.12	Tablas de frecuencia cruzadas de las Zonas Agroeconómicas con frecuencia de uso de prácticas agronómicas para el manejo de pastos (Prueba de X ²).....	244
Anejo11.13	Tablas de frecuencia cruzadas de las Zonas Agroeconómicas con frecuencia de uso de algunos insumos para la alimentación animal (Prueba de X ²).....	245
Anejo11.14	Calculo de los tipos de retornos con SPSS.....	246
Anejo11.15	Programas DEA desde SPSS sin entorno y con Bootstrap para calcular los outliers e índices de eficiencia en las dos orientaciones y para VRS, CRS, ESCALA y NIRS, desarrollados por Rafaela Dios-Palomares.....	247

CAPITULO I. INTRODUCCIÓN

El origen de la ganadería bovina de doble propósito para la producción de leche y carne, se remonta a las primeras introducciones de ganado bovino de origen europeo (*Bos Taurus*) a la América tropical, distribuyéndose en regiones con gran variedad de clima y condiciones, lo que ocasionó la diferenciación de los rebaños en tipos y razas, cuyas características respondían más a la adaptación a su medio ecológico que a una especialización de acuerdo con los objetivos de producción, ya sea para la producción de carne, de leche o para el trabajo.

Si bien se realizaron algunos intentos rudimentarios de selección de animales para la producción de leche, estos animales se cruzaron indiscriminadamente con los *Bos indicus* de origen tropical y con los animales criollos de origen ibérico, dando origen a poblaciones de animales mestizos de diversos tipos. Así se pueden encontrar desde los que cuentan con un alto porcentaje de Cebú, que son utilizados para la producción de carne, hasta los que tienen considerables proporciones de razas lecheras europeas, que han servido a la producción de leche y carne, dando origen a los sistemas de doble propósito (Morillo y Urdaneta, 1998)

Referirse a la producción de leche y carne en Venezuela implica el estudio de los sistemas de la producción de doble propósito, ya que los sistemas especializados para la producción de leche apenas alcanzan el 10% del total de sistemas de producción existentes en el país y se concentran en la geografía Andina de clima frío con muy poca extensión disponible. De esta manera, un poco más del 90% de las ganaderías que producen leche son de doble propósito, y aun cuando el aporte de estos sistemas a la producción de carne es menor comparada con lo que aportan a la producción de leche, sigue siendo también un sistema muy frecuente (Urdaneta *et al*, 2012).

Bajo el sistema de ganadería de doble propósito se maneja aproximadamente el 78% del total de bovinos, en América tropical, lo que aporta el 41% de la leche de esas regiones (Toledo, 1994). En Venezuela, más del 90 % de la leche y del 50% de la carne que se produce en el país provienen de sistemas de ganadería bovina de doble propósito, donde el estado Zulia (cuenca del Lago de Maracaibo) aporta alrededor del 70% de la leche y el 40% de la carne que se consume en el país. Aun cuando la disponibilidad está por debajo de los indicadores de consumo recomendados por la FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), el potencial para la ganadería de doble propósito proyecta la posibilidad real de disminuir la brecha en la

seguridad agroalimentaria de dos productos que son fuentes tradicionales de proteína para la población.

Estos sistemas ganaderos, constituyen empresas agropecuarias cuyas finalidades son producir y vender, leche o queso artesanal y animales para matadero, además del descarte de sus hembras lecheras, sementales o de los becerros al nacer. En ocasiones, la empresa puede contar con una o más fincas para ubicar físicamente los componentes del rebaño que corresponden a las diferentes fases del negocio: cría y ordeño, levante y ceba (Morillo y Urdaneta 1998). Los ingresos derivados de la venta de leche en relación con la venta de animales para carne varían considerablemente en proporciones que van desde un 12% a un 80%, dependiendo principalmente de los objetivos del productor, de la fase del crecimiento en que los machos son vendidos y de los tipos raciales. Seré y Vaccaro (1985) señalan al sistema doble propósito como aquel cuyas proporciones se encuentran entre el 80% y 20% de venta de leche, a la vez que indican que una proporción de venta de carne menor al 30% se refiere a un sistema vaca-maute¹ y cuando es mayor del 30%, ya se refiere a un tipo de sistema vaca novillo² como modalidad de producción.

Los países tropicales en vías de desarrollo donde se ha establecido la ganadería de doble propósito, se caracterizan por presentar niveles productivos de leche y carne extremadamente bajos, al compararlos con los países desarrollados de clima templado Verde (1992). Sin embargo, esta estructura productiva de leche y carne, tradicionalmente ha presentado índices de ineficiencia dentro de una altísima variabilidad tecnológica en donde también existen sistemas productivos con tecnologías exitosas que usan y manejan los recursos de manera más eficiente (Capriles *et al.*, 1999).

Si bien, estos sistemas ganaderos de doble propósito han sido una modalidad de producción muy adaptada a los trópicos, los cuales han permitido abastecer en parte la demanda de estos productos tan importantes para la dieta de sus habitantes, sus niveles cuestionables de eficiencia requieren del estudio de los factores que inciden en ella, con el objeto de proponer estrategias de mejora que actúen sobre las causas de esta ineficiencia. En este sentido, se hace presente la necesidad de revisar

¹ Sistema de producción donde se vende leche y machos destetados cuando alcanzan un peso aproximado de 230 Kg.

² Sistema de producción donde se vende leche y machos cuando alcanzan un peso aproximado de 450Kg.

referenciales de eficiencia, que permitan analizar el mejor uso de los recursos utilizados en función de los productos obtenidos y puedan servir de guía para el estudio de los factores que inciden en esta respuesta.

El análisis de eficiencia técnica que se aborda para resolver las cuestiones planteadas, se va a realizar desde un enfoque de estimación de funciones frontera, donde el nivel de eficiencia se estima mediante la distancia de cada unidad ineficiente a la frontera de producción estimada. En este contexto, se consideran eficientes a las unidades de producción capaces de obtener el máximo de productos para unos inputs dados, o de consumir el mínimo de recursos para unos outputs dados. Estas dos definiciones se relacionan respectivamente con los análisis de eficiencia orientados al output y al input.

En esta investigación se aplicará la técnica DEA o Análisis Envoltente de Datos, que implica la resolución de modelos de programación matemática y da como solución a la estimación de la frontera de producción, una envoltente en cuyos vértices se encuentran las unidades eficientes. Se ha seleccionado la metodología DEA ya que no presenta las limitaciones relacionadas con la estimación de fronteras paramétricas (determinística o estocástica), las cuales requieren especificar una forma funcional que explique la relación entre inputs y outputs. Asimismo, no es posible conocer con certeza la distribución que sigue la variable que recoge la ineficiencia (Θ), (Berndt, 1979; Lovell y Pastor, 1995).

Las aplicaciones del método DEA en ganadería han sido de gran utilidad, ya que han permitido orientar decisiones en el uso de los insumos con el fin de mejorar la rentabilidad, y de esta manera González *et al* (1996) han aplicado la metodología DEA para estudiar la eficiencia de 133 explotaciones lecheras asturianas obteniendo como resultado un valor medio de eficiencia del 78%, con sólo cinco explotaciones 100% eficientes. Del análisis de las holguras dedujeron la necesidad de reducir los inputs en una media del 22% o adoptar una apropiada escala productiva, y en la identificación de factores de eficiencia, no han encontrado relación entre la eficiencia técnica y el tamaño de la explotación expresado en número de vacas, de manera que la eficiencia depende de la productividad/vaca y del uso adecuado de los inputs, especialmente de la alimentación y la mano de obra.

Jaforullah y Whiteman (1999) encontraron eficiencias de escala en 264 fincas lecheras en Nueva Zelanda, debido al incremento del tamaño promedio de estas

unidades productivas. El estudio concluyó que sólo el 19% operaban a escala óptima, el 28% en rendimientos creciente y el resto en rendimientos decrecientes. El promedio global de eficiencia fue del 83%, un promedio de eficiencia de escala de 94% y un promedio de eficiencia pura del 89%. Asimismo, identificaron a la alimentación como el principal factor de eficiencia y un tamaño óptimo de 83 ha con 260 animales para las fincas de Nueva Zelanda.

Mathijs *et al* (1999), miden la eficiencia económica global y de escala con DEA en 60 explotaciones lecheras para evaluar las diferencias entre distintas formas organizativas y orientaciones en la producción, encontrando una eficiencia media del 45% donde las explotaciones mixtas pertenecientes a cooperativas son más eficientes técnicamente.

Fraser y Cordina (1999), realizan un análisis DEA para medir la eficiencia técnica y de escala de una muestra de 50 explotaciones lecheras del norte de Victoria (Australia). La eficiencia técnica estuvo en torno al 85% en el modelo CRS y del 90% para el modelo VRS, y también determinan la importancia del uso eficiente del alimento como principal factor de producción.

Psychoudakis y Dimitriadou (1999), aplican la metodología DEA en la medida de eficiencia técnica a una muestra de 86 explotaciones lecheras de Macedonia (Grecia), y encuentran 56 explotaciones eficientes y la necesidad de reducir el consumo de factores inputs en una media del 30%.

Rusielik y Switlyk (1999), miden la eficiencia relativa de la actividad lechera en Polonia utilizando como muestra 63 explotaciones. La eficiencia técnica media fue del 65% y determinan la asignación óptima de la tierra, del número de vacas y del número de trabajadores. Concluyen que las explotaciones más eficientes son las de mayor tamaño.

Raghbendra *et al* (2000), aplican la metodología DEA para estimar la eficiencia técnico-económica de la producción de leche en 3000 explotaciones de Punjab (India), encontrando una eficiencia media entorno al 40%. La ineficiencia fue debido a la inadecuada asignación de la mano de obra y de la tierra. Sin embargo, no encontraron relación entre el tamaño de explotación y la eficiencia, estableciendo la necesidad de aumentar la productividad/vaca para incrementar la eficiencia de uso de factores.

Pardo (2001) ha realizado un estudio en 38 explotaciones lecheras, con el objetivo de determinar la mejor relación entre costes, ingresos e inversión que dé el

mayor margen y rentabilidad a las explotaciones lecheras de la provincia de Córdoba. Los resultados demuestran que la alimentación es la variable que más pesa en la eficiencia global del sistema, siendo el exceso de forraje aportado a la ración, la principal causa de ineficiencia. Una vez corregidas las ineficiencias técnicas particulares de cada explotación, se alcanzaría una mayor rentabilidad aumentando la productividad y reduciendo los costes unitarios de producción.

Arzubi y Berbel (2002^a), analizando, con DEA, 35 explotaciones lecheras en Argentina encuentran un índice medio de eficiencia del 78,2%, cuyas ineficiencias a escala se deben principalmente a retornos crecientes, ya que la superficie de la explotación actúa como factor fijo limitante. Asimismo, estiman que es difícil que sucedan cambios a corto plazo debido a que el sistema de producción tiene una base forrajera pastoril cuyos costos están en buena medida determinados a priori (praderas establecidas, cultivos sembrados, y reservas confeccionadas, entre otros). Las empresas eficientes se destacan por su alto nivel de productividad (L/ha), logrando a la vez mejores índices económicos. Este análisis permite reflexionar acerca de los factores de eficiencia que podrían considerarse en fincas ganaderas de doble propósito dado que su base forrajera es la pastoril.

En otro análisis de eficiencia realizado con datos de 52 explotaciones Lecheras de Buenos Aires (DEA orientado al output), Arzubi y Berbel (2002^b) determinan que podría lograrse un incremento del 9% de leche utilizando los mismos recursos. También observaron que el grupo eficiente moderó su gasto en alimentación, manifestó asociación positiva con los beneficios económicos y remuneró mejor a su mano de obra, lo que podría ser indicativo de que la incentivación apropiada del personal incide en los niveles de eficiencia de las empresas.

Kirner *et al* (2007) estimaron la eficiencia técnica con DEA, en 222 explotaciones especializadas para la producción de leche en Austria. Como resultado obtuvieron que sólo 16% de las unidades fueran 100% eficientes. La Eficiencia Técnica estuvo caracterizada por el tamaño, las desventajas naturales del relieve, la edad y la educación del productor gerente. Un análisis Cluster reveló que más del 60% de la muestra eran fincas muy ineficientes y pequeñas como para asegurar su viabilidad económica en el futuro.

Por otra parte, los resultados de un análisis de eficiencia técnica con DEA, realizado en fincas de producción de carne con vacunos en sistemas a pastoreo en la dehesa de Los Pedroches, al norte de la provincia de Córdoba, España (Castillo,

2006), indican que las unidades de producción que combinan de forma más eficiente sus recursos son aquellas más intensivas en carga ganadera e índice de mecanización, en las que se crían y también se engordan los terneros, con una menor proporción de subvenciones en los ingresos derivados del vacuno, y cuyos titulares son personas de menor edad y mayor formación. De acuerdo con este análisis, cabe destacar la importancia de la conformación del perfil de unidades eficientes para formular estrategias de mejora de la competitividad.

Son numerosas las investigaciones que abordan la medición de la eficiencia con modelos de frontera de producción en ganadería, sin embargo para el caso específico de la ganadería bovina de doble propósito tropical, son pocos los trabajos que pueden referirse, entre ellos se encuentra el análisis realizado por Ortega *et al* (2007) quienes utilizaron un modelo de producción de frontera estocástica (Aigner *et al*, 1977) para medir la eficiencia de sistemas de producción de doble propósito en Venezuela. Estos sistemas son considerados de bajos insumos e ineficientes por sus niveles de productividad parcial al compararlos con los indicadores de eficiencia de los países desarrollados.

El modelo de frontera de producción estocástica reveló que los principales factores que afectan positivamente la producción de leche y carne fueron la fuerza laboral, tierra, capital invertido en maquinaria y rebaño, medicina veterinaria y suplementación alimenticia del rebaño. El mencionado trabajo muestra como resultado que la eficiencia en estos sistemas es razonablemente alta, descartando la idea general de la ineficiencia. Sin embargo, es susceptible de mejora por medio de políticas públicas y de una mejor gerencia que responda a un ambiente más seguro en las áreas rurales, a una reformulación del programa crediticio, a una utilización óptima de la mano de obra y a una mejora de los niveles de productividad por vaca. Asimismo recomiendan el sistema vaca-novillo. Los resultados de este trabajo arrojan orientaciones útiles para entender los efectos de las variables relevantes (como por ejemplo las prácticas de manejo de la producción) y para evaluar el impacto de políticas agrarias específicas.

Gamarra (2004) utilizando el análisis envolvente de datos, realizó una medición de la eficiencia relativa para una muestra de 71 fincas con bovinos de doble propósito en la costa Caribe colombiana y partiendo de la encuesta ganadera de costos, resolvió cuatro distintos modelos: orientado al input (CCR³ y BCC⁴) y

³ CCR: se refiere al modelo de retornos constantes (Charnes, Cooper y Rhodes, 1978)

⁴ BCC: se refiere al modelo de retornos variables (Banker, Charnes y Cooper, 1984)

orientado al output (CCR y BCC). Encontró valores medios para los índices de 59,7% y 60,03% para los modelos constantes orientados a los insumos (input) y a los productos (output) respectivamente. De igual manera, encontró promedios de 71,3% y 72,2% para los rendimientos variables a escala. Los resultados muestran que solo un 11% del total operan a escala eficiente, asimismo, encontró una relación entre la eficiencia y el grado de especialización hacia el doble propósito del Departamento de donde provenían las fincas. Por otro lado, determinó que el problema asociado a la ineficiencia estuvo en la calidad de los animales y de los pastos de los que se alimentan, ya que las fincas menos eficientes tienen una mayor carga animal pero producen menos leche y terneros para la venta y además reciben peores precios por sus productos. Otros factores asociados a la eficiencia, determinados por el uso de regresión truncada con modelo Tobit, fueron la superficie bajo riego y la utilización de insecticidas orgánicos.

Afirma el autor que, desde la aparición de las primeras investigaciones donde se aplica DEA en ganadería, se ha probado que es una herramienta eficaz y flexible para la medición del desempeño en fincas ganaderas, dado que todas estas investigaciones estiman los índices de eficiencia pura, global y de escala y abordan problemas específicos de su entorno, demostrando la flexibilidad de la metodología para abordar temas similares, pero a la vez altamente diferenciados.

En este sentido, es necesario hacer referencia de Leibenstein (1966), quien aborda el estudio de la eficiencia considerando las motivaciones humanas. Explica el autor que los individuos de una unidad productiva limitan su esfuerzo maximizando la utilidad, en lugar de minimizar los costos, utilizando más factores de producción de los necesarios para lograr un determinado nivel productivo. A esta causa de ineficiencia no tecnológica, la llamó ineficiencia "X". De acuerdo a ella, dos empresas con idéntica cantidad y calidad de inputs, pueden obtener beneficios diferentes debido al factor X, es decir, el grado de motivación que posean sus empleados y su gerente (propietario), y la dirección de su motivación, ocasiona que se produzcan ineficiencias en algunas empresas en comparación con otras.

En este orden de ideas, Peña (2012) en un estudio gerencial y de eficiencia DEA, realizado en sistemas de producción ganaderos de doble propósito (leche y carne) localizados en el sur del Lago de Maracaibo Venezuela, obtiene que la Dirección de personal es un área gerencial poco atendida por el productor-gerente de

estos sistemas. La motivación del personal, la ejecución de la delegación de autoridad, y la necesaria presencia del productor para que se cumplan las órdenes impartidas, son aspectos gerenciales a los cuales se les da poca importancia. Indica que la eficiencia presenta asociación positiva con la delegación de autoridad y la presencia del productor para que se cumplan las órdenes.

Según lo señalado por Gamarra (2004), las aplicaciones del DEA en la ganadería presentan limitaciones y virtudes, pero las ventajas de aplicación superan las limitaciones del método. Esta afirmación ya había sido establecida por Jaforullah y Whiteman (1999) quienes plantearon que la naturaleza multiproducto de las DMU hace que la aplicación de este método ofrezca mejores resultados que la aplicación de metodologías paramétricas.

Todos estos autores tienen en común la intención de medir la eficiencia técnica e identificar factores relacionados con la eficiencia, y sin embargo, la interacción eficiencia entorno ha sido poco estudiada en estos sistemas de producción. Un estudio previo de Urdaneta *et al* (2010^a) refiere la existencia de una relación no paramétrica entre la eficiencia calculada por DEA y la zona agroecológica donde se encuentra ubicada la unidad de producción, y dado que en estos sistemas la principal fuente de alimentación del rebaño son los pastos tropicales, durante un proceso denominado pastoreo (cuando el animal cosecha su propio alimento), se puede inferir que tanto el manejo de potreros y praderas como las características agroecológicas de la zona pueden tener una influencia importante en la eficiencia, de manera que se recomienda un análisis de eficiencia técnica incorporando la zona agroecológica como variable de entorno.

Continuando con la línea de investigación y asumiendo las recomendaciones del trabajo anterior Urdaneta *et al* (2010^b) realizaron un estudio no paramétrico de la eficiencia técnica en ganadería de doble propósito tropical con variable de entorno, aplicando la metodología 3SPM (Dios-Palomares *et al*, 2004^b, 2006^b) donde se tiene en cuenta la presencia de una variable de entorno categórica que divide la muestra en 6 zonas distintas. La aplicación de dicho método ha permitido corregir el efecto entorno de la zona habiendo experimentado algunas zonas un incremento porcentual en eficiencia de hasta el 35%. No obstante, tras la corrección del efecto entorno, se siguen manteniendo diferencias entre las medias de las eficiencias para las distintas zonas.

Tal como se ha expresado, este trabajo supone la consolidación de una línea de investigación de la que ya se han extraído algunos resultados (Urdaneta *et al*, 2010^a, Urdaneta *et al*, 2010^b, Urdaneta *et al*, 2011^a, Urdaneta *et al*, 2011^b, Urdaneta *et al*, 2011^c) en el ámbito del análisis de eficiencia técnica de la ganadería de doble propósito en la cuenca del lago de Maracaibo, y de la detección de posibles asociaciones que expliquen el comportamiento de la eficiencia. En dichos análisis quedó patente que las diferencias entre los indicadores de eficiencia, pueden estar mejor explicadas por la zona de ubicación, y otras variables, y no tanto por la modalidad de producción, quedando demostrada la influencia de la zona agroecológica en los resultados de eficiencia técnica de estos sistemas.

Este hecho origina que la frontera no sea común a todas las unidades estudiadas, de manera que existen empresas en las diferentes sub-muestras por zonas, que no llegan a la frontera debido al efecto que tiene sobre la tecnología de producción la zona a la cual pertenecen. Si esto se ignorara en el análisis de eficiencia, las empresas que son menos productivas, serían calificadas como ineficientes, por razones no imputables exclusivamente a las variables propias de la producción. Esta situación, ha promovido la continuidad del análisis, desde la perspectiva de la consideración de una variable de entorno más compleja que conjuga factores agroclimáticos con indicadores productivos y económicos denominada Zona Agroeconómica.

En ese orden de ideas, se hace necesario descomponer los dos efectos distintos que están solapados en el análisis, el primero es la eficiencia de la empresa dentro de su entorno y el segundo es la diferencia en productividad debido a dicho entorno en comparación con los demás. Para ello se han venido aplicando métodos con DEA que permiten descomponer los efectos, al incluir las variables de entorno en el análisis de eficiencia.

Recientemente se vienen desarrollando métodos de estimación de eficiencia que tienen en cuenta la presencia de factores externos al proceso de producción, los llamados *Factores de ambiente o entorno*⁵, y que son incontrolables por parte de los responsables de las unidades de gestión de las muestras estudiadas. Estos factores responden al hecho de que existen circunstancias particulares para las distintas

⁵ Aunque la denominación más generalizada en la literatura para este tipo de factores es la de “variables ambientales” se optó por el término variables de entorno por no provocar confusión alguna con las de carácter medioambiental.

submuestras, lo que provoca que la frontera no sea común a todas las unidades. La realización de un análisis sin tener esto en cuenta daría lugar a que empresas que no llegan a la frontera por imperativos de su entorno fueran calificadas como ineficientes.

La idea central de los métodos de análisis con variables de entorno es que la eficiencia que se deriva de la resolución de la frontera incluyendo únicamente las variables propias de la producción, es decir inputs y outputs, contiene solapados dos efectos distintos que se deben, uno a la eficiencia de la empresa dentro de su entorno (frontera) y otro a la diferencia en productividad debida a dicho entorno en comparación con los demás.

De manera general, se puede decir que los esfuerzos efectuados para descomponer estos efectos han dado lugar a los distintos métodos. Uno de los enfoques que se ha llevado a cabo para la inclusión de variables de entorno en el análisis de eficiencia es el que se denomina “de programas” y fue inicialmente planteado por Charnes, Cooper y Rhodes (1981), con el fin de estudiar posibles diferencias inducidas por la aplicación de un Programa de Actuación en un subsector concreto de colegios públicos. Este método estima fronteras separadas para los distintos subsectores y posteriormente proyecta sobre la frontera para eliminar la ineficiencia intraprograma. Una segunda frontera con los datos corregidos para toda la muestra da lugar a estimaciones de distancias que únicamente se deben al efecto del programa. Estas últimas distancias permiten la evaluación de dicho programa. El objetivo, por tanto, de este método es la valoración del efecto de la variable de entorno considerada.

En relación con los métodos de tres etapas, merecen particular atención, las evaluaciones de la eco-eficiencia. En este sentido Gómez-Limón *et al* (2011), proponen una metodología que calcula la eficiencia con DEA al minimizar el valor agregado de las presiones ambientales por unidad de valor añadido y luego comparan estos valores entre grupos de explotaciones, ya sea que estén acogidas o no a programas agroambientales. Para una explotación eco-eficiente, el índice toma un valor igual a 1, mientras que en aquellas explotaciones que generen más presiones ambientales por unidad de valor añadido obtendrán un valor superior a la unidad.

En la Figura 1.1 puede observarse cómo se descompone la ineficiencia en ineficiencia de gestión e ineficiencia de programa (Beltrán-Esteve *et al*, 2011). Dadas

las tecnologías disponibles, la unidad A podría obtener el mismo valor añadido con unas presiones ambientales menores, tales como las que representa el punto C.

La eco-ineficiencia observada tiene dos causas: mala gestión y uso de una tecnología eco-ineficiente. En primer lugar, la explotación A no aplica de modo eficiente la tecnología que utiliza (ineficiencia de gestión). Un uso eficiente de su tecnología (programa NO_FyF⁶) le permitiría reducir las presiones ambientales hasta B. En segundo lugar, podemos generar menos presiones ambientales utilizando una tecnología más eco-eficiente (acogimiento al programa FyF⁷). La distancia entre las dos fronteras tecnológicas muestra la ineficiencia debida al uso de una tecnología eco-ineficiente (ineficiencia de programa).

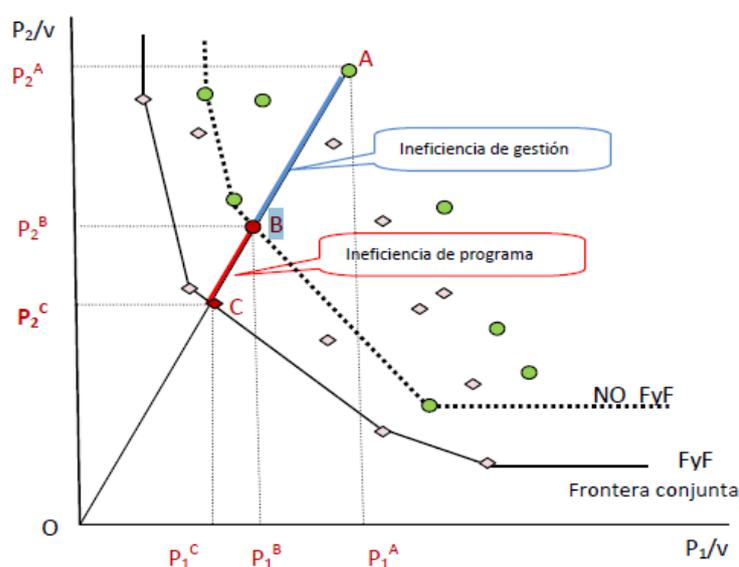


Figura 1.1. Descomposición de la ineficiencia.

Fuente: Beltrán-Estevé *et al* (2011)

Para corregir el efecto de programa se realiza una primera etapa, separando las DMU en los grupos correspondientes a los programas analizados, luego se procede a calcular los valores eco-eficientes de cada una dentro de su programa. Para ello se proyectan las explotaciones eco-ineficientes sobre la frontera tecnológica para eliminar la influencia de una potencial concentración asimétrica de buenos o malos gestores en los programas. En la tercera etapa se agrupan todas las DMU de ambos programas y se estima la frontera tecnológica global. Por último, se aplica un contraste estadístico para determinar si existen diferencias significativas entre la eficiencia

⁶ NO_FyF: explotación no acogida a programa medioambiental.

⁷ FyF: explotación acogida a programa medioambiental

original y la corregida. Los resultados obtenidos permiten valorar si un programa es superior en términos de eco-eficiencia y cuantificar la reducción de las presiones ambientales que puede lograrse si las explotaciones menos eco-eficientes adoptan la tecnología del programa más eco-eficiente.

En el ámbito de los métodos de “programas”, Dios-Palomares *et al* (2004^b, 2006^b y 2006^c) plantean un nuevo método de tres etapas con variables categóricas (3SPM), que supone una continuación de la propuesta comentada de Charnes, Cooper y Rhodes (1981), y que tiene una parte común al de dichos autores, que incluye solo la primera etapa, y la segunda hasta la estimación del modelo DEA conjunto. Para ello proponen una nueva corrección de datos dentro de la segunda etapa, y una tercera etapa que dará origen a las eficiencias corregidas por la variable de entorno. Este método ha sido aplicado recientemente por Dios Palomares *et al* (2013) al análisis de eficiencia de la industrias almazaras de Andalucía. Consideran en su investigación dos outputs a maximizar que son la producción de aceite y un índice de calidad, junto con un output no deseable que es el impacto medioambiental, medido también por medio de un índice, y que conviene minimizar. Además, la muestra esta formada por empresas con dos tipos de forma jurídica: cooperativas y almazaras industriales, que operan con distinta tecnología de producción. Para alcanzar los objetivos propuestos, los autores resuelven el modelo de tres etapas presentado en Dios-Palomares *et al* (2006^b), con la particularidad de aplicar el modelo DEA medioambiental con distancias hiperbólicas en cada etapa, y considerando la variable “Forma Jurídica” como variable de entorno”. Concluyen que existe efectivamente una diferencia en la tecnología de ambas submuestras, que queda patente a través del efecto entorno estimado. En adición, la empresas almazaras cooperativas resultan menos eficientes que las industriales aún después de haber corregido su eficiencia del efecto entorno.

En el marco de todo este planteamiento se realiza la presente investigación con los siguientes objetivos:

Objetivo general

Analizar la eficiencia técnica de los sistemas ganaderos de doble propósito en la cuenca del lago de Maracaibo, con el propósito de establecer estrategias de mejora productiva.

Objetivos específicos:

1. Clasificar los sistemas ganaderos y definir las Zonas agroeconómicas con tecnología de producción homogénea
2. Estimar la eficiencia técnica, pura y de escala de las explotaciones objeto de estudio, bajo la perspectiva de la consideración de la zona agroeconómica como variable de entorno.
3. Estudiar el estado de las explotaciones objeto de estudio desde el punto de vista de los rendimientos de escala y su relación con el tamaño óptimo de la empresa.
4. Estudiar los índices de eficiencia corregidos del sesgo y su relación con los factores incidentes en los mismos.
5. Analizar los patrones de comportamiento de los sistemas ganaderos de acuerdo con su eficiencia.

Análisis y exploraciones previas relacionadas con el comportamiento de estos sistemas productivos en diferentes condiciones agroecológicas, así como estudios anteriores de eficiencia en ganadería, permiten el planteamiento de una serie de hipótesis que servirán para guiar la aplicación del método científico en el logro de objetivos planteados y orientar la explicación de resultados. Tales hipótesis son las siguientes:

1. Existen condiciones agroecológicas diferentes en las zonas donde se desarrollan los sistemas ganaderos de doble propósito, las cuales en conjunto con las características productivas y económicas de estos sistemas, permiten la construcción multivariada de las zonas agroeconómicas.
2. Las unidades de producción agrupadas y analizadas por zonas presentan diferentes tipos de ineficiencias a escala y perfiles de eficiencia diferentes.
3. Las zonas agroeconómicas inciden en la manifestación de los niveles de eficiencia de los sistemas ganaderos de doble propósito, de manera que la frontera de producción no es común a todas las unidades evaluadas, por lo

tanto es necesario corregir el efecto entorno para comparar su eficiencia técnica.

4. Es de esperar que el manejo de pastos, el manejo alimenticio del rebaño y los indicadores de productividad parcial estén relacionados con la eficiencia, de manera que se hace necesario identificar cuáles se constituyen en factores de eficiencia.
5. El análisis de estos patrones de comportamiento permitirá el diseño de perfiles de unidades eficientes para la promoción de las mejoras productivas en estos sistemas analizados.

El resto del documento ha quedado estructurado de la siguiente manera:

En el Capítulo II, se realiza una revisión de los fundamentos teóricos del análisis de eficiencia, seguido de una breve reseña de los diferentes métodos de evaluación de la eficiencia. Este orden de ideas permitirá abordar a continuación la fundamentación teórica del Análisis Envolvente de Datos, sus ventajas y desventajas. Previo a la aplicación del método, se revisan las bases de la identificación de datos atípicos (outliers) en análisis de frontera multiproducto (multiple outputs) con entorno DEA, para luego referir los métodos de estimación de eficiencia que tienen en cuenta las variables de entorno. Asimismo, se explican técnicas para la identificación de factores de eficiencia y los fundamentos de la técnica Bootstrap para la corrección del sesgo en los indicadores de eficiencia.

En el Capítulo III se explica todo el procedimiento metodológico que se lleva a cabo para el logro de los objetivos planteados, iniciando con una definición del tipo y diseño de investigación dentro de su planteamiento epistémico, para luego abordar los aspectos relativos al proceso de investigación, explicando el procedimiento, las técnicas y los métodos.

Los sistemas de producción con bovinos de doble propósito y la producción de leche y carne en Venezuela, se aborda en el Capítulo IV. Donde se realiza un análisis de estadísticas del sector y se muestran indicadores de desempeño de estos sistemas. Por otra parte, la descripción agroecológica de la Cuenca del Lago de Maracaibo se desarrolla en el Capítulo V, donde también se realiza la conformación de las zonas agroeconómicas como variables de entorno.

En el Capítulo VI, se muestran los resultados del análisis de datos atípicos para luego presentar los resultados del Análisis DEA para cada zona Agroeconómica. En cada caso se muestran los resultados del análisis de referentes.

En el Capítulo VII se muestran los resultados del Análisis DEA 3SPM, y los índices de eficiencia corregidos por Bootstrap, así como las correlaciones con factores de eficiencia. Por último, en el Capítulo VIII se presentan las conclusiones y recomendaciones, y se incluye un resumen en el Capítulo IX, para luego presentar el listado de referencias bibliográficas (Capítulo X) y algunos anejos que conforman el Capítulo XI, en los cuales se incluye la distribución de la muestra por estratos, los factores de regresión de componentes principales para la ubicación de cada municipio en el espacio tridimensional, las correlaciones de los inputs con los outputs, los referentes para cada zona (modelo CRS y VRS), las tablas cruzadas para el estudio de la relación de la zona agroeconómica con la frecuencia de uso de prácticas de manejo utilizando X^2 y unas instrucciones para calcular los tipos de retornos con SPSS.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

En este capítulo se pretende realizar una revisión de los fundamentos teóricos del análisis de eficiencia, iniciando con la definición de eficiencia, los conceptos asociados a ella tanto desde la perspectiva económica como desde el enfoque de la gerencia contemporánea, su origen y evolución, para luego avanzar con los diferentes tipos. A continuación se realiza una breve reseña de los diferentes métodos de evaluación de la eficiencia. Este orden de ideas permitirá abordar a continuación la fundamentación teórica del Análisis Envolvente de Datos, sus ventajas y sus desventajas.

Previo a la aplicación del método, se revisan las bases de la identificación de datos atípicos (outliers) en el análisis de frontera multiproducto (multiple outputs) con entorno DEA, para luego describir los métodos de estimación de eficiencia que tienen en cuenta las variables de entorno.

Asimismo, se explican técnicas para la identificación de factores de eficiencia y los fundamentos de la técnica Bootstrapping para la corrección del sesgo en los indicadores de eficiencia.

Por último, se realizará una revisión de antecedentes de la aplicación del método DEA en ganadería y específicamente en ganadería de doble propósito. Se incluyen además los antecedentes de la aplicación de los métodos de estimación de eficiencia con variables de entorno.

2.1. EFICIENCIA, PRODUCTIVIDAD Y CONCEPTOS ASOCIADOS.

El análisis de eficiencia se enmarca concretamente en el área de la economía aplicada, teniendo como objetivo general el analizar la eficiencia de un sector de empresas. De acuerdo con Álvarez (2001), la medición de la eficiencia productiva es una de las áreas de análisis económico que ha experimentado un mayor desarrollo en los últimos años, debido a una situación económica donde la supervivencia de las empresas es cada vez más difícil, de manera que la comparación del desempeño de las empresas surge como un área de gran interés para su estudio.

De esta comparación del desempeño surgen los conceptos de eficiencia y productividad, los cuales están asociados a su vez al de competitividad.

La eficiencia, en términos generales, puede definirse como la capacidad de obtener la máxima producción posible utilizando unos recursos determinados, o de consumir la mínima cantidad de recursos para obtener una producción determinada.

Cuando se habla de productividad, comúnmente se refiere a la productividad media de cada factor y tradicionalmente se utiliza como sinónimo de eficiencia. Sin embargo la utilización de la productividad media de cada factor para analizar la eficiencia sólo tendría sentido en situaciones de tecnología de coeficientes fijos, ya que no se estaría teniendo en cuenta la posibilidad de sustitución entre inputs.

Según lo expresado por Gutiérrez (2005), la productividad tiene dos componentes: la eficiencia (del total de recursos tanto de los que fueron utilizados y como de los desperdiciados) y la eficacia (de los resultados alcanzados cuántos cumplen con los objetivos o requisitos de calidad). Así, buscar la eficiencia es tratar de que no haya desperdicio de recursos, mientras que la eficacia implica utilizar los recursos para el logro de los objetivos trazados (hacer lo planeado)

El otro término asociado a la eficiencia es la competitividad, entendida como competitividad de las organizaciones, la cual se refiere a la medida en que una organización es capaz de producir bienes y servicios de calidad, que logren éxito y aceptación en el mercado global. Hay que añadir además que cumpla con las famosas tres "E": Eficiencia, eficacia y efectividad. Eficiencia en la administración de recursos, eficacia en el logro de objetivos y efectividad comprobada para generar impacto en el sector y mantenerse en el tiempo. (Definición adaptada del concepto de competitividad de las naciones de Ivancevich, 1.996),

García y Coll, (2003) consideran que la eficiencia es una de las estrategias para lograr la competitividad y su análisis supone centrar la atención en la tecnología, los recursos y los precios de estos, donde la clave consiste en aprovechar al máximo los recursos, adaptándose a los precios. Quien lo consiga será eficiente y quien no, incurrirá en ineficiencias que le suponen un deterioro para competir.

Según Porter (1980) se distinguen dos clases de ventajas competitivas hacia donde la empresa debe orientar su estrategia. La primera es reducir los costos al mínimo posible manteniendo un nivel de calidad aceptable y la segunda implica la diferenciación del producto de manera que genere más valor para un grupo de clientes, sin que esto suba los costos.

Ahora bien, no siempre una mejora de la eficiencia está asociada a una mejora de la productividad y viceversa (Álvarez, 2001). La Figura 2.1, muestra una función de producción con rendimientos decrecientes y varias empresas (A, B y C). La empresa A no es técnicamente eficiente, ya que no produce el máximo que se puede producir con la

cantidad de insumos que utiliza, mientras que B y C si lo son. Si la empresa A pasa al punto B, aumenta su eficiencia técnica y también la productividad del factor X, que se calcula por la pendiente del radio vector que sale del origen. En cambio, un paso de A hacia C, implica un aumento de la eficiencia técnica pero una disminución de la productividad. Por último si la empresa B pasa al punto C, aun cuando ambas son eficientes, disminuye la productividad de B. Por lo tanto, es necesario cuidar el uso de los conceptos de eficiencia y productividad como sinónimos.

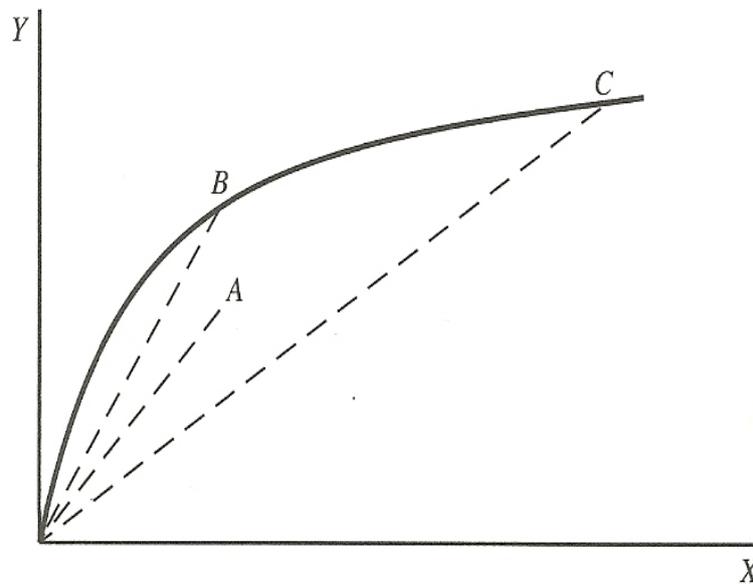


Figura 2.1. Diferencias entre eficiencia técnica y productividad media
Fuente (Álvarez, 2001)

Cuando se fija una de las dos variables (input u output), ambos conceptos son equivalentes, pero cuando ambas varían, la productividad se ve afectada por el efecto tamaño que incorpora la Ley de los incrementos decrecientes y que implica que mayores producciones sólo pueden alcanzarse a costa de una menor productividad (si se mantiene la tecnología existente).

Por otro lado, puede considerarse que la competitividad engloba ambos conceptos (eficiencia y productividad), sin embargo, una empresa eficiente (maximizadora del beneficio) no siempre es competitiva, ya que aún debe colocar el producto en el mercado. Es aquí donde las estrategias de diferenciación y las de precio se convierten en las estrategias de desarrollo de la competitividad de las empresas.

2.2. ORIGEN DEL CONCEPTO DE EFICIENCIA TÉCNICA Y FRONTERA DE PRODUCCIÓN.

La teoría de la eficiencia se remonta hasta los años 50, cuando Tjalling C. Koopmans y Gerard Debreu en 1951 comienzan sus investigaciones con relación al uso eficiente de los recursos empresariales y al análisis de producción. Lecca y Lizama (2005) refieren que Koopmans a principio de los cincuenta, por primera vez formalizó una definición rigurosa de eficiencia productiva: una unidad que utiliza varios insumos para producir varios productos es técnicamente eficiente si, y solamente si, es imposible que consuma más de cualquier insumo sin producir menos de algún otro producto o usar más de algún otro insumo. Debreu y Shepard, introdujeron la noción de una función de distancias como una manera de modelar las tecnologías con múltiples productos. Farrell, un pionero en este campo inspirado en estos trabajos, fue el primero en introducir, en 1957, el marco teórico básico para estudiar y medir la eficiencia. Propuso que se visualice la eficiencia desde una perspectiva real y no ideal, donde cada firma o unidad productiva sea evaluada en relación con otras tomadas de un grupo representativo y homogéneo. De esta manera, la medida de la eficiencia será relativa y no absoluta, donde el valor logrado de eficiencia para una firma determinada corresponde a una expresión de la desviación observada respecto a aquellas consideradas como eficientes.

La eficiencia es un concepto tan antiguo como la civilización misma, y es frecuentemente entendida como un concepto privativo de la contemporaneidad. Sin embargo, antes de Koopmans, Debreu y Farrell, se pueden encontrar interesantes trabajos sobre el tema, entre los que se destacan los estudios del ingeniero Harrington Emerson, un estudioso de las causas que originan la eficiencia de las organizaciones, cuyas aportaciones en investigaciones económicas le confirieron la distinción de ser considerado el primer “ingeniero de la eficiencia” (Cancio, 2009).

La eficiencia es definida por Farrell (1957) como la capacidad que tiene una unidad para obtener el máximo de output a partir de un conjunto dado de inputs. Por tanto, evaluar la eficiencia o ineficiencia de un conjunto de DMU⁸ (unidad de decisión) pasa por determinar la frontera de producción, la cual hace referencia al máximo output teórico alcanzable por ese conjunto de DMUs dada una combinación de inputs.

La idea de Farrell, de comparar lo que hace una empresa con lo que hacen otras empresas parecidas, se considera el principio de los estudios de la eficiencia relativa, al

⁸ DMU o unidad de decisión, en principio se utilizó para referirse a entidades sin fines de lucro (Charnes *et al*, 1978). No obstante, se ha extendido para hacer referencia a cualquier organización o empresa.

comparar el desempeño de una empresa con la frontera construida por las mejores empresas observadas. Esta base teórica se sintetiza en la Figura 2.2 de Coelli (1996). Allí se observa la isocuanta unitaria que representa la tecnología (S,S'), dado que asume rendimientos constantes. Esa isocuanta representa combinaciones eficientes de inputs que producen una unidad de output, y sólo las empresas que operen sobre la función de producción, son eficientes técnicamente, lo que se puede expresar como: $f(x_1/y_1, x_2/y_2)=1$. De acuerdo con este planteamiento, la eficiencia se mide a lo largo de un radio vector que sale del origen (O,P), de manera que compara empresas que utilizan los factores en la misma proporción. Estas medidas radiales no varían con respecto a la unidad de medida y de la misma manera son indicativas de reducción de costos.

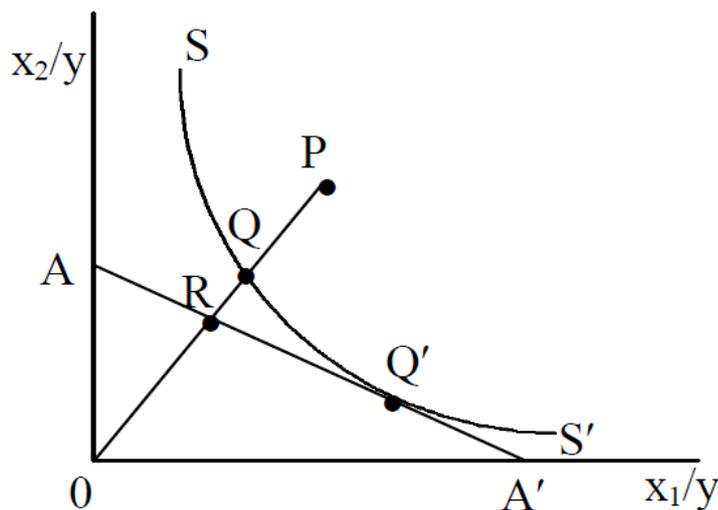


Figura 2.2. Medidas de eficiencia de Farrell. Fuente: Coelli, 1996

Si una empresa, utiliza una cantidad de insumos definidos por el punto P, para producir una unidad de producto, su ineficiencia técnica puede ser representada por la distancia QP, ya que es la cantidad en la que todos los inputs pueden ser proporcionalmente reducidos sin reducir la cantidad de producto. Esta proporción de reducción de insumos, es usualmente expresada en porcentaje por la razón $\frac{QP}{OP}$. La eficiencia técnica (ET) de una empresa es comúnmente medida por:

$$ET = \frac{OQ}{OP}$$

Dicho ratio toma un valor entre 0 y 1 y provee un indicador de la eficiencia técnica de la empresa. Un valor igual a uno indica que la empresa es completamente eficiente, tal es el caso de la empresa situada en el punto Q, la cual descansa en la isocuanta de la eficiencia.

La línea AA' representa la razón de los precios. En base a esto puede calcularse la eficiencia asignativa de la empresa que opera en P de la siguiente manera:

$$AE = \frac{OR}{OQ}$$

De modo que la empresa P podría operar en el punto Q', con un coste igual al del punto R, que es menor que el del punto Q.

Dos empresas pueden producir la misma cantidad de output pero utilizar combinaciones diferentes de inputs. Si una de las empresas utiliza menos trabajo y más capital su productividad media del factor trabajo será más eficiente, sin embargo si se considera la productividad media del factor capital, la otra empresa será más eficiente. Para subsanar este inconveniente se ha desarrollado el concepto de Productividad Total de los factores (Álvarez, 2001), la cual viene dada por:

$$PTF = \frac{\sum a_i y_i}{\sum b_j x_j}$$

Si se considera el caso en el que se produce un único output, y las ponderaciones de los inputs son los precios de los factores (w_j), el índice PTF resultante es la inversa del costo medio, así PTF y eficiencia económica son conceptos equivalentes.

$$PTF = \frac{y}{\sum w_j x_j} = \frac{y}{CT} = \frac{1}{CMe}$$

De esta manera la eficiencia de cada unidad se define como el cociente de la suma ponderada de outputs a_i respecto a la suma ponderada de inputs b_j , tal que su eficiencia no será evaluada en base a una frontera de producción ideal sino por comparación con las unidades más eficientes de la muestra, siendo por tanto una medida de eficiencia relativa. Estas ponderaciones son generadas por la propia técnica a través de la programación matemática, obteniendo, para cada unidad, la valoración más favorable de su eficiencia en relación con las demás. En otras palabras, la eficiencia de una unidad de decisión productiva (DMU) se entiende como la comparación entre los

valores óptimos y los observados, de productos y factores. Ejemplos de su aplicación se encuentran en Haro *et al* (1999).

Esta situación permite introducir el concepto de frontera de producción, que consiste en comparar el nivel alcanzado por cada DMU con el que le correspondería en caso de aplicar eficientemente la tecnología de producción existente en el grupo utilizado para la comparación (Seiford y Thrall, 1990, Seiford, 1996).

En la Figura 2.3, tomada de las láminas explicativas para uso académico de Dios Palomares Rafaela, se observa una curva superior que representa la frontera de producción, construida a partir de las unidades con la mejor relación insumo-producto, mientras que el resto de los puntos dispersos debajo de esa frontera son las unidades de producción que manifiestan ineficiencia relativa con respecto al óptimo. El cociente entre la distancia de la producción real de la empresa (Y) y el óptimo, representado en la frontera (Y_f), sería el índice de eficiencia (IE).

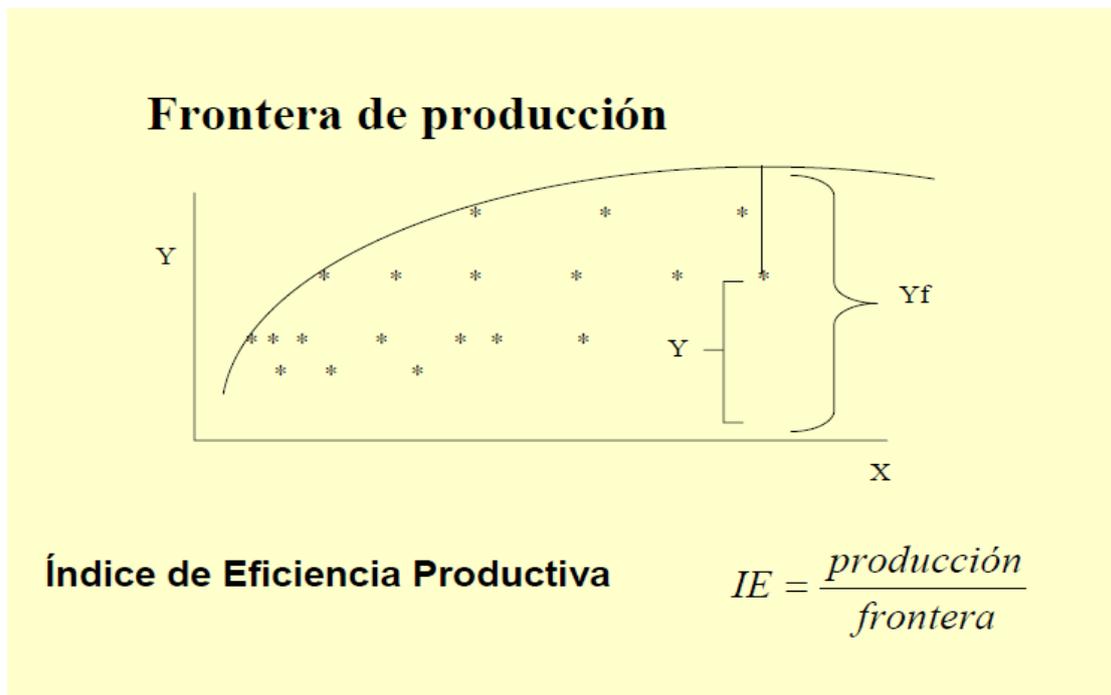


Figura 2.3. Frontera de producción e índice de eficiencia.

Pueden definirse distintos índices de eficiencia dependiendo de las ponderaciones utilizadas y del tipo de distancia. La propuesta por Farrel (1957) es de tipo radial y es la más utilizada ya que al medir la eficiencia a lo largo de un radio vector que sale del

origen, compara empresas que utilizan los factores en la misma proporción, lo que a su vez tiene interpretación directa en términos de reducción de costos, y además presenta la ventaja que son invariantes ante cambios en las unidades de medida.

Coelli *et al* (1998) definen estos índices como números reales que pueden utilizarse para realizar comparaciones a través del tiempo, del espacio o ambos. Permiten medir los cambios que se producen en los factores utilizados, teniendo en cuenta sus precios y cantidades, en distintos periodos de tiempo, así como medir las diferencias de productividad existentes entre empresas, industrias, regiones o países

La noción de frontera permite reconciliar el análisis empírico de la producción con la teoría económica, ya que las funciones de producción, costo y beneficio, son funciones fronteras y de esta manera, las desviaciones de las empresas con respecto a su frontera pueden utilizarse como indicadores de ineficiencia.

2.3. TIPOS DE EFICIENCIA.

El concepto de eficiencia está basado en la maximización del beneficio, lo que implica que una empresa tome correctamente las tres decisiones que se detallan a continuación (Álvarez, 2001):

1. Que seleccione el nivel de producto (output) que maximiza el beneficio. Desde el punto de vista económico, implica que produce en el punto donde el ingreso marginal es igual al costo marginal.
2. Que seleccione aquella combinación de inputs que minimice el costo de producción, es decir, variar la combinación de los mismos hasta el punto donde el valor del producto marginal de cada factor se iguale a su precio.
3. Que seleccione producir un output con la mínima cantidad de inputs posibles, lo que sucede cuando la empresa trabaja en su función de producción.

De acuerdo con estas tres situaciones, puede hablarse de tres tipos de eficiencia:

Eficiencia de escala: cuando la empresa está produciendo en una escala de tamaño óptima, que es la que le permite maximizar su beneficio.

Eficiencia asignativa: cuando la empresa combina los inputs en la proporción que minimiza su costo de producción.

Eficiencia técnica: cuando la empresa obtiene el máximo output posible con la combinación de inputs empleada.

Farrell (1957) dividió a la eficiencia en dos componentes: la eficiencia técnica y la eficiencia asignativa y tal como se explicó anteriormente, la primera se refiere a la habilidad de una firma para obtener el máximo nivel de producción dado un conjunto de insumos o, a partir de un nivel dado de producto, obtenerlo con la menor combinación de insumos. La segunda muestra la habilidad de una firma para usar los factores en proporciones óptimas, dados los precios de éstos, y obtener un determinado nivel de producción con el menor costo o, para determinado nivel de costos, obtener la máxima cantidad de producto. Ambas medidas, combinadas, proveen una medida de la **eficiencia económica o eficiencia global**. Sin embargo, varios autores, incluyendo a Farrell, critican las medidas de eficiencia asignativa debido a las distorsiones en el rol de los precios como asignadores de recursos (Lund y Hill, 1979; Russell y Young, 1983).

Los fundamentos teóricos de la eficiencia técnica fueron propuestos por Charnes *et al.* (1978) a partir de la formulación realizada por Farrell (1957) de la isocuanta unitaria, siendo numerosas las extensiones y modificaciones que con posterioridad surgen en lo relativo a la orientación de la medida o la asunción de distintos tipos de escalas en la producción (Färe *et al.*, 1985).

2.4. ORIENTACIÓN DE LA MEDIDA DE LA EFICIENCIA.

La Figura 2.4 muestra una función de producción que relaciona diferentes niveles de inputs (X) con sus respectivos outputs (Y). En una primera aproximación al índice de eficiencia relativa, se selecciona como empresa eficiente a la situada en el punto B, por lo que el índice de eficiencia calculado como: $ET_i = \frac{X_B}{X_A}$ representa la proporción de insumos que utiliza la empresa eficiente "B" con respecto a la empresa evaluada "A" para un mismo nivel de producto (output).

En una segunda aproximación al índice de eficiencia, se selecciona como empresa eficiente a la situada en el punto C, por lo que el índice de eficiencia calculado como: $ET_o = \frac{Y_A}{Y_C}$ representa la proporción de productos (output) que origina la empresa evaluada "A" con respecto a la empresa eficiente "C" para un mismo nivel de insumo (input). Lo que implica que la eficiencia relativa puede ser calculada de dos maneras. Si se compara la producción observada con la óptima para un nivel de factores, se está orientando al output. En cambio el ratio del mínimo de los factores requeridos y los

factores observados para un nivel de producto mide la orientación al input (Álvarez, 2001).

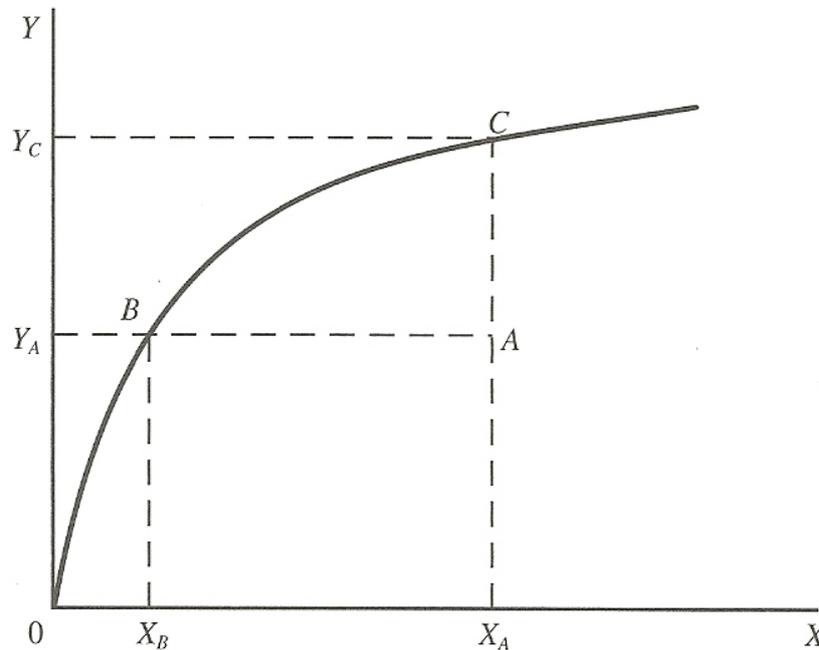


Figura 2.4. Medidas de la eficiencia técnica orientadas al input y al output.
Fuente: Álvarez (2001).

La Figura 2.5, muestra gráficamente el cálculo de los índices de eficiencia para ambas orientaciones en el modelo propuesto por Banker, Charnes y Cooper (1984) donde la función de producción presenta rendimientos variables.

En la Figura de la izquierda, el índice de eficiencia mide la proporción de la distancia radial desde el origen hasta X con respecto a X' situado en la frontera de producción, de manera que:

$$\text{Índice de eficiencia} = (OX' / OX)$$

Por el contrario, en la figura de la derecha el índice de eficiencia mide la proporción de la distancia radial desde el origen hasta la unidad X con respecto al punto X' situado en la frontera de producción.

$$\text{Índice de eficiencia} = (OX / OX')$$

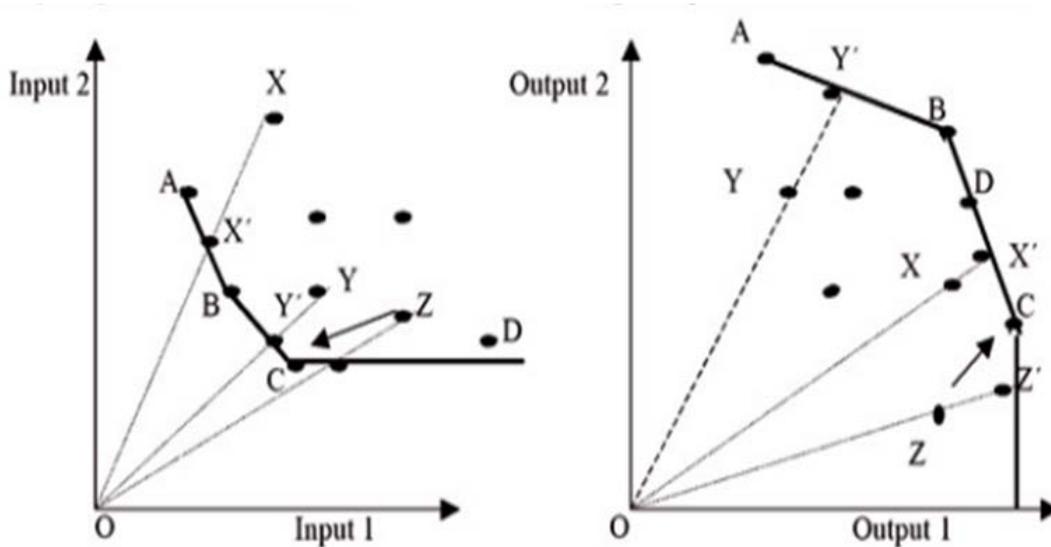


Figura 2.5. Orientaciones de la medida de eficiencia.

Fuente: Dios Palomares (2004^a)

La equivalencia de las medidas de eficiencia técnica orientadas al input y al output tiene lugar solamente cuando la función de producción presenta rendimientos constantes (Färe *et al*, 1985)

2.5. MÉTODOS PARA EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA.

El cálculo de la frontera de producción permite agrupar una serie de técnicas en dos grandes grupos: las técnicas econométricas y la programación matemática. Las primeras parten de la estimación de una forma funcional a partir de las observaciones disponibles, incorporando las modificaciones necesarias para lograr las características de la frontera. En cambio las técnicas de programación matemática, no imponen ninguna restricción sobre la forma funcional de la frontera al utilizar directamente la información contenida en las observaciones (Dios Palomares *et al*, 2002)

La solidez de ambas técnicas de medición de la eficiencia lleva a que la elección de una u otra técnica obedezcan fundamentalmente a las razones prácticas de cada problema objeto de estudio (Bjurek *et al*, 1988).

La estimación econométrica se desarrolló adoptando la idea inicial de eficiencia a la forma funcional de una frontera, que indica la máxima producción para una combinación de factores dada. Pueden observarse puntos por debajo de la frontera, que representan firmas que producen debajo del máximo posible, pero nunca por encima de ésta. Esta función, si bien permite la existencia de desviaciones de la frontera por

razones distintas a la ineficiencia, tiene la limitante de suponer *a priori* una forma funcional para los datos. Algunos estudios han encontrado que los índices de eficiencia son sensibles a la especificación de la forma funcional (Thompson, 1992; Quiroga y Bravo-Ureta, 1996).

La Figura 2.6 muestra la clasificación de los métodos de estimación para construir la frontera de producción, que Coll y Blasco (2006) adaptan de Pastor (1995).

Dichos autores siguen el criterio de la necesidad o no, de especificar la forma funcional que relacione los inputs con los outputs. Así, se observan los dos grandes grupos de métodos (paramétricos y no paramétricos) y a la vez, en cada uno pueden definirse modelos de tipo aleatorios o determinísticos. Para los modelos aleatorios se utilizan técnicas estadísticas y la frontera especificada se denomina estocástica.

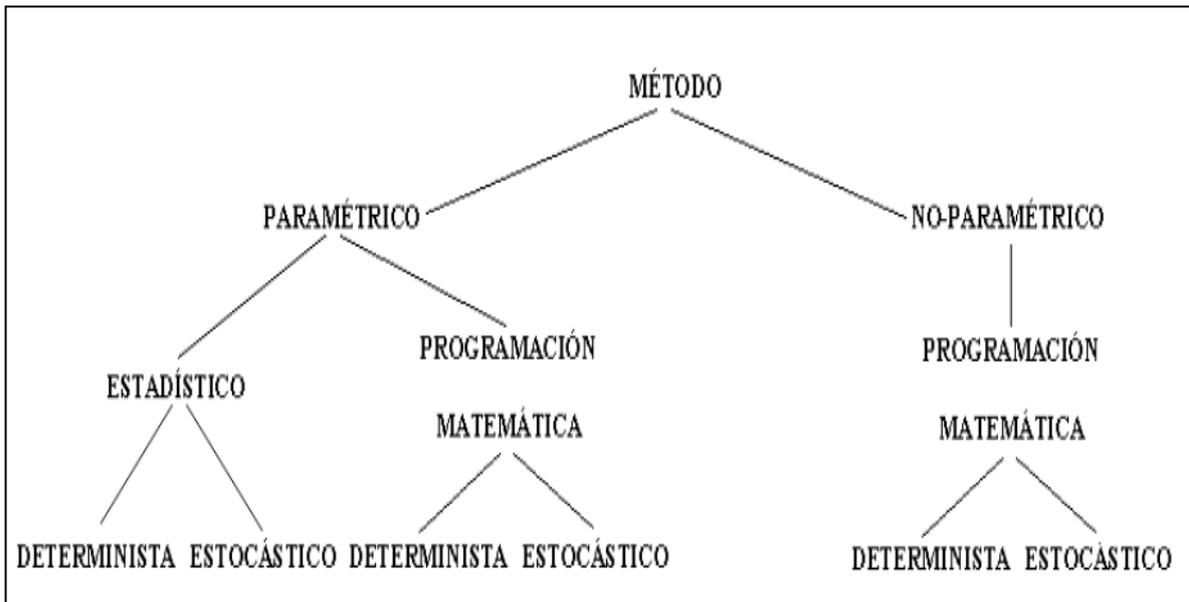


Figura 2.6. Métodos de estimación para construir la frontera de producción.
Fuente Coll y Blasco (2006)

Si bien los dos grandes caminos para el análisis de la eficiencia están determinados por el tipo de frontera de producción a estimar, estos caminos del análisis vuelven a diversificarse cuando se selecciona el tipo de cálculo empírico para estimar la frontera. En ese sentido, se cuenta con aproximaciones paramétricas, cuyos parámetros pueden estimarse mediante programación matemática o técnicas econométricas. Además de estas aproximaciones paramétricas se pueden utilizar, mínimos cuadrados corregidos, máxima verosimilitud y aproximaciones no paramétricas. El Análisis

Envolvente de Datos es una técnica no paramétrica determinista que utiliza la programación matemática, siendo uno de los análisis más popularizados.

El cálculo de los índices de eficiencia necesita que se estime primero la frontera de referencia. Tomando como base la teoría de Farrell, se han venido utilizando dos aproximaciones para la estimación de la frontera que caracteriza la tecnología de una empresa y a partir de la cual se pueda medir su eficiencia: la paramétrica y la no paramétrica.

En la aproximación paramétrica, se parte de una forma funcional para la frontera, cuyos parámetros se estiman a partir de los datos, ya sea mediante programación matemática (Aigner y Chu, 1968) o técnicas econométricas basadas en mínimos cuadrados corregidos (Greene, 1980^b) o máxima verosimilitud (Afriat, 1972., Richmond 1974., Schmidt, 1976., Greene, 1980^a). Estos métodos permiten estimar *fronteras determinísticas y estocásticas*. Los índices de eficiencia se obtienen como resultado de comparar la actuación de cada empresa con las mejores prácticas productivas observadas, que definen la frontera eficiente, o frontera de mejor práctica (Bauer, 1990).

Por otra parte, en la aproximación no paramétrica no es necesario especificar una forma funcional concreta, sino que se establecen ciertas propiedades que debe satisfacer el conjunto de posibilidades de producción y partir de ellas, se calcula su frontera mediante una envolvente a los datos, determinándose para cada una de las observaciones si pertenece o no a dicha frontera. Este método es conocido comúnmente como Análisis Envolvente de Datos.

El Análisis Envolvente de datos o DEA, utiliza algoritmos de programación lineal para calcular la frontera. De acuerdo con Álvarez (2001), la idea fue propuesta inicialmente por Hoffman, sin embargo la primera aplicación se debe a Boles (1966) y posteriormente Charnes, Cooper y Rhodes (1978) sistematizaron la técnica, denominándola Data Envelopment Analysis (DEA) tal como se conoce actualmente. En el epígrafe 2.6 se tratarán sus detalles.

Es necesario advertir que el uso de las distintas aproximaciones suelen conducir a resultados muy diferentes, tal como lo indican Lovell y Schmidt., (1988); Elyassiani y Medhian, (1993); González *et al.*, (1996); Coelli (2000), Sharma *et al.*, (1999), Singh, *et al.*, (1995), entre otros.

2.5.1. FUNCIÓN FRONTERA DE PRODUCCIÓN ESTOCÁSTICA.

García y Coll (2003) explican que para evaluar la eficiencia de un conjunto de unidades, algunos autores (Aigner *et al*, 1977; Meeusen *et al*, 1977) proponen estimar la función frontera de producción, expresada como:

$$y_i = f(x_i; \beta) + \varepsilon_i \quad i = 1, 2, \dots, N \quad [1]$$

Donde N es el número de entidades consideradas y_i es el logaritmo del output, x_i es el vector fila de inputs, expresado en logaritmos; β es un vector de parámetros que debe ser estimado, $f(\cdot)$ es la tecnología de producción, la cual puede venir expresada por una función de producción de tipo Cobb- Douglas o translog.

El término ε_i , es el error compuesto definido por:

1. Una perturbación simétrica a la que se denota por v_i , que recoge el impacto de efectos que no se encuentran bajo el control de la entidad objeto de estudio. En este concepto pueden incluirse posibles errores de medición, observación u otros factores no controlados. Se supone que las v_i , se distribuyen normalmente $N(0, \sigma_v^2)$.
2. Un componente de error, u_i , no-negativo y asimétrico e invariante en el tiempo, conocido como efecto ineficiencia técnica. Para la ineficiencia técnica existen diferentes propuestas de distribuciones. Aigner *et al* (1977) consideran que se distribuye según la seminormal ($|N(0, \sigma_u^2)|$) dado que sólo puede disminuir el output por debajo de la frontera. Sin embargo también puede ser exponencial (Aigner *et al* 1977, Meeusen, *et al* 1977) o Normal truncada (Stevenson, 1980) entre otras.

La frontera de producción definida de esta manera es una frontera estocástica puesto que la variable v_i , es aleatoria y como no está restringida (a diferencia de lo que ocurre con u_i), puede tomar valores mayores, menores o iguales a cero, de manera que posibilita que determinadas observaciones puedan permanecer por encima o por debajo de la función de producción. (Figura 2.7)

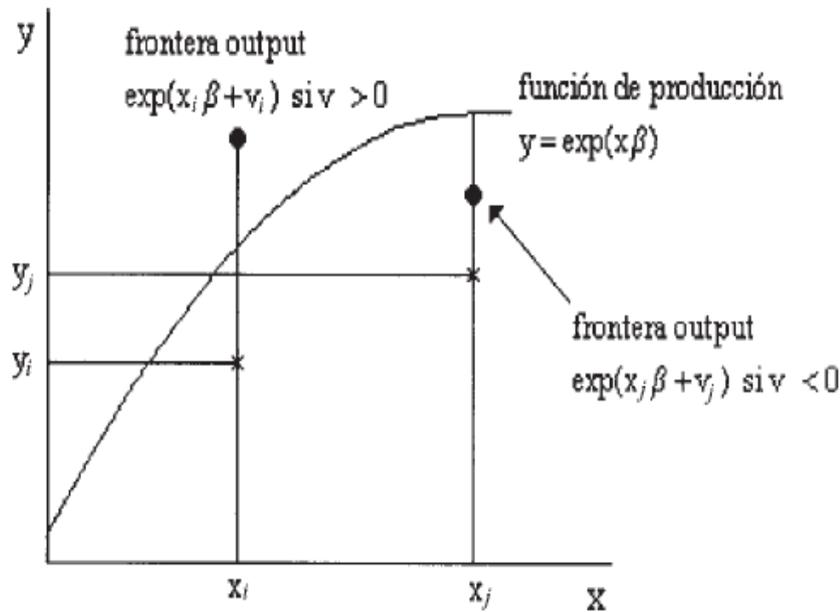


Figura 2.7. Frontera de producción estocástica. Coelli, et al (1998)

Las unidades técnicamente eficientes serán aquellas que presenten valores positivos de u_i , de manera que, una unidad es eficiente técnicamente si el output observado (y_i) se encuentra por debajo del output frontera, así u_i , recogerá, en términos absolutos la cantidad de output necesario para que la unidad alcance la frontera.

$$u_i = [f(x_i, \beta) + v_i] - y_i > 0$$

En términos relativos, la eficiencia técnica de una unidad, se puede expresar como el cociente entre su output y el máximo output alcanzable:

$$ET_i = \frac{y_i}{[f(x_i, \beta) + v_i]} \quad 0 \text{ como su expresión logarítmica } ET_i = \exp(-u_i)$$

Si $u_i > 0$, entonces $0 \leq ET \leq 1$

Si la eficiencia técnica es igual a la unidad, la ineficiencia técnica de esa misma DMU sería igual a cero, y esto únicamente distingue la ineficiencia productiva de otros factores no controlados por las empresas (Aigner, et al, 1977).

La medida de eficiencia del conjunto de unidades en la muestra, puede ser estimada en el modelo [1] por máxima verosimilitud (Jondrow, *et al*, 1982., Battese y Coelli, 1988., Coelli, *et al.*, 1998) o por mínimos cuadrados corregidos (Richmond, 1974).

Aceptando que el mejor predictor para u_i es la esperanza condicional de u_i dado el valor de $v_i - u_i = (\varepsilon_i)$, se obtiene lo siguiente para el modelo seminormal:

$$E(u_i/\varepsilon_i) = \frac{\sigma\lambda}{(1+\lambda^2)} \left[\frac{f(\varepsilon_i/\sigma)}{F(\varepsilon_i/\sigma)} - \frac{\varepsilon_i}{\sigma} \right]$$

Donde: $\lambda = \sigma_u/\sigma_v$; $\sigma^2 = \sigma_v^2 + \sigma_u^2$; F(.) y f(.) son la función de distribución y de densidad respectivamente, de la distribución normal reducida. De esta manera, la eficiencia técnica de cada unidad individual en una muestra de datos de corte transversal vendrá dada por:

$$ET_{i=\exp(-E(u_i/\varepsilon_i))}$$

Se han desarrollado modelos ampliados para datos de panel, tanto para el caso de datos balanceados (Pitt y Lee, 1981) como para el de panel no balanceado (Battese *et al.*, 1989)

2.5.2. FUNCIÓN DE FRONTERAS DETERMINÍSTICAS.

La principal característica de las fronteras determinísticas es que atribuye toda la desviación de la frontera a la ineficiencia técnica (Álvarez, 2001):

$$Y = f(x) - u$$

Donde u es una perturbación aleatoria mayor e igual a cero que mide la distancia de cada empresa a la frontera de producción. Este tipo de frontera de producción ignora la naturaleza estocástica de la producción, ya que suponen que la distancia a la frontera es solo atribuible a la ineficiencia de la empresa sin tomar en cuenta el efecto de variables exógenas fuera del control de la empresa.

2.6. ANÁLISIS ENVOLVENTE DE DATOS (DEA).

Tal como se indicó anteriormente, en DEA se establece que la formulación del modelo y su resolución calculan la frontera de producción como una envolvente a los datos, determinándose para cada uno de los datos si pertenece o no a la frontera. Se

adapta a contextos multiproducto, ya que permite comparar los niveles de eficiencia alcanzados por unidades de decisión que producen uno o varios outputs a partir de un conjunto común de inputs, aun en ausencia de precios y expresados en distintas unidades de medida (Arzubi y Berbel 2002^a) Además, permite la posibilidad de ajustarse a variables exógenas e incorporar variables categóricas (Charnes *et al.*, 1994)

La elección del DEA como metodología de análisis de eficiencia obedece a que la misma no requiere la especificación de una forma determinada de curva, por ser una técnica no paramétrica. En ese sentido, evita confundir los efectos de la eficiencia con los ocasionados por una mala especificación de la forma funcional o de la estructura de la eficiencia (Lovell, 1993). Por otra parte, permite en forma sencilla el estudio de la eficiencia de escala de las unidades de decisión y asumir la existencia de rendimientos de escala variables.

Otra ventaja adicional del DEA es la posibilidad de poder comparar cada empresa ineficiente con aquella empresa eficiente con similar mix de *outputs* e *inputs*, que actúa como referente (*peer*). Ésta proporcionará información minuciosa y detallada para guiar las decisiones de las empresas ineficientes que aspiren a mejorar (Martín, 2008).

Deben señalarse algunas desventajas, como la dificultad para comprobar hipótesis estadísticas, aun cuando, este problema está siendo objeto de estudio para permitir inferencia estadística, mediante la aplicación de técnicas de *bootstrapping* (Simar y Wilson, 1998), o el hecho de no contemplar el error aleatorio de los datos, con lo cual toda desviación del óptimo es considerada ineficiencia. En ese sentido, es necesario que las unidades analizadas sean homogéneas en su estructura productiva ya que las unidades deben ser comparables, en el sentido que todas ellas consumen los mismos inputs, en diferentes cantidades, para producir el mismo conjunto de outputs, en distintas cantidades (Pastor, 2000).

Sin embargo, Col y Blasco (2006), indican que una de las mayores críticas al DEA, es que se trata de una aproximación determinística y no tiene en cuenta influencias sobre el proceso productivo de carácter aleatorio imposible de controlar, ni de la incertidumbre ocasionada por errores de medida o introducción incorrecta de datos. Además DEA es sensible a la existencia de observaciones extremas, lo que puede derivar en una sobreestimación de la frontera.

Al evaluar la eficiencia relativa de una unidad específica, DEA considera las

condiciones más favorables, de manera que, los pesos de los inputs y los outputs serán diferentes entre las distintas unidades evaluadas. Cuando una unidad resulta ser ineficiente incluso cuando se han incorporado los pesos más favorables en su medida de eficiencia, esta flexibilidad resulta una ventaja, pero una elección no juiciosa de los pesos permite calificar como eficiente una unidad que no lo es. Entonces, esta flexibilidad se convierte a la vez en una debilidad del método (Boussofiane, *et al*, 1991).

También es necesario considerar en los análisis con DEA que el número de unidades evaluadas sea al menos el doble de la suma de los inputs y los outputs (Drake y Howcroft, 1994). Los estudios con muestras pequeñas trabajan con un alto grado de agregación con respecto a las categorías de los inputs y outputs, de manera que un número alto de unidades puede ser calificado como eficiente. Asimismo, hay que tener en cuenta que la omisión de inputs u outputs importantes puede redundar en resultados sesgados.

DEA proporciona medidas de eficiencias relativas, es decir que no ofrece una medida de eficiencia absoluta al no comparar la unidad con un máximo teórico (Sherman y Gold, 1985).

La medida de la eficiencia de una unidad mediante la técnica DEA implica dos pasos básicos (Thanassoulis, 2001): la construcción del conjunto de posibilidades de producción y la estimación de la máxima expansión factible de output o de la máxima contracción de los inputs de la unidad dentro del conjunto de posibilidades de producción. Cuando se habla del conjunto de posibilidades de producción (Figura 2.8) se refiere a todas las combinaciones posibles de inputs y outputs, independientemente que se encuentren en la frontera o por debajo de ella, de manera que interesa conocer los procesos de producción que son factibles, en base al conjunto de datos observados.

Después de definir el conjunto de posibilidades de producción, es decir conocer el conjunto de combinaciones de factores y de productos tecnológicamente factibles (Varian,1992), se caracteriza el modelo DEA seleccionando la orientación (input orientado, output orientado o input-output orientado) y la tipología de los rendimientos a escala que caracterizan la tecnología de producción, entendida como la forma en que los factores productivos (inputs) son combinados para obtener un conjunto de productos (outputs), de tal forma que esa combinación de factores puede caracterizarse por la existencia de rendimientos a escala variable constante (CRS) o variables a escala (Col y Blasco, 2006).

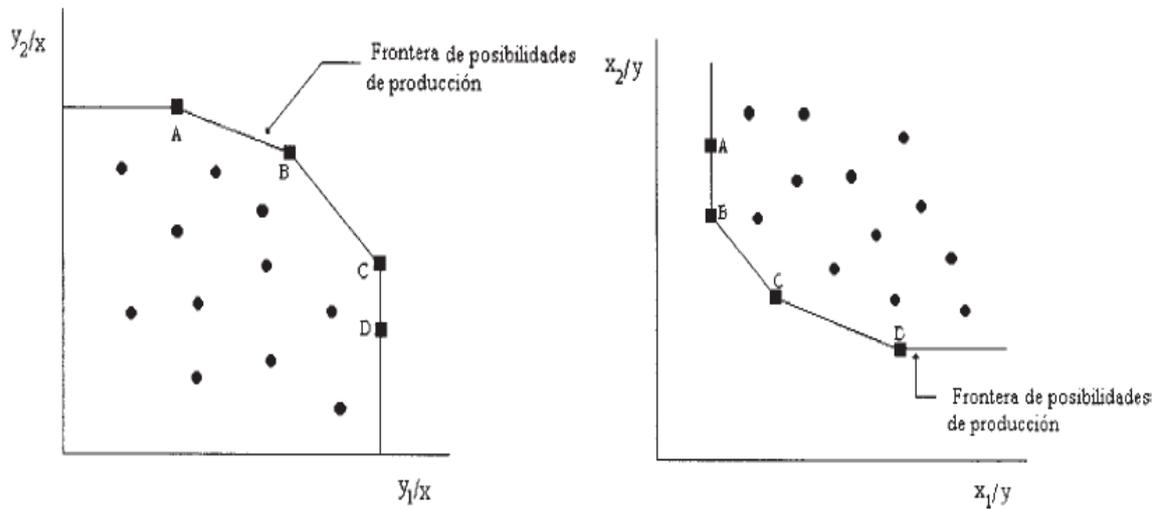


Figura 2.8. Frontera y conjunto de posibilidades de producción.

Fuente: García y Coll, 2003.

Los modelos DEA que serán estudiados para evaluar la eficiencia, proporcionan medidas de tipo radial (equiproporcionales) y estos programas matemáticos se caracterizan por la maximización o minimización de una única variable que reescala todos los componentes del vector de inputs u outputs (dependiendo de la orientación del modelo) buscando el punto de comparación en la frontera del conjunto posible de producción a lo largo del radio vector que atraviesa el proceso productivo evaluado. Los índices radiales fueron introducidos por Debreu (1951) y Farrell (1957) para medir la proporción en que puede incrementarse el vector de outputs, manteniendo constante el vector de inputs o reducirse el vector de inputs, manteniendo constante el vector de outputs.

2.6.1. MODELO MATEMÁTICO DEA.

El desarrollo genérico del modelo matemático DEA comienza con la definición de las n unidades de decisión (DMU) objeto de estudio, que emplean j inputs (F) para producir m productos (P), tal que la i-ésima unidad de decisión (DMUi) quedaría representada por los vectores F_i y P_i . Para cada DMU se plantea obtener una medida de eficiencia como la ratio de todos sus outputs entre todos sus input $\frac{\alpha' P_i}{\beta' F_i}$, siendo α y β respectivamente los vectores de ponderación de productos y factores de dimensión (mx1) y (jx1). Estos vectores deben ser determinados de forma tal que maximicen la medida de la eficiencia que se acaba de definir para cada unidad, pero de forma tal que dicho sistema no dé lugar a que alguna unidad productiva quede por encima de la frontera.

Si se adopta una óptica de orientación al output, se plantea para cada DMU un programa matemático que surge de considerar el problema dual -de más fácil resolución- asociado al programa lineal genérico de maximización de la eficiencia (Coelli, 1996), tal y como se expresa a continuación:

$$\begin{aligned}
 & \text{Maximizar } \theta e_n(\theta, \lambda) \\
 & - \theta P_i + A\lambda \geq 0, \forall m \\
 & F_i - B\lambda \geq 0, \forall j \\
 & I\lambda = 1 \\
 & \lambda \geq 0
 \end{aligned}$$

Donde se cumple que:

- El conjunto de observaciones disponibles de factores para las DMU queda recogido en la matriz A, de dimensión $j \times n$. De igual modo, en la matriz B, de dimensión $m \times n$, se recogen las observaciones de productos para cada DMU.
- θ es un escalar que mide la eficiencia de la i-ésima DMU, y que se encontrará siempre en el intervalo $]0,1]$, tomando el valor de 1 en aquellas unidades de decisión que estén situadas sobre la frontera ideal de producción, y por tanto, sean totalmente eficientes.
- λ es un vector de constantes ($n \times 1$) que pondera cada una de las DMU presentes en la muestra.
- La restricción $I\lambda = 1$, siendo I un vector de unos, fue introducida por Banker *et al* (1984) en el modelo inicial con rendimientos constantes a escala (CRS) planteado por Charnes *et al* (1978) y que carece de esta restricción. Esa extensión permite asegurar la condición de convexidad de la frontera y, por consiguiente, la asunción de rendimientos a escala variables (VRS).

La resolución de esta formulación permite obtener una medida de la menor distancia posible, en un espacio de tantas dimensiones como inputs existan en el modelo. A través de la misma se mide la eficiencia de cada unidad como el porcentaje de la distancia existente entre el valor observado y su valor óptimo, obtenido a partir de las explotaciones más eficientes de entre todas las del grupo.

El que la técnica DEA contemple en su formulación la posible existencia de

rendimientos de escala variables, permite, además de identificar la eficiencia técnica, descomponer la misma en dos componentes: la eficiencia técnica pura y la eficiencia de escala (SE). Para ello se resuelve la formulación propuesta, primero asumiendo rendimientos constantes a escala (θ_{CRS}), y después, rendimientos variables (θ_{VRS}); a partir del ratio de eficiencia técnica calculado bajo ambos supuestos, se podrá obtener una medida de la eficiencia de escala (θ_{SE}) de cada unidad que vendrá dada por la siguiente relación:

$$\theta_{SE} = \frac{\theta_{CRS}}{\theta_{VRS}}$$

Esta relación surge de considerar que la eficiencia técnica de una unidad productiva que mide la aproximación CRS, pero que no opera en una escala óptima, tiene una ineficiencia de escala, que no puede ser achacada directamente a la eficiencia técnica pura medida por la aproximación VRS. Aquella unidad que opere en una escala óptima con rendimientos constantes a escala tendrá un valor de eficiencia de escala igual a 1.

Una vez calculada la ineficiencia en escala se puede analizar qué tipo de rendimientos son los que originan dicha ineficiencia: si la DMU excede el tamaño de escala más productivo, y por tanto presenta rendimientos a escala decrecientes, o si presenta rendimientos a escala crecientes, y por tanto no ha alcanzado el límite de crecimiento proporcionado por esta situación (Read y Thanassoulis, 2000). Con el fin de identificar estas situaciones se calcula el modelo DEA de eficiencia presentado en el apartado anterior, pero imponiendo ahora la restricción de rendimientos a escala no crecientes (NIRS), que viene dada por $\sum \lambda \leq 1$, obteniendo el indicador de eficiencia θ_{NIRS} para cada DMU con ineficiencia de escala. En el caso de que el $\theta_{NIRS} = \theta_{VRS}$ la DMU estará operando en la zona de rendimientos decrecientes a escala, mientras que el incumplimiento de esta igualdad pondrá de manifiesto la existencia de rendimientos crecientes.

La Figura 2.9, sintetiza la serie de conceptos que caracterizan un análisis DEA, por medio de la relación entre el número de vacas y la producción de sólidos totales en leche (Rouse et al, 2007). Los autores, representan en una misma figura tanto la frontera de producción calculada con rendimientos constantes a escala (CRS) como la frontera calculada con rendimientos a escala variable (VRS), asimismo indican la medida de los

tipos de orientaciones y las áreas de la curva de rendimientos variables que corresponden a rendimientos crecientes, constantes y decrecientes.

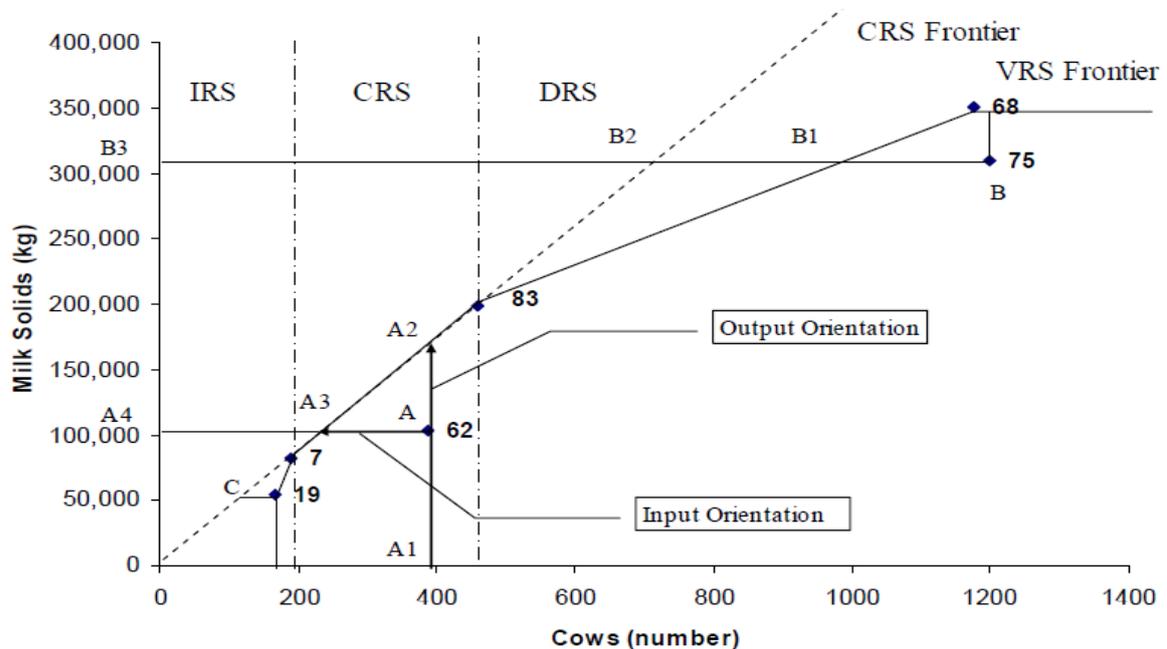


Figura 2.9. Caracterización de un análisis DEA. Fuente Rouse et al (2007)

2.6.2. SELECCIÓN DE VARIABLES PARA UN MODELO DEA.

El primer desafío al aplicar los modelos DEA, consiste en seleccionar las variables que describan con mayor precisión el proceso de transformación de los inputs en los outputs y que permita discriminar claramente las unidades eficientes de las ineficientes (González-Araya y Valdés, 2009). Sin embargo, los esfuerzos para seleccionar variables para un modelo DEA, han sido destinados a los casos donde el número de inputs y outputs potenciales es mucho mayor que el número de unidades evaluadas, ya que mientras mayor es el número de inputs y outputs considerados en el análisis de eficiencia, menores serán las restricciones a los pesos o multiplicadores asignados por el método a estas variables y por lo tanto, menor será el poder discriminatorio de la evaluación realizada (Jenkins y Anderson, 2003).

Existen varios métodos para selección de variables para un modelo DEA, entre ellos el propuesto por Lins y Moreira (1999) quienes proponen partir de un par inicial input-output que tenga alta correlación. La idea es ir verificando cuáles de las variables

candidatas provocan la mayor eficiencia media del modelo DEA. Este método tiene la limitación de que sólo considera como criterio, el mejor ajuste a la frontera, sin tener en cuenta el número de unidades eficientes observadas. Por otro lado, Soares de Mello *et al* (2004), desarrollan una metodología de apoyo multicriterio, considerando al “mejor ajuste a la frontera” y la “máxima discriminación” de las variables candidatas al DEA. El ajuste a la frontera es medido por medio de la eficiencia media y su normalización (SEF) y la máxima discriminación es medida por el número de DMU eficientes que se desean minimizar y su normalización (SDIS). La suma ponderada de estos descriptores de impacto (SEF y SDIS) da origen al criterio de síntesis o variable S, tal que:

$$S = w * SEF + (1 - w) * SDIS , w \text{ es un escalar entre } 0 \text{ y } 1.$$

Para evitar predominancia de uno de los criterios debe hacerse $w=0,5$, a menos que existan razones para estimar lo contrario.

Una derivación del método anterior, es propuesto por Senra *et al* (2005), quienes seleccionan variables a partir de un procedimiento exhaustivo que calcula el S para todas las combinaciones posibles de variables (outputs e inputs), a las que denomina escenarios. La combinación de variables que presenta el mayor valor de S es seleccionada para entrar en el modelo. Sin embargo, por demostraciones empíricas se conoce que, al aumentar el número de variables utilizadas en la evaluación de modelos DEA, aumenta el promedio de eficiencia relativa del mismo. Así el término SEF perjudica a aquellos modelos con menor número de variables.

Existen otros métodos de selección, como el método Stepwise de Wagner y Shimshak (2007), que consiste en calcular inicialmente el promedio de eficiencia de la DMU evaluadas usando todas las variables disponibles y luego las va eliminando secuencialmente de acuerdo con el cambio promedio del valor de la eficiencia. También puede utilizarse el análisis de correlación canónica, que puede ser un instrumento adecuado para tratar los supuestos en los que se dispone de información de un conjunto numeroso de variables que pueden agruparse en dos grupos. El primero está formado por las variables explicativas y el segundo por las explicadas y, además, dentro de cada grupo se observa un elevado grado de correlación entre las variables. (Moreno y Trillo del Pozo, 2001). El mismo criterio de selección de variables puede aplicarse utilizando análisis de correlación de Pearson cuando las variables son continuas.

González-Araya y Valdés (2009), proponen un método de selección de variables para los casos en los cuales el número de DMU es mayor al número de variables del modelo. El método consta de dos fases, una primera que sigue la metodología propuesta por Soares de Mello et al (2004), seguida de una segunda fase (propuesta de mejora) donde se establece la contribución de la eficiencia de cada variable.

Si bien, ningún método de selección es exhaustivo, son útiles en el momento de modelar y tratar de representar el proceso productivo tomando en cuenta las variables inputs (controlados o fijos) que producen los outputs considerados (deseables o no deseables). Un conocimiento sistémico de todo el proceso permitirá no sólo identificar las variables del modelo DEA, sino también aquellas variables que inciden en la eficiencia (factores de eficiencia), y que pueden ser de tipo cualitativas o cuantitativas, continuas o discretas. En cada caso, se utiliza el análisis estadístico más adecuado a sus características y se estudia su relación con la eficiencia. Por otro lado, pueden identificarse, aquellas variables que son de difícil control por la empresa o difíciles de cambiar en el corto plazo. Estas mismas son conocidas como variables de entorno, y una explicación más detallada de los tipos de variables se puede conseguir en Dios-Palomares *et al* (2006^c).

2.7. IDENTIFICACIÓN DE DATOS ATÍPICOS (OUTLIERS) EN ANÁLISIS DE FRONTERA MULTIPRODUCTO (MULTIPLE OUTPUTS) CON DEA.

Los indicadores de eficiencia obtenidos por métodos DEA, así como de otros métodos basados en programación lineal, están severamente influenciados por la presencia de datos atípicos en el grupo de datos utilizados para el análisis. Los datos atípicos (outliers) son datos extraños que manifiestan una baja probabilidad de ocurrencia y pueden deberse a errores de registro en cuyo caso podrían corregirse o eliminarse del total de datos.

En el caso de los outliers multidimensionales, las observaciones atípicas se refieren a aquellas que en el conjunto de datos se observan extrañas y son capaces de distorsionar además de las medidas de tendencia central (media) o de dispersión (varianza) como es el caso de los outliers unidimensionales, las correlaciones entre variables, objetivo importante en los análisis de eficiencia. Asimismo, pueden falsear completamente los grupos o asociaciones entre variables de un análisis de conglomerados. (Delgado, 2009)

La detección de datos atípicos para análisis de eficiencia con DEA, es de suma importancia para verificar el establecimiento del grupo de empresas que manejan la misma tecnología, para que pueda ser válida la comparación y el estudio de los perfiles de eficiencia. Los outliers pueden deberse a casos excepcionales desde el punto de vista multidimensional, pero también podrían deberse a casos en donde tecnológicamente no es posible la comparación.

En el caso de DEA multioutput, se hace necesario la aplicación de métodos que respondan a las características de la construcción de una frontera sin parámetros, de manera que no sea necesaria la estimación de los residuos por mínimos cuadrados.

Andrews y Pregibon (1978) desarrollan un procedimiento estadístico para la detección de datos atípicos en el ámbito multivariante que no requiere necesariamente mínimos cuadrados ordinarios residuales, de manera que puede ser utilizado en modelos basados en programación lineal.

La notación que utilizan estos autores para la detección de outliers, refiere un valor ξ calculado de un grupo de observaciones $S = \{1, \dots, n\}$, donde $D_L^i\{\xi\}$ denota el valor calculado de la misma manera que ξ , pero del grupo de observaciones L ; donde $L \subset S$ y contiene i elementos, $i < n$.

Luego indican que para cualquier matriz A o de rango completo de columna, se establece que $D^i(|A|)$ denote el determinante de la matriz $D^i(A)$

Ahora consideran un grupo de observaciones en “n” empresas, cada una de las cuales utiliza $K - 1$ inputs para producir m productos. Establecen que X es una matriz de insumos ($n \times K$) que incluye una columna de unos, y que Y sea una matriz de productos.

Para el caso de $m=1$, definen el siguiente estadístico:

$$R_L^i(X^*) \equiv \left[D_L^{(i)}(|X^{*'}X^*|) \right] |X^{*'}X^*|^{-1}$$

Donde $X^* = [XY]$.

Este estadístico provee el volumen geométrico en el espacio $(K + m)$ reducido que está conformado por un subgrupo de la base de datos original, los cuales son obtenidos al eliminar i –observaciones de ese grupo de datos completos. El grupo de

observaciones L eliminadas de la muestra, que producen los menores valores de R_L^i , son considerados los verdaderos datos atípicos en sentido real.

Wilson (1993) propone un estadístico para el caso de varios outputs basado en el desarrollo estadístico de Andrews y Pregibon (1978).

El estadístico para el caso de $m > 1$ será:

$$R_L^i(X^*) = R_L^i(X) [D_L^i(|\Omega|)](\Omega)^{-1}$$

Dónde: $\Omega = [e_j, e_k]$ ($j, k = 1, \dots, m$) y e_j, e_k son los mínimos cuadrados ordinarios de la regresión de Y_j, Y_k sobre X .

Para calcular los niveles de significación, se establece que R_{min}^i denote el mínimo valor observado de R_L^i para todo $\binom{n}{i}$ subgrupo L de datos posible, de tamaño i . El grupo de los valores más extremos, es decir aquellos de valor R_{min}^i , tienen una probabilidad igual al nivel de significación α_i de R_{min}^i , esa probabilidad viene dada por:

$$\alpha_i = Pr\{\cup Z_L \leq R_{min}^i / R_L^i(X)\},$$

Donde \cup denota la unión de todos los $\binom{n}{i}$ subgrupos L de datos posible de tamaño i , y Z es la variable aleatoria con la misma distribución de $[D_L^i(|\Omega|)](\Omega)^{-1}$.

Una vez que R_{min}^i ha sido encontrado, puede ser calculada la relación $R_{min}^i / R_L^i(X)$ para cada uno de los subgrupos L de datos $\binom{n}{i}$ y entonces se les calcula la probabilidad α_i .

Para grupos de datos grandes ($n > 100, i > 7$) el cálculo de los niveles de significación se hace inmanejable, de manera que sugieren el análisis gráfico, en el cual se calculan las relaciones log: $\log[R_L^{(i)}(X^*) / R_{min}^i]$ para los subgrupos de datos $\binom{n}{i}$ con los valores más altos $q_i^* q_i^*$. Los posibles outliers surgen del examen de la separación entre los valores más pequeños de las relaciones log calculadas para el mayor conjunto de datos $q_i^* q_i^*$ con R_{min}^i .

Desde el punto de vista práctico, la aplicación del método gráfico ha sido de gran utilidad con grupos de datos grandes, En la Figura 2.10, se observa un gráfico realizado a partir del cálculo de las relaciones log: $\log[R_L^{(i)}(X) / R_{min}^{(i)}]$ para cada combinación $\binom{N}{i}$ de L , el cálculo se realiza para todo valor de i . Las observaciones corresponden a 144

unidades de producción ganaderas de doble propósito utilizadas por Urdaneta *et al*, (2010^a) en un análisis de eficiencia multioutput con DEA.

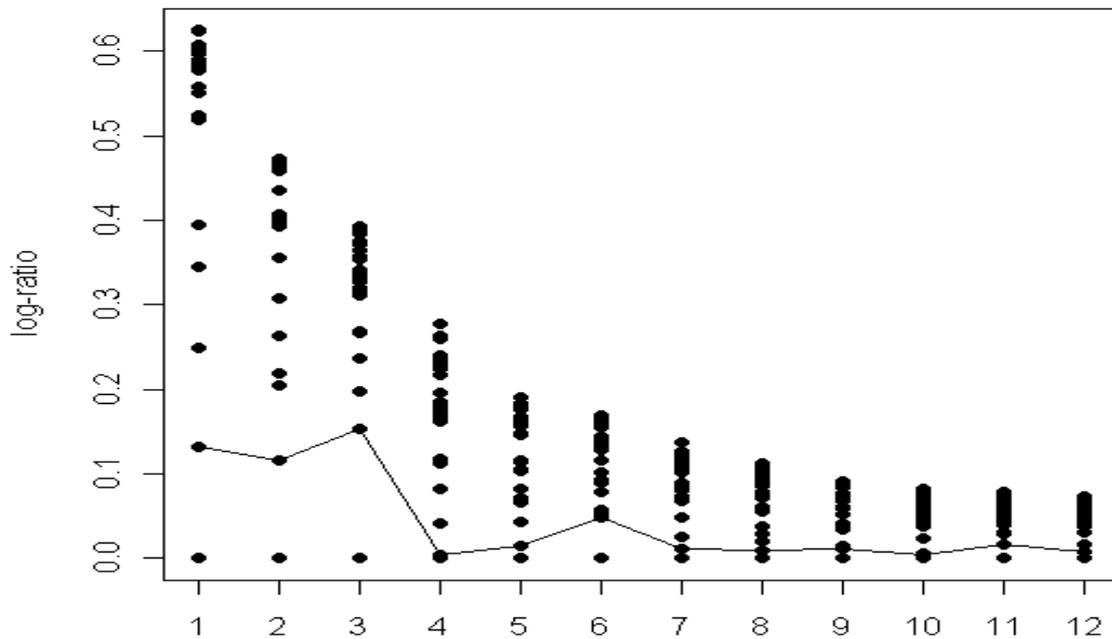


Figura 2.10. Gráfico de las relaciones log (log-ratio) para el grupo de datos (144) utilizados por Urdaneta *et al* (2010^a)

La idea es analizar cómo quedaría la muestra quitando una o varias (i) empresas comparando la masa de datos total con la reducida. Si bien, el punto de parada para el análisis de outliers es arbitrario, Wilson (2005) con utilización del FEAR puede quitar hasta $i = 12$, donde para cada i se detectan las empresas que resultarían más extremas probando con todos los casos posibles que resultarían de quitar todas las posibles combinaciones $\binom{N}{i}$, seleccionando las que presenten el R_{\min}^i . El objetivo es realizar suficientes análisis para evitar el enmascaramiento producido por varias observaciones cercanas en la base de datos.

La Tabla 2.1 muestra los valores de R_{\min}^i ... que se corresponden con los puntos más separados en el gráfico, en este caso se han seleccionado las combinaciones de $i = 1, 2, 3$ y 6 , donde se evidencian como valores extremos las unidades numeradas como: 77, 53, 87, que presentan los R_{\min}^i en sus combinaciones respectivas.

De acuerdo con la recomendación de varios autores (Seaver y Triantis, 1989, Welsh, 1982 y Wilson 1993) aun cuando éste es uno de los métodos adecuados para el

análisis de valores atípicos en contextos multiproducto y entorno DEA, siempre es conveniente utilizar más de un método de detección de outliers.

Tabla 2.1. valores de R_{min}^i para cada combinación de i

i	Observaciones	R_{min}^i
1	87	0.491696201
2	53 87	0.255003116
3	77 53 87	0.150371326
4	15 77 53 87	0.093240299
5	79 15 77 53 87	0.063486682
6	79 73 15 77 53 87	0.044314718
7	79 84 73 15 77 53 87	0.031780782
8	79 84 52 73 15 77 53 87	0.022990503
9	71 79 84 52 73 15 77 53 87	0.016706625
10	81 88 79 84 52 73 15 77 53 87	0.012245588
11	81 88 71 79 84 52 73 15 77 53 87	0.008830935
12	81 88 75 71 79 84 52 73 15 77 53 87	0.006447702

2.8. MÉTODOS DE ESTIMACIÓN DE EFICIENCIA QUE TIENEN EN CUENTA LAS VARIABLES DE ENTORNO.

Los Factores de entorno o de “variables ambientales” denominación más generalizada en la literatura, se refiere a aquellos factores que son incontrolables por parte de los responsables de las unidades de gestión de las muestras estudiadas. Se diferencian de los inputs controlables porque, pese a que presentan una potencial influencia sobre los resultados de eficiencia, no intervienen directamente en el proceso productivo. Según Álvarez (2001) suelen ser restricciones estratégicas, de localización geográfica, características demográficas entre otras, y su inclusión en el análisis responde al objetivo de explicar en mayor o menor medida, las conductas ineficientes.

Se optó por el término variables de entorno para evitar cualquier confusión con las de carácter medioambiental (Dios Palomares *et al*, 2006^b). Estos factores responden al hecho de que existen circunstancias particulares para las distintas sub-muestras, y esta circunstancia provoca que la frontera no sea común a todas las unidades.

Continúan Dios Palomares *et al* (2006^c) incidiendo en que la idea central de los métodos de análisis con variables de entorno es que la eficiencia que se deriva de la resolución de la frontera incluyendo únicamente las variables propias de la producción, es decir inputs y outputs, contiene solapados dos efectos distintos que se deben, uno a la

eficiencia de la empresa dentro de su entorno (frontera) y otro a la diferencia en productividad debida a dicho entorno en comparación con los demás.

Si además tenemos en cuenta que el Análisis Envolvente de Datos no tiene capacidad para separar el efecto del error aleatorio, habría que considerar además este efecto dentro de las holguras (slacks) que resultan de la resolución de un modelo donde no se incluyan las variables de entorno.

De esta manera, es necesario estudiar la presencia de factores que introducen heterogeneidad en las productividades. Pastor *et al* (1999 y 2002) abordan procedimientos de contrastes de hipótesis cuya aplicación da como resultado la aceptación o rechazo de cada variable de entorno como influyente en la frontera.

Los esfuerzos efectuados para descomponer estos efectos han dado lugar a los distintos métodos⁹, por un lado están las propuestas de métodos que estiman la eficiencia y luego corrigen el efecto entorno en una segunda etapa, ya sea por técnicas econométricas o por corrección de inputs y outputs. Por otro lado, se encuentran los enfoques que se denominan “de programas”, los cuales resuelven en una primera etapa un modelo para cada programa, estimando en la segunda fase la envolvente global para toda la muestra con los datos corregidos de la eficiencia intraprograma. Este método fue inicialmente planteado por Charnes, Cooper y Rhodes (1981), con el fin de estudiar posibles diferencias inducidas por la aplicación de un Programa de Actuación en un subsector concreto de colegios públicos.

Dado que el número de etapas es el criterio más consistente para la clasificación de los métodos, se realizará una breve referencia de los mismos de acuerdo con esa clasificación (Rouse, 1996; Muñiz, 2001, Fried *et al*, 2002).

En los métodos de una etapa se realiza un solo análisis DEA incluyendo las variables de entorno junto con los inputs y outputs propios de la producción, Banker y Morey (1986) las incluyen como inputs fijos pero Lozano *et al*, (2002) las incluyen como inputs u outputs dependiendo de su influencia en la productividad. Coelli *et al*, (1999), realizan la estimación de la frontera estocástica considerando las variables de entorno como explicativas de la frontera.

⁹ Una exhaustiva revisión de esto se puede ver en Rouse (1996) y Dios-Palomares *et al* (2006^C).

Dentro de los métodos de dos etapas se encuentran combinaciones de técnicas, entre ellas las que utilizan primero DEA y luego en una segunda etapa se establece un modelo de regresión del índice de eficiencia en función de las variables de entorno, preferiblemente con modelos Tobit (McCarty y Yaisawarng, 1993). También es de resaltar el método de Pastor (1994) quien propone una corrección de las variables de entornos al resolverlas con DEA en una primera etapa junto con los outputs, y luego calcular las proyecciones a la frontera, para posteriormente resolver nuevamente el modelo con los datos originales y los outputs corregidos por entorno. Por último, pero como referencia precursora de estos métodos, se encuentra el método de programas de Charnes *et al* (1981) diseñado para variables de entorno categóricas. En una primera etapa se resuelve el modelo DEA para cada submuestra separada por variable de entorno, y luego se sustituyen los valores originales de las variables por los proyectados en la frontera y se resuelve un nuevo modelo mediante DEA con toda la muestra completa. De esta manera, que el nuevo índice de eficiencia recoge el efecto que se debe únicamente a diferencias entre las categorías de las variables de entorno.

Los métodos de tres etapas incluyen una primera etapa de estimación de la frontera considerando sólo los inputs y outputs propios de la producción, sin que intervengan las variables de entorno. En una segunda etapa, se busca para cada input y output el *Slack* mínimo dentro de su entorno, resolviendo el modelo para cada uno y corrigiendo su efecto, para en una tercera etapa resolver con DEA, el modelo de la primera etapa con los datos corregidos de la segunda. Diversas variaciones de estos métodos pueden verse en: Fried y Lovell (1996); Muñiz (2001); Fried *et al* (1999); Ruggiero (1998), Fried *et al* (2002), entre otros.

Dios Palomares *et al* (2004^b) plantean un nuevo método de tres etapas con variables categóricas, que supone una continuación de la propuesta comentada de Charnes, Cooper y Rhodes (1981), y que tiene una parte común al de dichos autores, que incluye solo la primera etapa, y la segunda hasta la estimación del modelo DEA conjunto. Para ello proponen una nueva corrección de datos dentro de la segunda etapa, y una tercera etapa que dará origen a las eficiencias corregidas por la variable de entorno, los detalles de este método se tratarán en el apartado 2.8.1.

2.8.1. MÉTODO DE PROGRAMAS MÚLTIPLE DEA+DEA+DEA (3SPM) DIOS PALOMARES ET AL (2004^B, 2006^A Y 2006^B)

Para describir el método aplicado se plantea el caso de una variable de entorno dicotómica y orientación al input, por simplicidad y sin que esto suponga una grave

pérdida de generalidad. El método se aplica sobre una muestra de N empresas, donde las variables a contemplar en el análisis de eficiencia son M outputs (y_i), L inputs (x_j), con una variable de entorno dicotómica z con valores z_h para $h = a, b$. En función de dicha variable, la muestra queda dividida en dos submuestras, de tamaño N_h , cuyas matrices de datos serán Y_h ($N_h \times M$) para los outputs y X_h ($N_h \times L$) para los inputs, ambas para $h = a, b$. El método se puede analizar describiendo las tres etapas en las que se estructura, tal y como se propone a continuación:

a) Primera Etapa: Se divide la muestra en las submuestras correspondientes a distintos valores de la variable de entorno, y se estima una frontera mediante DEA para cada una de ellas. Siguiendo con el ejemplo propuesto, se estiman dos fronteras para $h=a$ y $h=b$ mediante dos modelos DEA orientados al input, obteniendo en cada una los *slacks* totales correspondientes a cada input y outputs (en su caso), que denominaremos S_{xjh} para $j = 1, \dots, L$, y S_{yih} para $i=1, \dots, M$. Posteriormente se sustituyen los valores observados de input o output por sus valores objetivos (proyectados sobre la frontera), cada uno en su submuestra correspondiente. De esta forma se elimina la componente de ineficiencia relativa de cada unidad dentro de su grupo. Así, se calculan para cada valor de h (a y b) los nuevos valores para los inputs y outputs según la siguiente corrección:

$$X^{*h}(n_h, j) = X_h(n_h, j) - S_{xjh} \text{ para } j = 1, \dots, L; n_h = 1, \dots, N_h$$

$$Y^{*h}(n_h, i) = Y_h(n_h, i) + S_{yih} \text{ para } i = 1, \dots, M; n_h = 1, \dots, N_h$$

...siendo X_h y Y_h los valores originales, respectivamente, de inputs y outputs.

b) Segunda Etapa: Se estima una nueva frontera mediante DEA, con todas las unidades y con los valores corregidos. Las nuevas matrices con los datos de outputs e inputs corregidos en la etapa anterior contienen todas las unidades muestrales y las denominamos Y^* ($N \times M$), y X^* ($N \times L$). En estas se basa el modelo DEA, que se resuelve en esta etapa. La distancia a la frontera estimada en esta segunda etapa recoge precisamente el efecto de la variable entorno, que será utilizado en el procedimiento de contrastación posterior a la tercera etapa.

Igualmente, la resolución del método dará como resultado los *slacks* totales para cada input y output (en su caso) que son S^*x_j para $j = 1, \dots, L$, y S^*y_i para $i=1, \dots, M$.

Posteriormente se corrigen los datos originales de inputs y outputs con dichos slacks para eliminar el efecto del entorno. La corrección que se efectúa es la siguiente¹⁰:

$$X^{**} (n, j) = X (n, j) - S^* x_j \text{ para } j = 1, \dots, L ; n = 1, \dots, N$$

$$Y^{**} (n, i) = Y (n, i) + S^* y_i \text{ para } i = 1, \dots, M ; n = 1, \dots, N$$

c) *Tercera Etapa*: Se estima de nuevo mediante DEA la envolvente definitiva con los datos originales corregidos y procedentes de la segunda etapa. Como resultado de la corrección, las nuevas distancias a la frontera solo recogerán el efecto de la propia ineficiencia de cada DMU. Las nuevas matrices con los datos de outputs e inputs corregidos en la etapa anterior contienen todos las unidades muestrales y se denominan Y^{**} (N x M), y X^{**} (N x L). En estas se basa el modelo DEA, que se resuelve en esta etapa orientado al input y que dará como resultado los índices de eficiencia de cada empresa que ya no contienen el efecto de la variable de entorno.

2.8.2. ANÁLISIS DE CONTRASTACIÓN DEL EFECTO “ENTORNO”

La determinación de las variables de entorno que deben tenerse en cuenta en el análisis no es inmediata. Tomando como base los datos recogidos para el análisis de eficiencia, cabría pensar en tres fuentes de información apropiadas para el estudio de dicha incidencia: las productividades individuales de cada input-output, el índice de eficiencia que resultara de un análisis conjunto con toda la muestra, y la comparación entre los resultados con fronteras separadas. No obstante, ninguna de las tres resuelve el problema con satisfacción. Con respecto a las dos primeras, está claro que ambas incluyen tres efectos solapados debidos respectivamente al entorno, la eficiencia y el error. Por tanto, queda enmascarada la influencia que se quiere determinar. Por otro lado, la consideración de fronteras separadas puede venir afectada por la relatividad de la medida y la comparación entre eficiencias no nos da la comparación entre productividades que es lo que realmente recogería la influencia de la variable de entorno.

Por este motivo, para dicha determinación, resulta imprescindible el conocimiento del proceso de producción en el sector y las distintas alternativas de la variable de entorno, ya que esto aportará información sobre su posible incidencia, así

¹⁰ Hay que tener en cuenta que esta corrección se efectúa sobre los valores originales y no sobre los que sirvieron de base al modelo de la segunda etapa.

como sobre el sentido de dicha influencia. Una vez establecidas las variables de entorno, y aplicado el método antes expuesto, resulta imprescindible, sin embargo, el contraste de la hipótesis de que el efecto entorno realmente es significativo. En caso negativo, habría que realizar el análisis de eficiencia sin tener dicha/s variable/s en consideración.

El contraste se basa en las siguientes variables:

Efecto entorno (EEn): Recogido por medio de la distancia a la frontera en la resolución de la segunda etapa del método.

Incremento porcentual de eficiencia ($IPEf$): Calculado según la fórmula:

$$IPEf = \left(\frac{ICE_n - ISE_n}{ISE_n} \right) * 100$$

Siendo:

ICE_n = Índice de eficiencia corregido del efecto de entorno. (Procede de la tercera etapa)

ISE_n = Índice de eficiencia calculado sin tener en cuenta el entorno con toda la muestra. (Hay que calcularlo aparte ya que no es resultado de ninguna etapa del método)

Esta variable mide el cambio porcentual sufrido en cada DMU al tener en cuenta las variables de entorno, con respecto al resultado que se obtiene directamente del modelo DEA sin tomarlas en consideración.

El fundamento del contraste se basa en la idea de que si las variables de entorno realmente inciden en la tecnología de producción, tanto el efecto entorno (EEn) como el incremento porcentual ($IPEf$) serán significativamente diferentes para las submuestras consideradas en el análisis. Brocket y Golany (1996) proponen la aplicación del test de rangos de Mann-Whitney para contrastar la hipótesis nula de que los dos programas tienen la misma distribución de índices de eficiencia tras el análisis final.

Una extensión de la prueba de la U de Mann-Whitney para 3 o más grupos, es la prueba de Kruskal-Wallis, la cual es un método no paramétrico para probar si un grupo de datos proviene de la misma población. Intuitivamente, es idéntico al Análisis de Varianza (ANOVA) con los datos reemplazados por categorías. Ya que es una prueba no paramétrica, la prueba de Kruskal-Wallis no asume normalidad en los datos, en oposición

al tradicional ANOVA. Aunque asume, bajo la hipótesis nula, que los datos vienen de la misma distribución.

2.9. CORRECCIÓN DEL SESGO EN LOS INDICADORES DE EFICIENCIA CON BOOTSTRAP.

La metodología DEA proporciona medidas de eficiencia con sesgo y alto grado de autocorrelación, lo que hace no recomendable la utilización de modelos de regresión en el análisis de segunda etapa. Es muy posible que los factores de eficiencia estén muy correlacionados con los inputs y outputs, de manera que, Simar y Wilson, (2004) recomiendan aplicar la técnica bootstrap para evitar sesgos en los estimadores de eficiencia.

La técnica bootstrap es un procedimiento de remuestreo estadístico para realizar inferencias en problemas complejos. Para aplicarlo se debe tener claro la especificación del proceso generador de datos (DGP) que subyace bajo los datos observados, evidencia que se desprende del experimento Monte Carlo realizado por Simar y Wilson (2000^b), el cual confirma que la estructura subyacente del modelo real desempeña un papel crucial en la fiabilidad de la aplicación del bootstrap.

Con el método bootstrap se trata de aproximar la distribución muestral de los estimadores por medio de sus distribuciones obtenidas en un re-muestreo realizado por métodos de simulación Monte Carlo (Dios-Palomares *et al*, 2006^a). En ese mismo orden de ideas, Efron (1979) indica que es un método basado en cálculos reiterativos destinados a obtener medidas de la precisión de estimadores, y estimar la forma de la distribución muestral. Para ello, se extraen un gran número de muestras en base a una primera estimación y luego se utiliza la distribución empírica de las estimaciones obtenidas de los parámetros objetivos de la investigación.

Los problemas ocasionados por el carácter determinístico de las estimaciones DEA, tales como la alta sensibilidad a errores de medida y a la especificación del modelo (Sexton *et al.*, 1986), han dado lugar al desarrollo de un modelo DEA estocástico con el objeto de estimar indicadores de eficiencia más estables. Sin embargo, las aplicaciones han sido escasas dado que requieren un gran número de datos (Sengupta, 1987, Land *et al*, 1993). Por otra parte, para resolver el problema de la especificación del modelo, la alternativa más utilizada es la aproximación empírica para estimar las distribuciones de los estadísticos poblacionales, por medio de métodos de remuestreo como el bootstrap.

Para ello Wilson (2005) pone a disposición de los usuarios el paquete FEAR que es una aplicación sobre el lenguaje R.

Simar y Wilson (2000^a) aplican varias herramientas basadas en métodos bootstrap para realizar inferencias estadísticas en la estimación no paramétrica de la eficiencia, mostrando que en la práctica el investigador no conoce el Proceso Generador de los datos observados, y el método bootstrap puede ser implementado para mejorar las estimaciones de intervalos de confianza de los índices de eficiencia y realizar las correcciones si se desea. En el caso de modelos DEA de múltiples inputs y outputs (como es el caso de esta investigación), el bootstrap es la única aproximación existente para la inferencia y el contraste de hipótesis (Efron, 1979 y 1982).

Los trabajos de Simar y Wilson 1998 y 1999 exponen la técnica del bootstrap, indicando que se basa en un principio de analogía ya que simulan lo que sucede en el mundo real extrayendo una nueva muestra y aplicando el estimador original a estos nuevos datos. En el mundo real observamos que los datos de S_n son generados por $F = F(T, f(x, y))$, siendo $\hat{F}S_n$ un estimador consistente de $F: = \hat{F}(\hat{T}, \hat{f}(x, y))$. Entonces, se selecciona una muestra S_n^* de $\hat{F}(S_n)$ y se le aplica el estimador original a estos nuevos datos. Consideremos que el estimador original de la distancia objeto de estudio (por ejemplo del modelo BCC) para un punto (x_0, y_0) no necesariamente contenido en S_n , es:

$$[\hat{D}_{BCC}^*(x_0, y_0)]^{-1} = \max \left\{ \frac{\theta}{\theta_{y_0}} \leq \mathbf{V}^* \lambda, x \geq \mathbf{X}^* \lambda, \mathbf{1} \lambda = 1, \lambda \in \mathcal{R}_+^n \right\}$$

Donde $\mathbf{V}^* = [y_1^* \dots y_n^*]$, $\mathbf{X}^* = [X_1^* \dots X_n^*]$ y $(x_i^*, y_i^*) \ i = 1, \dots, n$ representan las observaciones de la pseudomuestra S_n^* . Al repetir el proceso B veces, siendo B un número convenientemente alto, entonces se obtiene un conjunto de valores bootstrap $\{\hat{D}_{BCC,b}^*(x_0, y_0)\}_{b=1}^B$.

La simulación Monte Carlo genera una serie de valores bootstrap $\{\hat{D}_{BCC,b}^*(x_0, y_0)\}_{b=1}^B$ los cuales proporcionan la aproximación empírica de la distribución. Una vez calculados los valores B, la obtención de intervalos de confianza para $D(x_0, y_0)$ es inmediata.

En este planteamiento los autores evitan el uso de un estimador de sesgo, sin embargo plantean por definición:

$$SE\hat{S}GO [\hat{D}(x_0, y_0)] = E[\hat{D}(x_0, y_0)] - D(x_0, y_0)$$

Luego la estimación bootstrap del sesgo del estimador original $\tilde{D}(x_0, y_0)$ es la versión empírica de la ecuación anterior:

$$SE\hat{S}GO_B [\tilde{D}(x_0, y_0)] = B^{-1} \sum_{b=1}^B \tilde{D}_b^*(x_0, y_0) - \tilde{D}(x_0, y_0)$$

A partir de esta definición se calcula un estimador de $\tilde{D}(x_0, y_0)$ corregido del sesgo pero, según la experiencia reportada por Efron y Tibshirani (1993), esta estimación del sesgo, introduce ruido estadístico ya que, por una parte, el error cuadrado medio del error de $\tilde{D}(x_0, y_0)$ es mayor que el de $\tilde{D}(x_0, y_0)$ y por otra parte la varianza del estimador corregido $\tilde{D}(x_0, y_0)$ será cuatro veces mayor que la del estimador original $\tilde{D}(x_0, y_0)$ cuando $B \rightarrow \infty$ debido a que el estimador bootstrap tiene un comportamiento asintótico.

La varianza muestral de los estimadores bootstrap $\tilde{D}_b^*(x_0, y_0)$ proporciona una estimación $\hat{\sigma}^2$ de la varianza de $\tilde{D}(x_0, y_0)$:

$$\hat{\sigma}^2 = B^{-1} \sum_{b=1}^B [\tilde{D}_b^*(x_0, y_0) - B^{-1} \sum_{b=1}^B \tilde{D}_b^*(x_0, y_0)]^2$$

De manera que la recomendación es que la estimación del sesgo debe utilizarse cuando al menos:

$$\hat{\sigma}^2 < \frac{1}{3} [SE\hat{S}GO_B [\tilde{D}(x_0, y_0)]]^2$$

En la aplicación del procedimiento bootstrap se observa que el sesgo o variación de la media bootstrap y el estimador de eficiencia, es una variable que toma el menor valor al aumentar la estimación de eficiencia, es decir, la media bootstrap se acerca al estimador a medida que las empresas son más eficientes. La eficiencia corregida, está definida por la diferencia entre el estimador de eficiencia y el sesgo, el cual es un estimador representativo de eficiencia que considera el error de los datos.

Hall, *et al* (1995) plantean un procedimiento práctico con el propósito de definir un proceso generador de datos que se ajuste a las características del proceso de medición de la eficiencia, en el que se construya un frontera con las mejores prácticas observadas y con el objetivo de garantizar la validez de los estimadores bootstrap. Los pasos a seguir son los siguientes:

1. Calcular el índice de eficiencia (θ_i^*) para las DMU de la muestra mediante DEA.
2. Construir una sub-muestra aleatoria simple de “m” elementos con reposición, procedente de la muestra inicial: (x_b^*, y_b^*)
3. Calcular el índice de eficiencia para la muestra fabricada
4. Repetir los pasos 2 y 3, para $b=1, 2, \dots, B$, siendo B un número elevado de repeticiones. Así, se obtienen diferentes estadísticos bootstrap de los índices de eficiencia.
5. Calcular una distribución de probabilidad a partir de los estadísticos, asignando una probabilidad $1/B$ a cada uno, a partir del cual pueden calcularse los intervalos de confianza y el valor medio de los estimadores bootstrap:

$$\hat{\theta}^* = 1/B \sum_{b=1}^B \hat{\theta}_b^* - \hat{\theta}_b$$

6. Evaluar el sesgo para la corrección del índice de eficiencia inicial:

$$SESGO\left[\frac{m}{n}\right] \frac{2}{1+M+N} \left[\frac{1}{B} \sum_{b=1}^B \hat{\theta}_b^* - \hat{\theta}_b \right]$$

2.10. IDENTIFICACIÓN DE FACTORES DE EFICIENCIA.

La identificación de factores de eficiencia se realiza con la intención de conformar un perfil de unidades eficientes; a este perfil se incorporan las variables que inciden en el índice de eficiencia. Una vez estimada la eficiencia en una primera etapa, se realiza una segunda etapa con el objetivo de relacionarla con un conjunto de variables socioeconómicas, ya que después de calcular los índices de eficiencia es necesario saber por qué son eficientes (Álvarez, 2001). Es pertinente aclarar que en los análisis DEA tradicionales, la primera etapa consiste en calcular los índices de eficiencia y la segunda etapa se refiere a la serie de análisis estadísticos que permitirán identificar las

variables relacionadas con los índices previamente calculados, es por ello que en muchos trabajos de refieren a esta fase como análisis de segunda etapa.

Ruggiero (2004) y Simar y Wilson (2000^a, 2004) proponen tratamientos para el análisis de segunda etapa, dado que cuando la eficiencia se estima mediante DEA no es conveniente la utilización de técnicas de regresión en la segunda etapa puesto que el índice proviene de la aplicación de un modelo no paramétrico. De hecho, la propia metodología DEA proporciona medidas de eficiencia con sesgo y alto grado de autocorrelación, si se tiene en cuenta, que es muy posible que los factores de eficiencia estén correlacionados con los outputs y los inputs. En ese sentido, Simar y Wilson (2004) proponen que la segunda etapa debe abordarse teniendo en cuenta que la regresión a estimar debe ser truncada (no censurada) dada la naturaleza de la variable endógena ya que, en la regresión censurada las observaciones fuera del intervalo válido para la variable endógena se llevan a los extremos, mientras que en la regresión truncada esos valores no se tienen en cuenta.

La utilización de la técnica del bootstrap permite mitigar los inconvenientes del índice ya que proviene de la aplicación de un modelo no paramétrico, y sin embargo es conveniente la utilización de correlaciones no paramétricas como las bivariantes de Spearman.

En el proceso de identificación de factores de eficiencia suelen detectarse algunas variables de difícil control por parte del operador o difíciles de cambiar en el corto plazo. Dichas variables han sido mencionadas como variables ambientales (Barreiro-Hule *et al*, 2008^b) o variables de entorno (Dios Palomares *et al*, 2004^b) debido a su carácter exógeno. Estas variables de entorno son importantes en los análisis de eficiencia porque impiden la manifestación de los verdaderos índices de eficiencia en aquellas unidades que “padecen” por razones de su entorno. Las mismas deben diferenciarse de los factores de eficiencia y tratarse de acuerdo con los métodos descritos en el punto 2.8.

2.10.1. ANÁLISIS DE REFERENTES.

Este análisis permite identificar a las empresas que surgen como referentes del resto de las ineficientes para seleccionar de ellas las variables que las caracterizan, de esta manera también puede conformarse un perfil de unidades eficientes.

En la resolución del modelo DEA se obtiene una envolvente como estimación de la frontera, en cuyos vértices se encuentran las unidades eficientes y las no eficientes se encuentran situadas en el conjunto de posibilidades de producción, por debajo de la frontera y a una distancia radial de aquella unidad virtual o real que está ubicada en la frontera, las cuales se convierten en los referentes.

Para la determinación de referentes se observaran las empresas más influyentes para cada observación ineficiente, es decir aquella cuyo “target” o combinación lineal de los vértices se encuentren en los extremos en el hiperplano a la cual pertenecen (Delgado, 2009). Luego de identificar los referentes, se podrán identificar las variables que caracterizan estas fincas eficientes, para realizar recomendaciones de mejora a las unidades ineficientes de las cuales son referentes.

2.10.2. BENCHMARKING Y DEA.

Dentro de la gran competitividad existente en el mundo empresarial, a las empresas se les exige producir de una forma más rápida, productos de más calidad, a unos precios más reducidos e incluso más respetuosos con el medio ambiente. Debido a esto, últimamente las empresas han estado cada vez más atentas que nunca a sus competidores, aunque más que a sus niveles de ventas y al dominio que éstas ejercen sobre los mercados, el objetivo ha sido estudiar en profundidad su funcionamiento con el fin de mejorar el rendimiento propio, adoptando las técnicas de las industrias líderes en cada sector (Rodríguez, 2003).

En este contexto, son útiles los principios establecidos por un concepto denominado Benchmarking, como una metodología para la localización y adopción de las mejores prácticas de funcionamiento, por medio de la identificación de casos exitosos, al comparar entre si empresas con la misma estructura productiva.

Para Karlöf y Östblom (1993), el Benchmarking es un proceso sistemático y continuo para comparar nuestra propia eficiencia en términos de productividad, calidad y prácticas con aquellas organizaciones que representan la excelencia. Esta definición del Benchmarking como proceso continuo y sistematizado coincide con Spendolini (1994), quien además aporta en su definición que la identificación de las mejores prácticas es con el propósito de realizar mejoras en la propia organización.

La principal utilidad de la técnica DEA radica en su capacidad para determinar las unidades de referencia de cada sujeto ineficiente, facilitando los procesos de Benchmarking y la toma de decisiones de mejora futuras. Asimismo, el modelo realiza una proyección de las variaciones que debería realizar la entidad en sus inputs y/o output, si desea situarse en una posición de eficiencia. (Fernández y Flores 2006)

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA APLICADA

El desarrollo de la investigación requiere de la aplicación de técnicas y métodos para el análisis de los datos, los cuales son explicados en este Capítulo. Se inicia con la ubicación epistémica que define el tipo y diseño de la investigación para después abordar el origen de los datos, los criterios de selección de las unidades y definir las variables involucradas. A continuación se explican los tipos de análisis a los cuales fueron sometidos. Se realiza un resumen cronológico del procedimiento de la investigación para puntualizar el orden del proceso metodológico y por último se detallan los *softwares* utilizados.

3.1. TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACION. PLANTEAMIENTO EPISTÉMICO

La investigación que se ha desarrollado, responde al planteamiento epistémico positivista atravesando estadios de descripción, comparación, análisis de relación entre variables, evaluación de alternativas y recomendaciones para la mejora de la eficiencia, de manera que en el planteamiento holístico (Hurtado, 1998) avanza del nivel perceptual al nivel comprensivo de la investigación y como nivel más complejo de conformación del conocimiento llega al estadio proyectivo con un componente explicativo importante.

La presente investigación está enmarcada dentro del pensamiento racionalista moderno y la corriente epistemológica neo-positivista ya que dista de la visión del positivismo lineal clásico al concebir una realidad más compleja e incierta rodeada de posibles contradicciones y vacíos de conocimiento, pero que mantiene el carácter empírico en la aplicación de procedimientos de validación y elaboraciones conceptuales por medio de métodos científicos (Corbetta, 2003).

Desde la perspectiva filosófica del racionalismo, la investigación se enmarca teóricamente en los conceptos del racionalismo conceptual, debido a la búsqueda de la disminución de la incertidumbre; metodológico, ya que cuestiona y justifica la realidad mediante la comprobación de datos) y práctico por la adopción de medios o modelos que permitan alcanzar los objetivos propuestos (Bunge, 1985).

De acuerdo con la taxonomía de diseños de investigación (Hurtado, 2010), se puede clasificar como un estudio *expostfacto*, transeccional ya que toma información en un solo momento, asimismo utiliza fuentes directas y primarias de información y analiza los diferentes rasgos de los sistemas productivos considerados para este estudio.

3.2. FUENTE DE LOS DATOS

Los datos utilizados en el presente análisis han sido actualizados anualmente a partir de una encuesta base realizada por el Sistema de información para la ganadería de doble propósito (SIGDP) en el año 2005. Las unidades han sido seleccionadas por medio de un muestreo aleatorio estratificado con afijación proporcional¹¹, donde los estratos se estructuraron, tomando como criterio el tamaño del rebaño expresado en unidades animales (UA)¹². Esta unidad es una medida de la actividad económica del negocio agrícola de doble propósito. En la Tabla 3.1, se puede observar la distribución de esta muestra por municipios.

Tabla 3.1. Distribución de la muestra por municipios.

Municipio	N° Fincas	Muestra ¹
1. BARALT	516	48
2. CABIMAS	122	12
3. LAGUNILLAS	154	15
4. MIRANDA	218	21
5. SANTA RITA	85	9
6. SIMON BOLIVAR	37	4
7. VALMORE RODRIGUEZ	696	66
9. MARA	328	31
10. PAEZ	281	27
11. JESÚS E. LOSSADA	410	39
12. LA CAÑADA	191	18
15. MACHIQUES	661	63
16. ROSARIO	517	50
17. CATATUMBO	642	46
18. COLON	550	53
19. FCO. JAVIER PULGAR	77	8
20. J. M. SEMPRUM	236	23
21. SUCRE	240	22
TOTAL	5961	555

¹El muestreo por estratos puede observarse en el Anejo 11.1

Para efectos de este estudio y por razones geo-económicas de división y administración territorial, se ha tomado la sub-muestra de 555 registros de fincas ganaderas de los municipios Zulianos pertenecientes a la Cuenca del Lago de Maracaibo, a los cuales se les han aplicado los siguientes criterios de selección:

¹¹ Consiste en distribuir los individuos que forman la muestra proporcionalmente al número de individuos de cada estrato

¹² Un animal de 450 Kg equivale a 1 UA

- Unidades de producción dedicadas a ganadería de doble propósito (composición de ingresos entre el 20 y 80% por venta de leche)
- Unidades de producción mayores a 20 UA y menores de 2000 UA
- Consistencia de datos.

Después de aplicar los criterios de selección han quedado 311 fincas para el estudio. Los criterios de selección responden en primer lugar a la necesidad de identificar aquellas unidades de producción dedicadas a ganadería de doble propósito y en segundo lugar a identificar las unidades de producción con actividad económica establecida para el periodo de análisis. La consistencia de los datos se refiere a la selección de unidades que no presenten datos perdidos.

3.3. ANÁLISIS MULTIVARIANTES.

Estudios de eficiencia previos con datos parciales (Urdaneta et al 2010^a y Urdaneta et al, 2010^b) han encontrado la zona de ubicación y los indicadores productivos como variables que inciden en la eficiencia, lo que justificaría la aplicación de la metodología DEA+DEA+DEA para corregir el efecto de la zona de ubicación de estas unidades y establecer perfiles de eficiencia que respondan a la tecnología utilizada. En este sentido, es de suma importancia definir los criterios de clasificación de las zonas en base a sus características agroecológicas y económicas, asunto que ha originado la conformación de zonas agroeconómicas. Para ello, se ha aplicado un análisis de conglomerados (Cluster Analysis) a una serie de factores extraídos por componentes principales.

Se utilizó información agroecológica de cada municipio (Precipitación media anual, temperatura media anual, tipo de suelo, balance hídrico, topografía predominante y zona de vida predominante) y las medias de indicadores productivos (Producción anual de leche por vaca, producción de leche por hectárea, kilogramos de carne por hectárea, ganancia por hectárea, costo por hectárea y costo por equivalente litro). Debido a la diferencia de las escalas, se codificaron numéricamente las variables cualitativas y se calcularon índices dimensionales dividiendo el valor de cada variable entre el valor máximo medido.

Con la finalidad de reducir la dimensionalidad de las variables se utiliza el Análisis de Componentes Principales, el cual estructura nuevas variables que son combinaciones lineales de las anteriores y se van construyendo según el orden de importancia en cuanto a la variabilidad total en que explican a la muestra (Salvador y

Gargallo, 2006). Los factores obtenidos en el análisis permiten, en primer lugar, calcular índices agroeconómicos para cada unidad de producción y, en segundo lugar, realizar Análisis Cluster para la formación de las zonas agroeconómicas.

El Análisis Clúster tiene como objetivo el clasificar individuos o variables semejantes entre sí, de entre las variables que se han medido sin un criterio de clasificación a priori. Permite agrupar individuos o variables en función de su semejanza y en esta investigación, ha sido realizado utilizando algoritmos de K-medias, el cual es un algoritmo particionado que puede ser utilizado fácilmente para grandes grupos de datos (Zanella, *et al*, 2012). Este algoritmo consigue el centroide de cada cluster y asigna cada objeto a su centroide más cercano. Después de localizar todos los objetos, se recalculan los valores de los centroides para cada nuevo grupo formado. El procedimiento se repite hasta que los objetos están bien localizados en su grupo sin requerir nuevas iteraciones. En otras palabras el procedimiento se itera hasta que se cumple el criterio utilizado, usualmente se utiliza el cuadrado medio del error (distancia del objeto a su centroide de cluster).

Se parte de una matriz de información que contiene las observaciones de todas las variables agroecológicas y productivas para cada municipio y se van seleccionando k-semillas iniciales en cada agrupamiento siguiendo el criterio de seleccionar aquel número de agrupamientos que producen el menor valor del criterio (menor error cuadrado), así se definieron las zonas agroeconómicas que servirán de variables de entorno. Los detalles acerca de la conformación de las zonas agroeconómicas se presentan en el Capítulo V.

3.4. ANÁLISIS DE DATOS ATÍPICOS (OUTLIERS)

Se han realizado sendos análisis gráficos para la detección de datos atípicos (outliers) para cada zona agroecológica. Se han calculado las relaciones $\log[R_L^{(i)}(X^*)/R_{min}^i]$ para cada combinación $\binom{N}{i}$ del grupo total de datos L . El cálculo se realiza para todo valor de i , por medio del método propuesto por Wilson (1993). Los posibles outliers surgen del examen de la separación entre los valores más pequeños de las relaciones log calculadas. Para ello se representan en una gráfica, para cada valor de i , los 25 valores más pequeños de la relación log (*log-ratio*), luego se unen con una línea los segundos valores más pequeños con el fin de apreciar si los primeros más pequeños están realmente separados de los demás y se eligen como outliers, las empresas pertenecientes al R_{min}^i de los conjuntos correspondientes a los

valores de \bar{x}_i en que el primero está bien separado de los demás, tal como muestra la Figura 3.1. Los resultados de cada análisis se muestran en el capítulo VI.

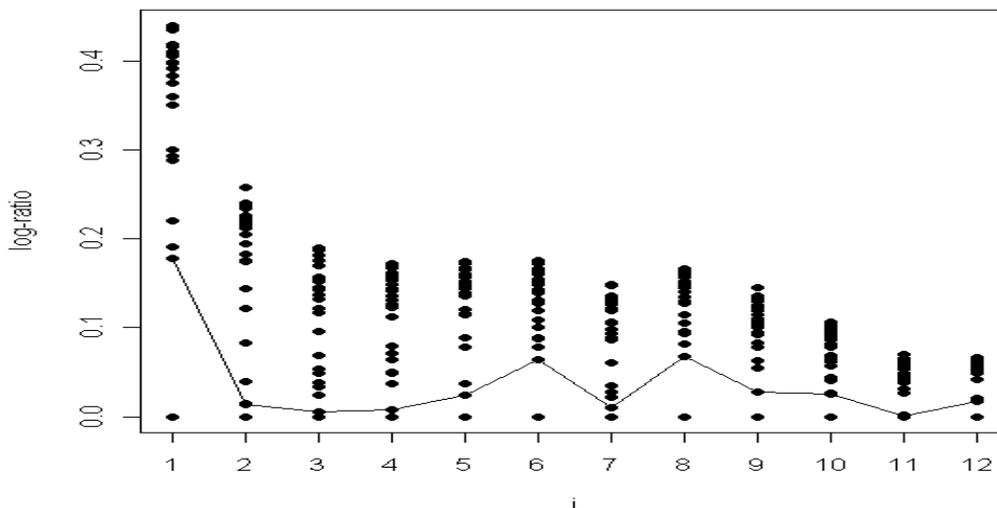


Figura 3.1. Detección de datos atípicos (outliers) por el método gráfico (Wilson, 1993)

Con ayuda de la Tabla que muestra las combinaciones $\binom{M}{i}$ y sus respectivos valores de R_{\min}^i , se identifican las observaciones outliers y se eliminan de la base de datos original.

Después de la detección de outliers para cada zona agroeconómica han quedado 271 unidades para el análisis (Tabla 3.2)

Tabla 3.2. Distribución de frecuencias para el número de fincas por Zona agroeconómica

Zona	Datos originales (n)	Outliers (n)	Datos definitivos (n)
1	36	11	25
2	108	6	102
3	104	11	93
4	63	12	51
Total	311	40	271

3.5. ESPECIFICACIONES DEL MODELO

La empresa agropecuaria se define como un sistema complejo donde se utilizan recursos (Tierra, Capital y Trabajo), con relaciones entre ellos, con flujos de

entradas y salida (insumos y productos), un objetivo, y por último la influencia del contexto en el funcionamiento del conjunto (Guerra, 1992). Si bien, para seleccionar las variables que representan el proceso tecnológico de convertir inputs en outputs se requiere de un buen conocimiento del medio, del proceso productivo y sus complejas interrelaciones. Con ayuda de la teoría sistémica y las funciones de producción conocidas, se han seleccionado una serie de variables para el estudio de la eficiencia.

Para cumplir con los objetivos de este estudio se ha analizado la información proveniente de la aplicación de la encuesta socio-técnica-económica en unidades de producción con ganado doble propósito (leche y carne) y se han revisado las correlaciones inputs/outputs seleccionados (Ver Anejos 11.3 a 11.7).

La especificación de las variables del modelo ha sido la siguiente:

Productos (Outputs):

1. Producción de carne (kg/año): se refiere a la producción total de animales en pie vendidos en el año, expresados en Kilogramos de carne al año. Los animales para la venta pueden ser los mautes destetados, los novillos cebados o las vacas de desecho.
2. Producción de leche (L/año): se refiere a la producción total de leche vendida en el año, expresada en Litros de leche al año

Insumos (Inputs):

1. Tierra, expresada como la medida de la superficie total en hectáreas de la unidad de producción (HA),
2. Rebaño expresado en Unidades Animales (UA). Una unidad animal representa a un animal de aproximadamente 450 kilogramos de peso.
3. Costos fijos, calculados a partir de las depreciaciones de construcciones, instalaciones, equipos y maquinaria (CF\$)
4. Costos variables, calculados como la sumatoria de los costes de mantenimiento de potreros, medicina veterinaria, suplementación alimenticia del rebaño y gastos varios (administrativos y servicios) (CV\$)
5. Unidad trabajo hombre (UTH) referida a la cantidad de trabajo que un trabajador activo agrícola desarrolla durante 1.920 horas al año.

La opción elegida en el presente trabajo para la estimación de la frontera y de los niveles de eficiencia técnica, el Análisis Envolvente de Datos (DEA), se encuentra dentro del grupo de técnicas de programación matemática.

El análisis de eficiencia se realiza desde dos enfoques distintos y complementarios. En primer lugar y dado que se detecta una estructura en cuatro zonas con distinta tecnología de producción, se investiga sobre la eficiencia de cada zona por separado, considerando fronteras independientes. Este se denomina “Análisis por Zonas” y se describe en el capítulo VI.

En segundo lugar se lleva a cabo un análisis global que afecta a todas las unidades de la muestra, es decir de las cuatro zonas bajo una única frontera. Para cubrir este objetivo, se aplica a las 271 unidades de producción, el método de programas múltiples DEA+DEA+DEA (3SPM) propuesto por Dios-Palomares et al (2006^a y 2006^b), utilizando la Zona Agroeconómica como variable de entorno con cuatro categorías, que son las cuatro zonas que conforman la cuenca del lago Maracaibo. Asimismo, se realizó la contrastación del efecto entorno en la última etapa del método de tres etapas con la intención de ratificar la cualificación de la variable como de entorno, y para ello se utilizó la prueba de rangos de Kruskal y Wallis. Los resultados de este “Análisis Global” se muestran en el capítulo VII.

Cada vez que se estima la frontera de producción, se resuelve el programa DEA orientado a los insumos (input), tanto para el modelo de retornos constantes (CRS) como para el modelo de retornos variables (VRS).

Se ha optado por realizar una orientación al input, ya que la orientación productiva considerada (leche y carne vacuna), requiere una mejora de la eficiencia en la utilización de los insumos disponibles. Actualmente la falta de competitividad de los productos se debe principalmente a los altos costos unitarios, ocasionados por el sobredimensionamiento del uso de los insumos para los actuales niveles de producción. Así, se opta por analizar la posibilidad de optimizar el empleo de recursos existentes, desde la perspectiva de una posible reducción en el uso de inputs por parte de las unidades de producción.

Para seleccionar las variables que representan el proceso tecnológico de convertir inputs en outputs, se requiere de un buen conocimiento del medio, del proceso productivo y sus complejas interrelaciones. Con ayuda de la teoría sistémica y las funciones de producción conocidas, se han seleccionado una serie de variables para el estudio de la eficiencia.

El desarrollo genérico del modelo matemático comienza con la definición de las n unidades de decisión (DMU) objeto de estudio, que emplean j inputs (F) para producir m outputs (P), tal que la i -ésima unidad de decisión (DMU $_i$) quedaría representada por los vectores F_i y P_i . Para cada DMU se plantea obtener una medida de eficiencia (EF_i) como la ratio de todos sus outputs entre todos sus inputs (Barreiro-Hurlé *et al*, 2008).

$$EF_i = \frac{\alpha' P_i}{\beta' F_i} \quad [1]$$

siendo α y β respectivamente los vectores de ponderación de productos y factores, de dimensión $(m \times 1)$ y $(j \times 1)$.

Dado que en este trabajo se ha optado por la orientación al input, se plantea para cada DMU un programa matemático que surge de considerar el problema dual (de más fácil resolución) asociado al programa lineal genérico de maximización de la eficiencia recogido en [2] (Coelli, 1996):

$$\begin{aligned} & \text{Min. } \theta \text{ en } (\theta, \lambda) \\ & \text{s.t.} \\ & -P_i + A\lambda \geq 0, \forall m \\ & \theta F_i - B\lambda \geq 0, \forall j \\ & I\lambda = 1 \\ & \lambda \geq 0 \end{aligned} \quad [2]$$

Donde,

θ es un escalar que mide la eficiencia de la i -ésima DMU, y que se encontrará siempre en el intervalo $[0,1]$, tomando el valor de 1 en aquellas unidades de decisión que estén situadas sobre la frontera ideal de producción, y por tanto, sean totalmente eficientes.

A es una matriz de dimensión $j \times n$, que recoge el conjunto de observaciones disponibles de factores para las DMU. B es una matriz de dimensión $m \times n$, donde se recogen las observaciones de productos para cada DMU. λ es un vector de constantes $(n \times 1)$ que pondera cada una de las DMU presentes en la muestra.

La restricción, $I\lambda = 1$, donde I es un vector de unos, asegura la condición de convexidad de la frontera y, por consiguiente, la asunción de rendimientos a escala variables (VRS) (Banker et al., 1984)

Luego, a partir de los dos ratios de eficiencia técnica calculados bajo ambos supuestos (CRS Y VRS), se obtiene una medida de la eficiencia de escala (θ SE). Para identificar los tipos de rendimientos a escala se impone la restricción NIRS: $N1'\lambda \leq 1$, obteniendo el indicador de eficiencia θ_{NIRS} para cada DMU con ineficiencia de escala. Si se cumple que $\theta_{NIRS} = \theta_{VRS}$ la DMU estará operando en la zona de rendimientos decrecientes a escala, mientras que el incumplimiento de esta igualdad pondrá de manifiesto la existencia de rendimientos crecientes. La identificación práctica de los tipos de retornos a escala con SPSS se indica en el Anejo 11.14.

Después de resolver el DEA con la base de datos que ha quedado después de extraer los datos atípicos (271 unidades de producción) se resuelve el método de programas múltiples DEA+DEA+DEA (3SPM) propuesto por Dios-Palomares et al (2006^a y 2006^b) utilizando la Zona Agroeconómica como variable de entorno.

Se han calculado las eficiencias a escala de acuerdo con el criterio planteado por Read y Thanassoulis (2000), imponiendo la restricción de rendimientos a escala no crecientes (NIRS), obteniendo el indicador de eficiencia θ_{NIRS} para cada DMU con ineficiencia de escala.

Se realizó la contrastación del efecto entorno en la última etapa del método de tres etapas con la intención de ratificar la cualificación de la variable como de entorno, para ello se utilizó la prueba de rangos de Kruskal y Wallis

3.6. ANÁLISIS BOOTSTRAP.

Se ha aplicado la técnica de remuestreo estadístico Bootstrap a los índices de eficiencia estimados por DEA, (Hall *et al*, 1995), para evitar los problemas comentados por Simar y Wilson(2001), de modo que queden corregidos del sesgo ocasionado por la aplicación de los modelos BCC y CCR.

3.7. CONFORMACIÓN DE PERFILES DE EFICIENCIA.

Para la definición de perfiles de unidades eficientes, se han realizado análisis

de unidades referentes en el “Análisis por Zonas” y explorado las relaciones de los índices de eficiencia con variables que puedan ser catalogadas como factores de eficiencia.

3.7.1. ANÁLISIS DE REFERENTES.

El estudio de los referentes se realiza con la intención de identificar los perfiles de las empresas que surgen como referentes del resto de las ineficientes, en cada zona. Para la determinación de referentes se observarán las empresas más influyentes para cada observación ineficiente, es decir aquellas cuyo “target” o combinación lineal de los vértices se encuentre en los extremos en el hiperplano a la cual pertenecen.

Para construir los grupos de referentes se analizaron las gráficas de referentes que origina el análisis DEA (ver Anejos 11.8 a 11.11) y se separaron las unidades más referenciadas de las menos referenciadas, originando tres niveles de referentes (Figura 3.2). Luego se analizaron los factores de eficiencia por niveles de referentes para definir perfiles por medio de sus patrones de comportamiento.

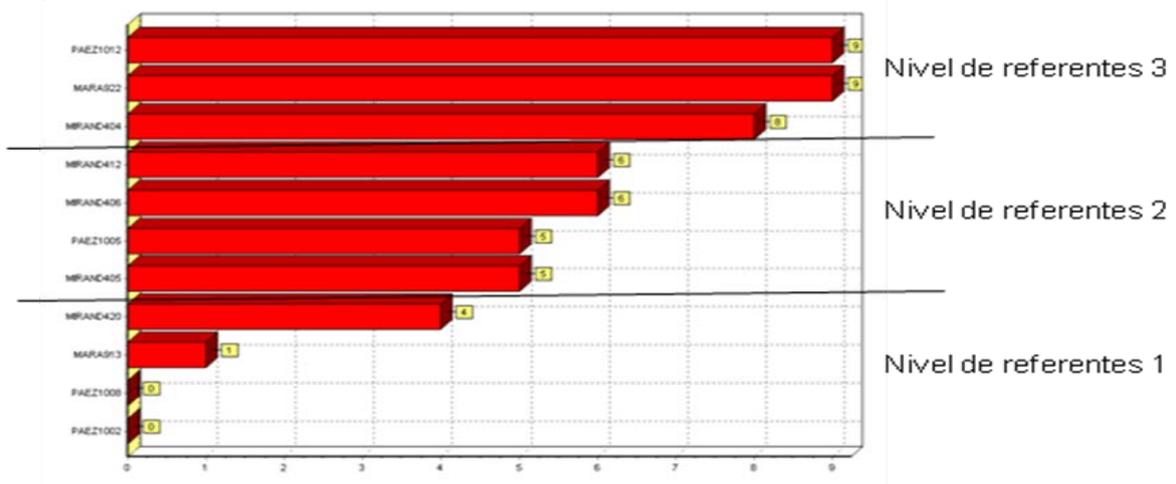


Figura 3.2. Gráfico de referentes y sus niveles.

Se han estudiado los perfiles de las fincas eficientes de acuerdo con el nivel de referentes y realizado análisis de varianzas para determinar la existencia de diferencias entre niveles de referentes para las variables consideradas en el análisis. Asimismo, se han comparado los valores de los indicadores de manejo y productivos, entre grupos de unidades eficientes y no eficientes. Este análisis se ha realizado para cada zona agroeconómica y su frontera individual explicada en el Capítulo VI.

3.7.2. IDENTIFICACIÓN DE FACTORES DE EFICIENCIA.

En el análisis de segunda etapa, que se lleva a cabo en el enfoque global, se intentan relacionar los índices de eficiencia con otras variables que recogen características de las unidades de producción con el objeto de encontrar patrones de comportamiento de las más eficientes, de donde se pueden derivar estrategias para la mejora de los niveles de eficiencia del conjunto de unidades de producción (Dios-Palomares *et al*, 2006^a).

Se han considerado factores de eficiencia a todas aquellas características de los sistemas de producción de doble propósito que puedan tener relación con la utilización de los recursos en forma eficiente (Dios-Palomares *et al*, 2002) entre ellas se consideraron las siguientes.

1. Indicadores de manejo de pastizales: fertilización, riego, control químico de malezas, control de plagas, control manual mecánico de malezas. Todas estas variables han sido expresadas en proporción a la superficie sometida a cada práctica de manejo.
2. Indicadores de alimentación animal: suministro de alimento concentrado, de sales, de minerales, harina de maíz y heno. Estos han sido expresados como cantidades suministradas al año por cada vaca en el rebaño (Kg/vaca-masa).

También se ha analizado la posible relación del índice de eficiencia con algunos indicadores de productividad parcial: carga animal (UA/ha), producción anual de leche por hectárea (L/año), producción diaria de leche por vaca en ordeño (L/vodía), producción anual de carne por hectárea (kg/ha), ganancia por hectárea (G/ha\$) y costo unitario del producto (\$/eq-Leche)¹³.

3.8. PROCEDIMIENTO CRONOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN

Se aplicaron los análisis multivariantes (Componentes Principales y Cluster) para la conformación de Zonas Agroeconómicas y se realizó una comparación de las características de los sistemas de producción de doble propósito con indicadores de manejo e índices de productividad parcial por zonas agroeconómicas. A las variables continuas, se les ha aplicado un análisis de varianza para explorar las diferencias

¹³ Se refiere al costo total por Equivalente-Leche: el ingreso por carne se divide entre el precio del litro de leche y se suma a la producción de leche, obteniéndose un solo producto, ya que no es posible calcular los costos unitarios por cada producto

entre zonas. A los indicadores de uso de algunos insumos, expresados como frecuencias (usa y no usa) se les ha aplicado X^2 para explorar la relación con la zona agroecológica y así establecer la pertinencia del análisis por variable de entorno (ver detalles en los Anejos 11.12 y 11.13), los resultados de estos análisis se presentan en el Capítulo V.

Después de la aplicación del análisis multivariado multioutput para la determinación de datos atípicos por cada zona agroeconómica, se resuelve en primer lugar el método DEA (con 271 unidades de producción), con el fin de estudiar los valores de los índices de eficiencia sin considerar ninguna variable de entorno. A estas eficiencias le llamamos iniciales (ISE). Se resuelve el modelo en rendimientos constantes para calcular la eficiencia técnica (CRS) y en retornos variables (VRS) para calcular la eficiencia pura. La eficiencia en escala se calcula dividiendo la primera por la segunda, tal y como se ha explicado.

Se realiza una descripción de las variables del modelo por cada zona agroeconómica para luego resolver una frontera para cada una (Primera etapa del DEA 3SPM). En el análisis por zonas (Capítulo VI) se identifican los tipos de ineficiencias a escala, se analizan las holguras y se realiza el análisis de referentes para definir perfiles de eficiencia dentro de cada zona agroeconómica.

En el Capítulo VII, se realiza una descriptiva de las variables del modelo para la muestra de 271 unidades de producción, también para sus indicadores de productividad parcial e indicadores de manejo, así como para la modalidad de producción y la superficie. Después de resolver la primera etapa del método múltiple se elimina el componente de ineficiencia relativa de cada unidad dentro de su grupo, se procede a juntar la muestra y desarrollar la segunda etapa para realizar la segunda corrección y proceder a la tercera etapa donde se estima la frontera definitiva. La diferencia entre los índices obtenidos en la etapa preliminar (ISE) y los obtenidos en la última etapa (ICE) se utilizan para calcular los incrementos sufridos por las mismas tras la resolución del método de tres etapas (IPE). Luego se ha aplicado un contraste de medias no paramétrico (Kruskal y Wallis) para confirmar el efecto entorno.

Por último, después de corregidos por bootstrap los índices de eficiencia previamente corregidos por variable de entorno, se han realizado correlaciones bivariantes de Spearman para estudiar las posibles relaciones de la eficiencia corregida del sesgo (y por entorno) con los indicadores de productividad parcial: carga animal (UA/ha), número de vacas por hectárea (vacas/ha), producción anual de leche

por hectárea (L/año), producción diaria de leche por vaca en ordeño (L/vo-día), producción anual de carne por hectárea (kg/ha), ganancia por hectárea (G/ha\$) y costo unitario del producto (\$/eq-Leche).

3.9. UTILIZACIÓN DE SOFTWARES.

En el análisis DEA se han utilizado los programas informáticos Frontier Análisis v.3 de Banxia, y el paquete FEAR implementado sobre R (www.r-project.org). También se utilizó R para el análisis de datos atípicos (outliers) y para bootstrapping. Para los análisis estadístico se ha utilizado SPSS versión17 y para la organización de datos y cálculos EXCEL 2010 para Windows.

Banxia Frontier Analyst. Es un programa que resuelve el modelo DEA, con ambas orientaciones, y también para retornos constantes y variables. Proporciona gráficos muy ilustrativos y permite ponderaciones en las variables. Se utilizó también para la obtención de las holguras y para la obtención de las unidades referentes.

R. Es un software libre dedicado específicamente a análisis estadístico desarrollado por Jhonh Chambers y colaboradores en Bell Laboratories, que cuenta con una gran cantidad de paquetes y subrutinas al alcance del usuario. Está disponible en: <http://www.clemson.edu/economics/faculty/wilson/Software/Fear/fear.html>.

Bajo las condiciones y términos de la licencia pública general GNU de la Fundación de Software Libre (Free Software Foundation)

Entre los paquetes desarrollados para R, se encuentra FEAR (Frontier Efficiency Analysis for R) desarrollado por Wilson (2005), que nos ha permitido aplicar el método DEA en retornos no crecientes, la detección de outliers y la estimación de la eficiencia mediante la metodología bootstrapping. Los programas en R necesarios para la utilización del paquete FEAR han sido desarrollados por Rafaela Dios-Palomares (ver Anejo 11.15).

SPSS 15.0 para Windows. Ha sido utilizado para la obtención de las estadísticas descriptivas, las correlaciones, los análisis multivariantes, los análisis de varianza y los contrastes no paramétricos.

Excel versión 14.0 para Microsoft Office Profesional Plus 2010. Utilizado para la creación de las bases de datos que fueron exportadas tanto al Frontier Analyst como al SPSS. También ha sido de ayuda para la realización de Tablas y Figuras, y para las operaciones de cálculo.

CAPÍTULO IV. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN CON BOVINOS DE DOBLE PROPÓSITO. PRODUCCIÓN DE LECHE Y CARNE EN VENEZUELA.

La producción de leche y carne en Venezuela está íntimamente relacionada con la existencia de los sistemas de producción con bovinos de doble propósito diseminados por casi todo el país. Desde esa perspectiva se desarrolla el presente Capítulo, el cual se inicia con la definición sistémica de la producción con estos rebaños, su importancia económica, las fortalezas y debilidades del sistema y sus indicadores de desempeño con especial atención a los indicadores de productividad parcial, para, en una segunda parte, realizar una caracterización de la producción de leche y carne en Venezuela.

4.1. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN CON BOVINOS DE DOBLE PROPÓSITO.

Las primeras introducciones en América de ganado bovino de origen europeo se realizaron por las Antillas y las costas del mar Caribe, de donde se distribuyeron a diferentes regiones (Morillo y Urdaneta, 1998) y cuyas particularidades edafo-climáticas junto con los cruzamientos no controlados, promovieron el desarrollo de rebaños con características diferentes para poder adaptarse a las condiciones tropicales.

Las características desarrolladas por estos tipos de rebaño no responden a una orientación productiva específica como sucede en los países de clima templado y aun cuando, se han desarrollado programas genéticos para mejorar su respuesta productiva, básicamente han prevalecido dos condiciones para su reproducción como sistemas altamente popularizados. Por un lado, se puede mencionar la capacidad adaptación de estos rebaños a las condiciones tropicales y por otro lado cabe mencionar las ventajas que aprovecha el productor agropecuario de poder obtener beneficios de ambos precios de productos (leche y carne). De esta manera se han establecido sistemas de producción de leche y carne bovina con una amplia gama de combinaciones entre ambos productos, aquellos con alto porcentaje de razas cebuínas que son utilizados para la producción de carne y los que utilizan ganado mestizo con razas europeas para la producción de leche y carne. Estos han dado origen a los sistemas de doble propósito o “no especializados”, ya que los sistemas de producción especializados hacia la producción intensiva de leche, presentaron problemas reproductivos y pérdidas económicas (Pearson de Vaccaro, 1986)

Estos sistemas tienen una gran importancia económica, siendo una de las actividades agropecuarias más diseminadas en el medio rural con climas cálidos de Latinoamérica. Ha ocupado el séptimo lugar en la producción mundial de carne de bovino y el décimo tercer lugar en la producción de leche (Pérez *et al*, 2004).

Asimismo, este sistema de producción contribuye con cerca del 40% a la producción lechera en América Latina y posee más de tres cuartas partes (80%) del total de vacas en producción (Holmann *et al*, 2003). El sector ganadero mantiene una participación importante en el Producto Interior Bruto de los países productores de leche y carne. Sin embargo, y aun cuando existe un gran potencial en los trópicos para la producción de leche y carne en estos sistemas, no se han llegado a satisfacer los requerimientos de consumo de la población, ni la necesidad de producir a más bajo costo (FAO, 2005).

En Brasil se estima que el 35% de la leche es producida por sistemas de GDP, mientras que en Colombia la cifra alcanza un 51% (Arango, 1989) y en Venezuela el aporte de la GDP se calcula en la actualidad que sea superior al 90% debido a la casi total desaparición de las ganaderías lecheras especializadas (Soto-Belloso, 2004)

Existen diversas definiciones de sistema agropecuario o agroecosistema que nos permiten construir una aproximación al concepto de sistemas de producción de doble propósito, entre ellas, Castillo (1989) expresa que un sistema agropecuario es un conjunto de elementos bióticos y abióticos en interacción dinámica organizados por el hombre con miras a valorizar los recursos por medio de animales domésticos, por otra parte, Hart (1979) lo refiere sólo como un subconjunto de sistemas ecológicos, y Spedding (1979) lo define simplemente como un sistema biótico que tiene un propósito. En el entendido de que el subsistema biótico interactúa con otros subsistemas abióticos, sociales y económicos, de acuerdo con un objetivo antropocéntrico definido por la intencionalidad del productor.

Sobre la base de la teoría sistémica, diversos autores han tratado de aproximarse a una definición más completa, ya que en principio se reducía esta concepción al hecho de criar animales mestizos confundiendo el rebaño doble propósito con el sistema doble propósito mucho más complejo.

Estos sistemas de producción bovina son propios de las zonas tropicales y se caracterizan por presentar niveles de tecnología variables, utilizar el pastoreo como base fundamental de la alimentación y un ordeño manual con la presencia y amamantamiento de las crías. El ganado Doble Propósito en Venezuela ha sido el producto genético de cruces indiscriminados entre animales criollos y animales puros o mestizos *Bos Indicus* y *Bos Taurus*. Dentro de las razas que han prevalecido en su formación podemos mencionar a la Brahman, Gyr, Guzerat, Holstein, Pardo Suizo y

Carora (raza desarrollada en Venezuela). La genética de otras razas indias y europeas también se ha hecho presente en este ganado pero en una menor proporción. Generalmente el balance entre las razas está orientado de acuerdo a las metas de la producción según sea la leche o la carne, dependiendo del rubro que genere más ingresos al negocio agropecuario (Soto-Belloso, 2004)

La vaca y el becerro constituyen una unidad bio-económica, en los sistemas de doble propósito, ya que el ordeño (en la mayoría de los casos) se realiza a mano con apoyo del becerro. Se ordeña una o dos veces al día y se vende la leche o se realiza el queso en la propia finca, y también se venden los machos un poco después del destete cuando alcanzan un peso aproximado de 230 Kg (mautes) o se dejan en la finca hasta los 450 Kg (novillos), lo que depende de la disponibilidad de pastos.

Los sistemas de doble propósito, se desarrollan entre el Trópico de Cáncer y el Trópico de Capricornio y hasta los 1.500 metros sobre el nivel del mar (Seré y Vaccaro, 1985). Asimismo, se han desarrollado en suelos y niveles de precipitación muy diversos (desde 800 a 3.500 mm), donde las lluvias son erráticas y la estación seca puede durar de 2 a 7 meses continuos. La temperatura promedio oscila entre 20 a 28°C.

En el estado Zulia las fincas poseen una superficie en torno a las 300 ha y manejan alrededor de 400 vacas. El gerente propietario generalmente es una persona no analfabeta, que contrata mano de obra para las labores en la unidad de producción, siendo esta muy inestable y que proviene en su mayoría del vecino país Colombia o de poblaciones indígenas cercanas, lo que origina una alta rotación de personal (Ortega *et al*, 2007).

Aunque el método de cruzamiento más común es la monta libre, se han incorporado la inseminación artificial y la monta controlada con la intención de mejorar la respuesta productiva de los rebaños. Existe, además, una tendencia al uso periódico de la vacunación y al control de aftas en la boca y las patas de los animales, la brucelosis, septicemia, control de endoparásitos y ectoparásitos. Sin embargo, la fertilización de pastos no es una práctica común, ya que sólo el 20% de los productores lo aplican. El control de malezas es realizado periódicamente usando controles manuales, químicos y mecánicos. La leche contribuye con el 70% de los ingresos. Muy pocos productores llevan registros zootécnicos, tampoco contabilidad (Fernández, 1992). Dada la diversidad del recurso animal y del manejo alimenticio, el

concepto de la eficiencia técnica se manifiesta como un problema importante (Ortega *et al*, 2007).

Como se puede observar, en estos sistemas productivos se dan una variedad de posibilidades tecnológicas en cada uno de los subprocesos de la producción: manejo de pastizales, suplementación alimenticia animal, sanidad, genética y reproducción, sin embargo, es el hombre con su capacidad gerencial y en interacción con las demandas del entorno, las condiciones de mercado y sus preferencias, quien determina la intencionalidad u objetivo principal de la producción.

Esta situación, da origen a los intentos de clasificación de sistemas de producción de doble propósito. El más común (Capriles, 1998) clasifica a estos sistemas por la proporción de ingresos producto de la venta de leche y de carne denominados Carne- Leche, Intermedios y Leche-Carne. También puede referirse el criterio de clasificación que depende de la edad a la que se venden los machos: Vaca-becerro, Vaca-maute y Vaca-novillo, donde las condiciones agroclimáticas determinan la decisión de venderlos (Morillo y Urdaneta, 1998).

En síntesis, estos sistemas de producción son negocios que crían ganado mestizo sobre la base del pastoreo como fuente principal de alimentación animal, dentro de una gran diversidad de manejos tecnológicos, generando productos diversos (leche, carne o queso realizado en la misma unidad de producción) cuya proporción de ventas depende de los precios relativos de la leche y de la carne.

4.1.1. FORTALEZAS Y DEBILIDADES DEL SISTEMA DOBLE PROPÓSITO.

La información obtenida de un panel de expertos recogido por Morillo y Urdaneta (1998) menciona una serie de fortalezas y debilidades del sistema ganadero bovino de doble propósito.

Entre las fortalezas, cabe mencionar que existe una larga tradición y experiencia en el manejo de los sistemas de doble propósito de distintas modalidades de producción, en distintos ecosistemas, con diferentes tamaños y variados niveles tecnológicos con impactos significativos sobre el desarrollo regional y nacional. Estos sistemas se han venido sosteniendo a través del tiempo y en diferentes circunstancias naturales, económicas, sociales y políticas.

También refieren la sostenibilidad agroecológica de los mismos, porque están basados en recursos propios adaptados al medio tropical. Esta sostenibilidad se

extiende a la viabilidad económica con relativa eficiencia debido a que son sistemas poco exigentes en infraestructura y en uso de insumos.

Asimismo, manifiestan una alta flexibilidad y plasticidad adaptativa dado que el productor modifica sus objetivos de producción y prácticas tecnológicas de acuerdo con el mercado y los precios relativos de la leche y la carne, contando con ingresos continuos provenientes de la venta de leche, lo que facilita el flujo de caja, dejando la venta de animales para carne cuando lo considere conveniente.

El ganado mestizo utilizado en los sistemas de doble propósito, produce leche con mayor contenido de nutrientes que la de animales de alta producción en sistemas especializados de clima templado. La leche proveniente de ganado doble propósito es más concentrada porque tiene más sólidos totales, siendo equivalentes 11 litros de leche proveniente del doble propósito a 12 litros de leche provenientes de los sistemas especializados (7.800 litros versus 8.500 litros para producir una tonelada de leche en polvo) y al mismo tiempo produce animales cuya carne, es relativamente más magra y más tierna que la de animales Cebú. Además, estos animales alcanzan el peso a matadero a menor edad que cuando son criados en sistemas extensivos de producción de carne.

La leche procedente del sistema de doble propósito es ecológica, pues no tiene metales pesados procedentes de los fertilizantes, ni hormonas, ni residuos de drogas anabólicas, toda vez que estas vacas son rústicas y en ellas se evitan estos productos nocivos para la salud humana.

En cuanto a las debilidades, se debe mencionar la necesidad de una evaluación exhaustiva a nivel de campo de aspectos genéticos, tecnológicos y económicos entre otros, de las poblaciones de animales mestizos en estos sistemas

Asimismo, existen problemas gerenciales de planificación y control de las actividades del sistema, no se cuenta con los registros adecuados, ni con suficientes recursos humanos cualificados, limitando la adopción de nuevas tecnologías entre otras causas (Peña, 2012).

Las condiciones ecológicas, los pastos tropicales, los tipos de ganado y los niveles tecnológicos determinan indicadores de productividad parcial muy bajos en relación con los sistemas especializados de países de climas templados. Por otra parte, la implantación de niveles tecnológicos altos para la mejora de la productividad parcial, involucra la adquisición de insumos tecnológicos costosos, de manera que se

requiere de fuentes cercanas de subproductos y residuos agrícolas para la alimentación animal suplementaria, o un preciso control gerencial de la relación beneficio-costos.

Es necesario cuidar el manejo higiénico de la leche debido al ordeño manual y el consecuente manejo del producto para evitar problemas sanitarios. La leche del D.P. tiene menor calidad bacteriológica debido a la deficiencia en la cadena de frío y a las pésimas vías de comunicación en las zonas productoras.

Sin embargo, el potencial ganadero de la región se ajusta a las características que imperan en el mundo contemporáneo, relacionadas con la posible utilización de la biotecnología, la informática, la protección del ambiente, la biodiversidad y la utilización de los recursos genéticos disponibles. Sería posible así satisfacer la necesidad de obtener productos de calidad al menor costo con vistas a generar y distribuir mejor la riqueza. Este es uno de los muchos aspectos importantes que no deben olvidarse en el marco del desarrollo rural definido por las nuevas corrientes del desarrollo sostenible.

4.1.2. INDICADORES DE DESEMPEÑO DE LOS SISTEMAS GANADEROS CON BOVINOS DE DOBLE PROPÓSITO.

La forma de interacción de los diferentes elementos que constituyen al sistema de ganadería bovina de doble propósito, ha definido indicadores de eficiencia parcial que han sido muy cuestionados debido a que los resultados medios, tanto en términos de productividad física como económica, no son alentadores.

En la Tabla 4.1 se muestran algunos indicadores de desempeño de sistemas ganaderos de doble propósito de la cuenca del Lago de Maracaibo. Las medias fueron calculadas a partir de los datos publicados y se corresponden con diferentes modalidades de producción en diferentes localidades, épocas y tipologías productivas.

En la mencionada Tabla, se observan producciones de leche por vaca al día que varían de 4,0 a 6,05 L/día, con lactancias variables en su duración entre 240 y 305 días. Los porcentajes de parición apenas alcanzan el 65%, con intervalos entre partos superiores al año (395-456 días). Los valores mostrados en la tabla reflejan tanto los indicadores de desempeño medios de esta ganadería como la variabilidad en sus resultados productivos.

Tabla 4.1. Medias de indicadores característicos de ganadería de doble propósito

Índice	Fuente			
	Pearson De Vaccaro (1986)	Urdaneta <i>et al</i> (1995)	Silva <i>et al</i> (2009)	Soto- Belloso (2004)
Producción de leche diaria por vaca (Kg)	4,0	5,77	6,05	4,00
Producción de leche por vaca por lactancia (Kg)	1.180	1679	1842	1180
Duración de la lactancia (días)	290	291	305	240
Porcentaje de parición (%)	64	-	-	65
Intervalo entre partos (días)	-	395	-	456
Edad al 1er parto (meses)	37	32,6		42
Mortalidad en becerros (%)	13	-	-	
Carga animal (UA/ha)	1,4	1,15	0,65	0,4
Producción anual de leche por hectárea (Kg)	476	769	435	-
Producción anual de carne por hectárea (Kg)	116	76,91	79,25	-

Medias calculadas a partir de los datos publicados. Los valores medios se corresponden con diferentes modalidades de producción en diferentes localidades, épocas y tipologías productivas

Los países en vías de desarrollo se caracterizan por presentar niveles productivos extremadamente bajos: África, Asia, Suramérica y Centro América presentan una media de 480, 900, 1.020 y 1.213 litros por vaca en ordeño respectivamente, lo cual hace que la disponibilidad de leche por habitante sea de 20,5; 16,3; 102,2 y 75 L per cápita, mientras que las medias de los países europeos y de Norteamérica han sido de 3.758 y 6.320 litros respectivamente, y de 347,3 y 272,6 L por persona al año para la disponibilidad de leche. De la misma manera, los niveles de producción del ganado bovino de carne también presentan grandes diferencias al comparar los indicadores bajo condiciones tropicales frente a los de clima templado (Verde, 1992).

Esta situación ha sido la preocupación de los investigadores y planificadores regionales al estudiar la magnitud de esa diferencia. Sin embargo, se conocen resultados de productividad parcial prometedores en condiciones tropicales (Peña *et*

al, 1997), sobre los cuales cabe una reflexión y acción integral de los elementos involucrados en tales resultados.

De acuerdo con Gamarra (2004), aun cuando el doble propósito presenta algunas limitaciones tales como las pérdidas de producto por falta de especialización, no deja de ser una alternativa productiva y competitiva para los trópicos. Los menores costos unitarios, la flexibilidad para producir tanto leche como carne y la menor demanda de factores escasos, tales como el capital financiero, hace que este tipo de ganadería sea eficiente en comparación con otras formas de utilización de la tierra y además presente otras ventajas con respecto a los sistemas especializados de producción.

En Venezuela, la actual política de expropiación de tierras, la alta inflación y la inseguridad personal que viven los productores, entre otros aspectos, ha generado una problemática muy compleja particularmente en la ganadería de doble propósito. La mayoría de los ganaderos del país se han rezagado desde el punto de vista tecnológico, situación que se relaciona con la alta variabilidad que presenta esta ganadería en general, con la producción a costos muy elevados y con una bajísima eficiencia reproductiva entre otros factores (Agudo, 2012).

En relación con los indicadores de productividad parcial de la ganadería bovina de doble propósito en la Cuenca del Lago de Maracaibo, se pueden referir las cifras publicadas por el Sistema de Información de la Ganadería de Doble Propósito (LUZ-FONACIT-IICA, 2006), las cuales permiten la estructuración de los datos que se presentan en la Tabla 4.2. En ella se recogen las medias de productividad tanto de leche como de carne de los municipios en donde se cría ganadería de doble propósito, así como las medias de indicadores de eficiencia parcial referidos a la vaca en ordeño y algunos indicadores económicos de ganancia y costo unitario.

Al analizar los valores de los diferentes indicadores, se observa una gran variabilidad en todos ellos, los rangos de valores son amplios representando así las diferentes decisiones tecnológicas relacionadas con las características agroecológicas de cada municipio, ya que en sistemas a pastoreo la disponibilidad de pastos determina tanto la carga animal como la intencionalidad de la producción y ésta a su vez está definida por la cantidad de precipitaciones y la calidad de los suelos.

Las medias de los indicadores de productividad parcial de leche y carne por hectárea indican los mejores valores de desempeño para los municipios Colón y Sucre, y sin embargo es el municipio Machiques el que muestra el menor costo

unitario (0,07\$). El municipio Colón presenta la mejor relación ganancia por hectárea, seguido de los municipios Machiques y Catatumbo. Por otra parte el Municipio Jesús Enrique Lossada ha mostrado la mejor productividad anual de leche por vaca (2.650 L/vo). Como se observa, el análisis de los diferentes indicadores de productividad parcial se hace complicado debido a la necesidad de seleccionar los índices que representan un comportamiento ideal desde el punto de vista de la eficiencia, de manera que los métodos integrales de análisis de la eficiencia productiva, cobran interés y utilidad a la luz de esta circunstancia.

Tabla 4.2. Medias de indicadores de productividad parcial de la ganadería de doble propósito para los municipios de la región zuliana.

Municipio	L/vo-						
	año	L/ha	Kg/ha	G/ha (\$)	C/vm (\$)	C/ha (\$)	C/Eq-l (\$)
Baralt	1.612	469	121	35	183	80,03	0,17
Cañada	2.492	858	56	68	322	130,11	0,15
Catatumbo	1.979	814	97	107	200	117,94	0,14
COL	1.883	315	45	46	249	51,10	0,16
Colón	2.042	1.207	142	223	208	164,61	0,14
J.M.Semprúm	1.966	302	34	43	181	42,63	0,14
J.E.Lossada	2.650	694	59	36	420	160,34	0,23
Machiques	2.279	541	79	119	123	39,69	0,07
Mara	1.999	323	29	40	261	69,74	0,22
Miranda	2.359	645	49	65	279	99,72	0,15
Páez	2.478	418	40	49	237	59,53	0,14
Rosario	2.357	577	44	83	238	82,83	0,14
Sucre	2.564	1.043	128	136	197	117,91	0,11
V. Rodríguez	1.989	445	66	102	162	60,61	0,14

L/vo-año: producción anual de leche por vaca en ordeño. L/ha: producción anual de leche por hectárea. Kg/ha: producción anual de carne por hectárea. G/ha (\$): Ganancia por hectárea en dólares americanos. C/vm (\$): costos variables por vaca masa en dólares americanos. C/ha (\$): costos variables por hectárea en dólares americanos. C/Eq-l (\$): costo unitario por equivalente leche.

Fuente: LUZ-FONACIT-IICA (2006)

En Venezuela se ha configurado una ganadería influenciada determinadamente por la economía petrolera cuya renta ha marginado la producción agropecuaria del país tanto en espacio como en posibilidades de producción poco competitivas en comparación con el sector minero (Paredes *et al*, 2003, Paredes, 2010). De esta manera y gracias a su plasticidad adaptativa, la ganadería de doble propósito, se fue instalando en los terrenos de la cuenca del Lago de Maracaibo, en su

mayoría baldíos, con mano de obra extranjera (colombiana) y animales provenientes de cruces indiscriminados entre los animales criollos y los *Bos taurus* importados de otras latitudes. De acuerdo con Carrizales *et al.* (2000), el proceso evolutivo de la ganadería de leche y carne con vacunos engendró un abanico de racionalidades productivas, altamente heterogéneas con un productor, en términos generales, conservador y adverso al riesgo.

La estructura productiva de leche y carne ha presentado índices de ineficiencia dentro de una altísima variabilidad tecnológica en donde existen sistemas productivos con tecnologías exitosas que usan y manejan los recursos de manera más eficiente (Capriles *et al.*, 1999). El país dispone de una ganadería adaptada que, si fuese intervenida correctamente, se lograrían cambios significativos en la producción y productividad (Capriles, 1993). Las posibilidades del desarrollo son tangibles, pero pasan por comprender su evolución, modificar sus actuales escenarios con mecanismos como ordenar el mercado, precios justos, asistencia técnica e investigación efectiva. Estas acciones deben ser organizadas con los productores, para enfrentar problemas que van desde la inseguridad en el campo, pasando por los aspectos tecnológicos esenciales, hasta los altos costos del dinero y de los insumos. De esta manera se lograría quitarle el conjunto de restricciones que tiene actualmente el sector primario, y solo así será factible que exprese su potencial.

Existen una serie de razones que han impedido el avance de la ganadería Venezolana a mejores niveles de productividad. Entre ellas, está la falta de una política gubernamental integral de protección a esta ganadería y de estímulo a la eficiencia y calidad de productos, ya que los precios regulados por el gobierno no diferencian por calidad ni estimulan la productividad. Esta discordancia entre zonas y productores totalmente variados, pero homogenizados por el valor del producto, impide, en primer lugar, la producción a nivel de finca de leche de alta calidad físico - química y bacteriológica (Vargas, 2000), y en segundo lugar, promueve el mercado de leche cruda sin controles efectivos, con las subsecuentes amenazas para la salud.

La tarea de cambiar esta situación requiere avanzar en la identificación de los factores que inciden sobre la eficiencia en forma integral para generar las estrategias que a nivel de productor estimulen el cambio de la cultura productiva. Dichos estímulos deben formar parte de la política gubernamental en concordancia con los productores organizados.

4.2. CARACTERIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE LECHE Y CARNE EN VENEZUELA.

La producción de leche y carne en Venezuela proviene principalmente de sistemas doble propósito. En relación con la producción de leche, tal como se ha referido anteriormente, estos sistemas aportan el 90% de la producción nacional sin embargo, en relación con la carne, el aporte es menor. Tradicionalmente se conoce que el estado Zulia produce cerca del 17% de la carne consumida en Venezuela proveniente de estos sistemas de producción. Los estados Barinas y Apure producen un 31% adicional, proveniente tanto de sistemas de producción de carne como de sistemas doble propósito. Si además se contabiliza el 40% de aporte a la producción Nacional que realizan los demás estados donde predomina la ganadería de doble propósito, puede afirmarse que estos sistemas son responsables de cerca de la mitad de la carne producida en Venezuela (Urdeneta *et al*, 2012).

4.2.1. PRODUCCIÓN DE LECHE.

Realizar un análisis de la producción agrícola en Venezuela, implica una revisión exhaustiva de diferentes documentos, por un lado las referencias oficiales y por otro lado documentos publicados por las asociaciones de productores o iniciativas privadas además de otros documentos, debido a la ausencia de publicaciones oficiales que consoliden la información necesaria para el análisis. Las estadísticas agrícolas en Venezuela han sido un problema serio durante la última década ya que se dejaron de publicar los anuarios estadísticos agrícolas y las hojas de balance de alimentos. Asimismo, durante los años 2008, 2009 y 2010 no se publicaron cifras oficiales, es en el año 2011 cuando aparecen de nuevo las estadística agrícolas oficiales publicadas por la FAO (FAOSTAT, 2012), a las cuales se hará referencia. También se referirán datos publicados por las asociaciones privadas involucradas en los procesos agrícolas.

La Figura 4.1. Muestra las diferencias en producción aportadas por dos fuentes de información, una fuente oficial (FAOSTAT, 2012) y una fuente privada (CAVILAC, 2008). Desde el año 2000 esa diferencia en los datos publicados se ha ido incrementando, de manera que las estadísticas públicas han sido objeto de cotejo y verificación constante, debido fundamentalmente a la ausencia o al estado incompleto de las mismas.

Aún cuando las cifras de producción oficiales indican un incremento en la producción y se han realizado importaciones desmesuradas para evitar que la

población venezolana padezca de insuficiencias en el suministro de leche, los niveles de desabastecimiento para este producto han ascendido a 47,5% (DATANALISIS, 2011).

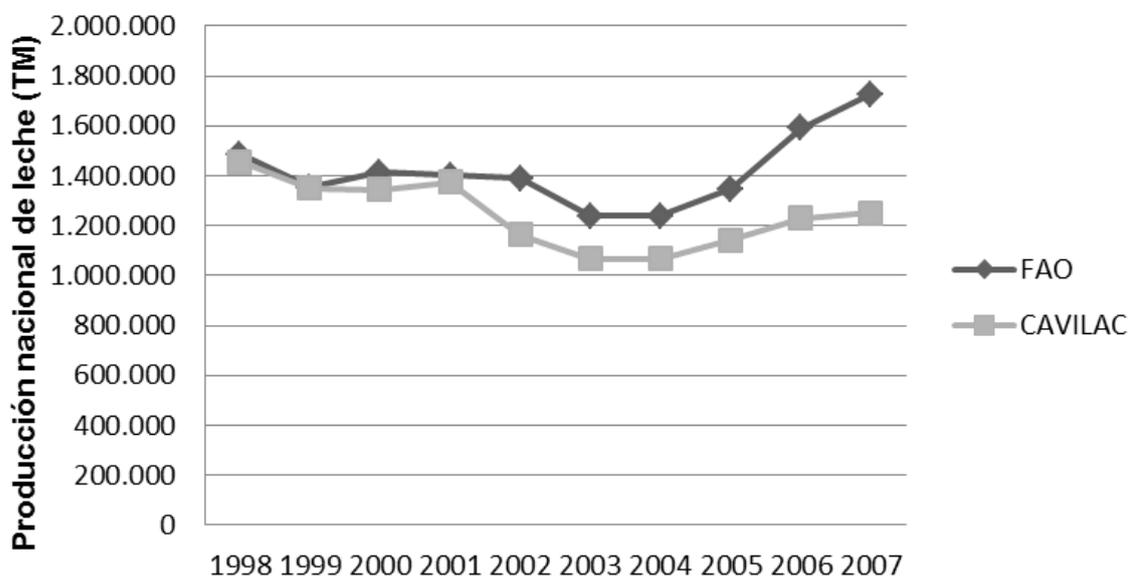


Figura 4.1. Producción nacional de leche durante el período 1998-2007.
Fuente: FAOSTAT, 2012, CAVILAC, 2008

A pesar del aumento en la producción reflejado por las estadísticas oficiales, éstas indican un descenso histórico de la producción per cápita de leche, publicadas por el Ministerio del Poder Popular para la Agricultura y las Tierras (FEDEAGRO-MPPAT, 2008) con una tendencia marcadamente negativa durante el periodo 1980-2007 (Figura 4.2).

Figura 4.2. Evolución de la producción per cápita de leche de origen bovino. (Período 1980-2007).
Fuente: FEDEAGRO-MPPAT (2008)

La Cámara venezolana de la industria láctea (CAVILAC, 2008) publicó su informe anual de la situación de la industria láctea en Venezuela hasta el año 2008. De acuerdo con estos datos, se observa un comportamiento de la producción de leche, durante el período 1998-2007, caracterizado por una variación negativa de -2,92% con un incremento de 254,59% en las importaciones. Estos valores mejoran la disponibilidad bruta en un 68,14%, aunque la relación producción/persona disminuye en un -27,01%. La mejora substancial de la disponibilidad se debe a las importaciones y no a la producción nacional (Tabla 4.3).

Tabla 4.3. Producción, importaciones, disponibilidad y consumo de leche en Venezuela (período 1998-2008)

Año	Producción nacional TM	Importaciones TM	DABT TM	DABT per cápita (Kg/persona)	Producción/ población (Kg/persona)
1998	1.454.988	632.513	2.087.500	89,16	62,15
1999	1.350.667	638.533	1.989.200	83,34	56,59
2000	1.343.954	629.547	1.973.500	81,18	55,28
2001	1.373.617	900.583	2.274.200	91,83	55,46
2002	1.164.446	933.655	2.098.100	83,19	46,17
2003	1.065.374	850.766	1.916.140	74,63	41,50
2004	1.068.092	724.008	1.792.100	68,59	40,88
2005	1.141.155	941.245	2.082.400	78,35	42,94
2006	1.228.104	984.696	2.212.800	81,86	45,43
2007	1.251.250	1.023.750	2.275.000	82,78	45,53
2008	1.267.074	2.242.826	3.509.900	125,65	45,36
Variación (%)	-12,92	254,59	68,14	40,92	-27,01

Fuente: CAVILAC, 2008

La Industria láctea también publica la distribución porcentual del destino de la leche cruda en Venezuela (Figura 4.3). Se puede apreciar que el 63% está destinado a diferentes tipos de queso, y en segundo lugar se observan la leche pasteurizada y la leche en polvo con un 14% respectivamente. Esta estructura revela la tradición alimenticia cultural del venezolano.

Al analizar las estadísticas oficiales de producción de leche durante el período 1998-2010 (Tabla 4.4), se observa una variación positiva en la producción del 35,28% y una mejora en la relación producción/habitante del 20,30%, ocasionado principalmente por el crecimiento de la producción en los últimos tres años.

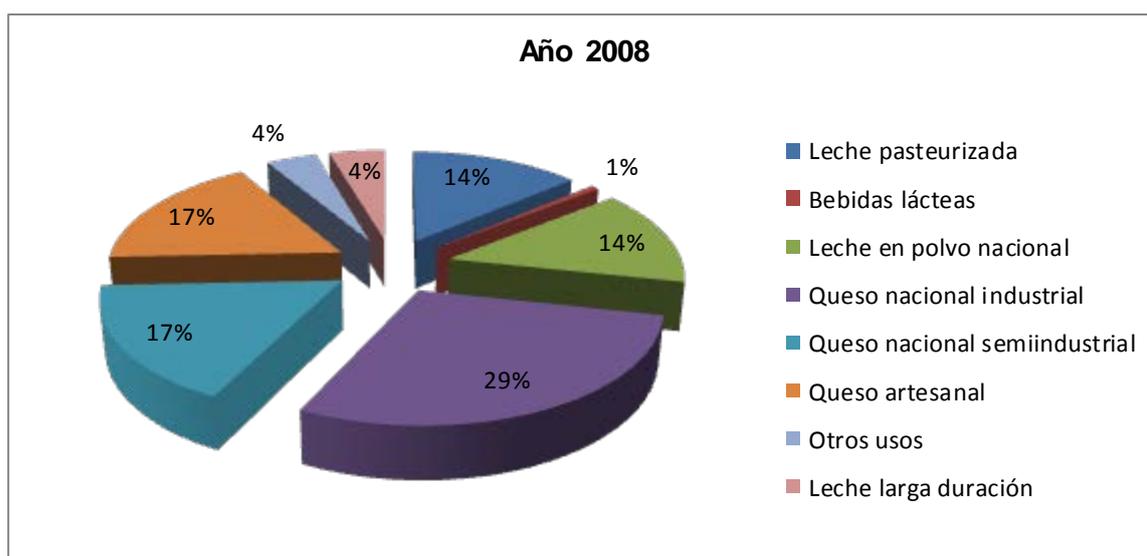


Figura 4.3. Destino de la producción de leche en Venezuela
Fuente: CAVILAC (2008)

Tabla 4.4. Evolución de la producción de leche nacional (período 1998-2010)

Año	Población	Producción Leche TM	Producción/ población (Kg/persona)
1998	23.412.742	1.484.880	63,42
1999	23.867.393	1.351.850	56,64
2000	24.310.896	1.414.610	58,19
2001	24.765.581	1.400.460	56,55
2002	25.219.910	1.389.250	55,09
2003	25.673.550	1.238.470	48,24
2004	26.127.351	1.237.110	47,35
2005	26.577.423	1.347.660	50,71
2006	27.030.656	1.590.600	58,84
2007	27.483.208	1.726.520	62,82
2008	27.934.783	2.220.180	79,48
2009	28.384.132	2.200.000	77,51
2010	28.833.840	2.294.400	79,57
Variación %	18,80	35,28	20,30

Fuente: FAOSTAT, 2012

También se conoce, de acuerdo con la información del Instituto Nacional de Estadística, que sólo las importaciones de leche en polvo han ascendido de 72.292 Tm para el año 2010 a 117.087 Tm para el año 2011 (aumento del 34%). Si se toma en cuenta que la importación de leche en polvo ha representado alrededor del 50% de las importaciones totales de productos lácteos, podríamos afirmar que las importaciones totales estuvieron en torno de 1.156.672 y 1.873.392 Tm para 2010 y 2011

respectivamente. No ha sido posible consolidar con datos oficiales, los valores de importación de la serie temporal 2008 – 2010. La información aparece fraccionada e incompleta en las diferentes fuentes a partir del año 2007.

Aun cuando el Estado venezolano ha invertido en 2011, 1.221 millones de bolívares más que en 2010, por la compra de leche en polvo en el extranjero, existe desabastecimiento sostenido (DATANALISIS, 2011). Se calcula que unas 30 mil toneladas de leche en polvo han sido extraídas ilegalmente a través de la frontera colombo-venezolana. Esta situación ha sido denunciada por la Federación de Ganaderos de Colombia (Fedegan) y evidenciada por las multas que la Dirección de Aduanas e Impuestos Nacionales (Dian) de Colombia aplicó a una empresa del sector lácteo colombiano por participar en este mercado negro de leche en polvo. Por otro lado, se han detectado diferencias en las cifras de compra de leche en polvo en el exterior declaradas por el INE (56.800 Tm para 2011) y las 90.000 Tm manifestadas por el país vendedor (The Government Agency Statistics New Zealand) durante ese mismo período.

De acuerdo con Agudo (2012), existen grandes distorsiones en el manejo de las estadísticas productivas, y que al contrario de lo que indica el gobierno, se mantienen dos señales de alarma: el persistente y pronunciado declive de la producción lechera nacional y el descenso del consumo de productos lácteos por la población venezolana, el cual se encuentra en la escala más baja de los países del continente.

4.2.2. PRODUCCIÓN DE CARNE.

La Tabla 4.5 muestra la evolución de la Disponibilidad Aparente Bruta Total de carne de bovinos (DABT), durante el periodo 1990-2009. De acuerdo con la fuente de información (GACETA GANADERA, 2010), el año 2009 es una proyección basada en el comportamiento del primer semestre, enero-junio, y se fundamenta en datos registrados por la asociación de la Industria Frigorífica de Venezuela (ASOFRIGO), y en fuentes oficiales de los países exportadores. Se puede observar una marcada disminución de la producción nacional, la cual manifiesta una variación de -45% en el período de análisis, con un incremento escandaloso de las importaciones cuya variación se manifiesta en un 9.705%, mejorando la DABT en un 42%, y sin embargo la relación producción/habitante disminuye ocasionando una variación de -55%.

Tabla 4.5. Evolución de la disponibilidad aparente bruta total (DABT) de carne de res durante el período 1998-2009.

Año	¹ Producción TM	¹ Importación TM	² Población	DABT TM	DABT/per cápita	Producción per cápita
1998	407.601	3.670	23.412.742	411271	17,57	17,41
1999	392.501	1.974	23.867.393	394475	16,53	16,45
2000	435.547	3.154	24.310.896	438701	18,05	17,92
2001	418.182	7.010	24.765.581	425192	17,17	16,89
2002	428.845	5.060	25.219.910	433905	17,20	17,00
2003	435.181	746	25.673.550	435927	16,98	16,95
2004	346.488	68.500	26.127.351	414988	15,88	13,26
2005	408.856	70.000	26.577.423	478856	18,02	15,38
2006	442.654	136.205	27.030.656	578859	21,41	16,38
2007	340.257	244.530	27.483.208	584787	21,28	12,38
2008	303.007	345.033	27.934.783	648040	23,20	10,85
2009	223.203	359.854	28.384.132	583057	20,54	7,86
Variación %	-45	9.705	21	42	17	-55

Fuente: ¹GACETA GANADERA (2011). ²INE, 2012

En este período, Venezuela pasó de ser autosuficiente en carne a ser extremadamente dependiente de la importación ya que, el componente endógeno del consumo ha disminuido drásticamente (Figura 4.4).

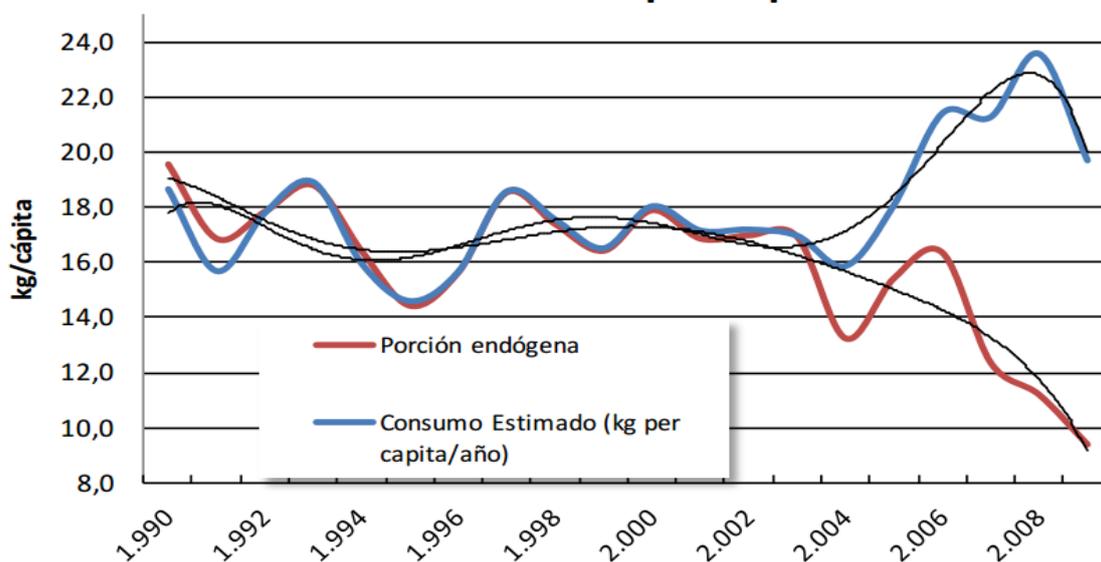


Figura. 4.4 Composición del consumo per cápita de carne bovina en Venezuela.
Fuente: GACETA GANADERA (2010)

Los cambios ideológicos desde la entrada del gobierno actual en 1998 han determinado una política de expropiaciones que a juicio de los ganaderos ha sido la principal causa de esta disminución ya que genera desinversión en el sector por falta

de seguridad jurídica en cuanto a la propiedad de la tierra. Por otro lado, el gobierno argumenta que el cambio climático, los fenómenos de la niña y el niño con periodos de sequias y excesivas precipitaciones ocurridas en los últimos años, son la principal causa de esta situación. A pesar del panorama tan controvertido, queda clara la necesidad de políticas de estímulo a la producción nacional y de protección al productor agropecuario.

La Tabla 4.6, muestra la evolución de la producción de carne en Venezuela durante el período 1998-2009. Los años 2010 y 2011 no aparecen publicados en las estadísticas de la FAO (FAOSTAT, 2012) de manera que no es posible conocer la disponibilidad aparente de carne para ese período por la ausencia de datos de importación en algunos de los años del período de análisis. Por otro lado, la ausencia de estadísticas de la importación de ganado en pie, también ha impedido el estudio evolutivo de la disponibilidad aparente de carne con cifras oficiales.

Tabla 4.6. Evolución de la producción de carne nacional (período 1998-2009)

Año	¹Producción TM	²Población	Producción per cápita (Kg)
1998	391.048	23.412.742	16,70
1999	390.853	23.867.393	16,38
2000	428.608	24.310.896	17,63
2001	418.084	24.765.581	16,88
2002	428.735	25.219.910	17,00
2003	435.285	25.673.550	16,95
2004	330.973	26.127.351	12,67
2005	395.930	26.577.423	14,90
2006	460.395	27.030.656	17,03
2007	419.370	27.483.208	15,26
2008	410.232	27.934.783	14,69
2009	381.454	28.384.132	13,44
Variación %	-2,45	21,23	-19,54

Fuente: ¹FAOSTAT, 2012. ²INE, 2012

Se observa en el período de análisis una variación negativa de -2,45% en la producción y dado que la población ha variado en un 21,23%, se manifiesta un acentuamiento negativo en la relación producción por habitante de -19,54%. Estos datos indican la necesidad de fomentar la producción nacional para alcanzar la recomendación mínima de consumo indicada por la OMS (15Kgs per cápita) ya que para 2009 fue de 13,44 kg. Tampoco se justifican tantas importaciones, quizás el problema sea una mejor distribución del producto y un mayor control en la frontera del

tráfico ilegal debido a la diferencia de precios entre países vecinos. Nuevamente el problema de la disponibilidad de estadísticas agrícolas oficiales impide un análisis exhaustivo del tema.

Estadísticas oficiales recientes publicadas en GACETA GANADERA (2011), indican un repunte importante de la proporción de carnes nacionales en el consumo per cápita para el año 2010, ya que este valor asciende a 19,68 Kg por persona al año y donde el 51% se reporta como producción endógena. Este ascenso se manifiesta también para el año 2011, cuando refieren un consumo de 24,20 Kg per cápita con una participación de la producción nacional del 66%. Estas variaciones positivas tanto en el consumo como en la proporción que aporta al consumo interno la carne producida en el país, indican que la producción nacional descendió a 289.400Tm para 2010 y manifestó un repunte importante en 2011 cuando asciende a 467.624 Tm, cambiando la variación porcentual de -2,45 observada en el período 1998-2009 a +19,58% en el período 1998-2011.

Sin embargo, esto no ha sido suficiente para mejorar la tendencia de la relación producción nacional/población cuyos resultados han sido: 12,99 y 12,34 Kg per cápita para 2010 y 2011 respectivamente, acentuando la variación negativa a -26,11% en el período 1998-2011, como consecuencia de una tasa de incremento poblacional mayor al incremento de la producción.

Las grandes contradicciones en las estadísticas agrícolas de los último cuatro años no solo ocurren en el sector de la leche, sino que también se presentan para la carne y para otros productos. Gutiérrez (2012), realiza un análisis comparativo de otras producciones como las del arroz, azúcar y maíz donde también se observan diferencias entre las estadísticas de producción publicadas por las asociaciones de productores y las oficiales.

Ante estas dificultades, se complica el análisis debido a los recurrentes cotejos de cada estadística, sin embargo, es evidente la necesidad de mejorar la relación producción por habitante tanto en leche como en carne, hasta alcanzar los consumos recomendados por la OMS. En ese sentido, el doble propósito juega un papel importante como sistema de producción adaptado a las condiciones tropicales, cuyos niveles de productividad deberán ser incrementados también para contribuir efectivamente a la participación de la producción endógena en el consumo de ambos productos tan importantes en la dieta del venezolano.

La tarea de mejorar la productividad de estos sistemas de producción requiere avanzar en la identificación de los factores que inciden sobre la eficiencia de forma integral para generar las estrategias que, a nivel de productor, estimulen el cambio de la cultura productiva. Dichos estímulos deben formar parte de la política gubernamental en concordancia con los productores organizados.

**CAPÍTULO V. CARACTERIZACIÓN AGROECOLÓGICA DE LA
REGIÓN ZULIANA PARA LA PRODUCCIÓN DE LECHE Y CARNE
CON BOVINOS DE DOBLE PROPÓSITO EN LA CUENCA DEL
LAGO DE MARACAIBO. DETERMINACIÓN DE LAS ZONAS
AGROECONÓMICAS COMO VARIABLE DE ENTORNO.**

En este Capítulo se ha realizado una descriptiva de las características agroecológicas de la región zuliana, donde se desarrollan los sistemas de producción con bovinos de doble propósito en la cuenca del lago de Maracaibo. Asimismo se desarrolla el proceso para determinar las Zonas Agroeconómicas, se describen las características de la nueva agrupación y se comparan sus indicadores técnicos.

5.1. DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN ZULIANA Y CUENCA DEL LAGO DE MARACAIBO

Venezuela está situada al norte de la América del Sur y el estado Zulia ocupa el extremo noroccidental del territorio venezolano (Figura 5.1). La superficie que ocupa este estado es de 63.100 km², de los cuales 50.230 km² corresponden al área continental y unos 12.780 km² al área ocupada por el Lago de Maracaibo y por el Golfo de Venezuela. La región zuliana coincide aproximadamente con la cuenca hidrográfica del Lago de Maracaibo, cuyos accidentes principales son la cordillera de Perijá al oeste y las estribaciones andinas de Lara y Falcón al este. Entre estas dos formaciones se encuentran terrenos planos y ondulados, en cuyo centro está el Lago de Maracaibo, que se comunica con el Golfo de Venezuela.



Figura 5.1. Ubicación de la Cuenca del Lago de Maracaibo.
Fuente: http://mapas.owje.com/550_mapa-politico-de-america-del-sur-1995.html

Esta es una de las regiones del país con mayor potencialidad agrícola vegetal y animal, por la gran extensión de suelos de buena calidad y por la existencia de condiciones climáticas propicias para los cultivos anuales y permanentes, incluidos los pastizales. Existe en la región un marcado contraste entre la parte norte con un clima seco y caliente y la parte sur con un clima húmedo y tropical. El elemento más variable lo constituye la precipitación, pues la temperatura se mantiene regularmente alta, fluctuando entre los 26°C y 29°C de temperatura media anual. Asimismo, los tipos climáticos son el resultado de varios elementos meteorológicos modificados fundamentalmente por la latitud, las masas de aire y la altitud, (Strauss *et al*, 1992).

El clima tropical húmedo de la región se ve muy influenciado por el Lago de Maracaibo, cuya masa de agua determina una elevación de la temperatura del aire; esto hace que se forme un centro de baja presión que es compensado por corrientes de aire frío de las partes altas de las montañas que rodean a la región. Este movimiento de convección determina el régimen de lluvias regional. La precipitación anual muestra una clara disminución desde el sur del Lago de Maracaibo (3.500 mm) hacia el norte, donde se registran valores de 125 mm. La ubicación de la región, en plena área geográfica tropical determina que las variaciones diurnas de la temperatura en torno a su media superen a la variación media anual nacional.

El sistema hidrográfico de la región coincide, prácticamente, con el de la cuenca del Lago de Maracaibo. Espacialmente hablando, el lago está situado en el centro de la región, de manera que la cuenca está enmarcada por las cumbres montañosas en sus límites oriental, occidental y austral, determinando, en consecuencia, un sistema de cursos de aguas centrípetos al lago.

Los cursos de aguas permanentes y temporales que corren por la cuenca superan los 135. De estos, los de mayor importancia son Limón, Palmar, San Juan, Apón, Santa Ana y Catatumbo, que desembocan en la margen occidental del lago; Zulia, Escalante, Chama y Mucujepe en la margen sur, y Motatán, Misoa, Machango, Pueblo Viejo, Apure, y Palmar en la margen oriental del Lago de Maracaibo.

El esquema geológico de la región está definido por dos estructuras de fuerte expresión topográfica que nacen de la cordillera de los Andes en su cadena oriental, las que, al bifurcarse en el páramo de Tamá, forman la sierra de Perijá al oeste y la cordillera de Mérida y estribaciones de Falcón y Lara al sur y este, desarrollándose entre ambas la cuenca del Lago de Maracaibo.

La sierra de Perijá, con rumbo N-NE, define el límite occidental de la región quedando separada de la península de la Guajira por la falla de Oca. A su vez, la cordillera de Mérida y sierras de Falcón y Lara definen el límite sudoeste y este de la región. Estos accidentes están constituidos por complejas formaciones del precámbrico hasta el reciente (Holoceno), constituidas por rocas ígneas, ígneas-metamórficas y sedimentarias. Los levantamientos terciarios de la cordillera de los Andes y sierra de Perijá causaron la depresión estructural y topográfica de la cuenca del Lago de Maracaibo (Figura 5.2).

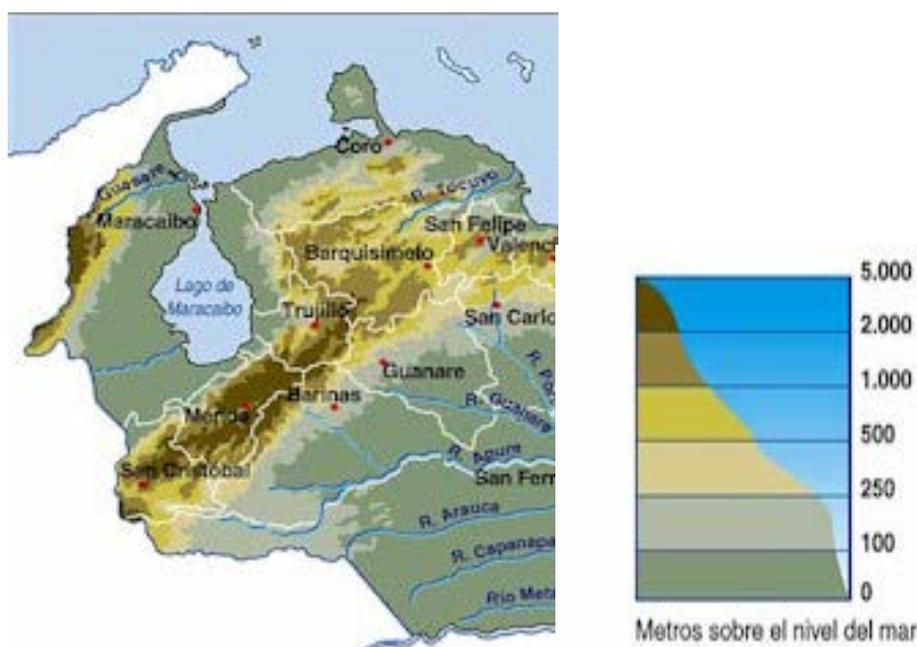


Figura 5.2. Mapa físico de la cuenca del Lago de Maracaibo.

Fuente: <http://soymapas.com/mapa-fisico-de-venezuela.html>

En el área de la cuenca, los materiales transportados y depositados por los procesos de aluvión y coluviación han sido clasificados así: los de granulometría gruesa, en la proximidad del piedemonte, y los más finos hacia la parte central de la cuenca. Los suelos de la región se han desarrollado sobre una gran variedad de materiales litológicos y texturales bajo cambiantes condiciones climáticas y topográficas. Dadas estas variaciones edáficas acordes con la conformación de la cuenca y el régimen pluviométrico, se puede observar que las características agroecológicas de la cuenca del lago de Maracaibo cambian de norte a sur y de este a oeste.

5.2. DESCRIPCIÓN AGROECOLÓGICA DE LOS MUNICIPIOS CONSIDERADOS EN ESTE ESTUDIO.

A continuación se realizará una descripción edafo-climática de los municipios incorporados en este estudio. El estado Zulia tiene una división político territorial que contempla 21 municipios. Sin embargo, sólo fueron considerados en este análisis 18 de ellos, los cuales se corresponden con aquellos en donde se desarrolla alguna ganadería de doble propósito. Fueron excluidos los municipios Maracaibo y San Francisco por su condición urbana, e Insular Padilla porque en las islas que lo componen no existe esta ganadería. La descripción agroecológica de los municipios se basa en información tomada del Atlas del estado Zulia (Strauss *et al*, 1992). También se hace referencia a la tradicional clasificación por zonas de vida de Holdrige (1978) y a otra información particular o específica tomada de otra fuente, la cual será referida en el texto.

Los municipios Santa Rita, Cabimas, Simón Bolívar y Lagunillas se agruparon previamente en una sub-región denominada Costa Oriental del Lago (COL) debido a la baja frecuencia de fincas doble propósito presentes en ellos, su cercanía y parecido de condiciones agroecológicas. De la misma manera y por las mismas razones las unidades de producción ubicadas en el municipio Francisco Javier Pulgar se unieron al municipio Colón. La descripción se realiza comenzando por el municipio situado en el noroeste y a continuación vamos bajando y rodeando al lago en el sentido contrario a las agujas del reloj.

El municipio **Páez (Hoy municipio Goajira)** situado en el límite nor-oeste del estado Zulia y Venezuela, posee una superficie de 2369 Km²; la vegetación es dispersa y escasa, el paisaje predominante es árido y semiárido con temperaturas elevadas durante todo el año, las cuales oscilan entre 26-28°C. El clima es cálido con escasas precipitaciones durante todo el año y predomina la vegetación xerófila. Posee zonas climáticas de bosque muy seco tropical, con malezas y manglares, donde el relieve es predominantemente plano. Este municipio es gran productor de ganado ovino y caprino, y de productos agrícolas como tomates, pimentón y melón, también se encuentra con menor frecuencia la cría de ganado doble propósito, la cual se desarrolla hacia el sur del municipio cerca de las márgenes del río Limón, donde mejoran los suelos y las precipitaciones (550-650mm). Los suelos son en su mayoría arenosos y de baja fertilidad, con textura de media a arcillosa, predominantemente salinos y sódicos. La humedad relativa es menor hacia el norte del estado debido a los fuertes vientos que mantienen en movimiento la evaporación producida por el lago.

El municipio **Mara** está localizado en la zona noroccidental del Estado Zulia, presenta variados sectores topográficos. Así tenemos en primer lugar un conjunto montañoso (colinas) de la cordillera de Perijá, luego un área de piedemonte adyacente a las escarpadas áreas de la cordillera (colinas y lomas), seguido del sector de relieves planos con lomas aisladas y por último la parte de la planicie aluvial del río Limón en donde descansan la mayoría de las aguas. Posee gran diversidad vegetal, se observa bosque seco tropical en la parte nor-oriental, extendiéndose también en la región occidental pero variando al bosque húmedo tropical y muy húmedo tropical en las zonas colindantes con la sierra de Perijá. Existen grandes ríos y afluentes, y el más importante es el río Limón; existen además otros como el Guasare y el gran afluente que forman el Socuy y el Cachiri, todos cursan hacia al gran río Limón.

La temperatura presenta una media anual entre 28 y 29°C y en cuanto a las precipitaciones se observan oscilaciones entre 500 a 1500 mm anuales, siempre en los sentidos norte-sur y este-oeste. En este municipio se encuentra el ganado tipo criollo limonero, característico de la zona de Carrasquero e ícono genético de la ganadería de doble propósito que se desarrolla en las zonas de precipitaciones en torno a los 650 mm, de topografía plana y ondulada.

Una de las características agroecológicas del municipio es su gran potencial y producción de frutas, destacando la patilla o sandía, el melón y las uvas de mesa; también se destaca la producción pesquera. Los suelos predominantes son arenosos con ciertos niveles de salinidad, debido a procesos de salinización proveniente del agua utilizada para riego y de la cercanía a la costa.

El municipio **La Cañada de Urdaneta** está ubicado en la parte centro-norte del bloque territorial en la margen occidental del Lago de Maracaibo, entre la altiplanicie de Maracaibo al Norte y los Sistemas Aluviales al Sur, donde los suelos son de textura mediana, con incremento de arcilla en el perfil y buen drenaje. Tiene una superficie de 2.040 Km², y su relieve es predominantemente plano, formado por la deposición en la depresión del lago, en lo que se denomina la planicie de Maracaibo. Se encuentran dos formaciones vegetales: bosque muy seco tropical, que se extiende desde las orillas del Lago de Maracaibo hasta la isoyeta de 900 mm y bosque seco tropical, que abarca el resto del municipio. La temperatura varía entre 28 y 29°C, y las precipitaciones se incrementan de norte a sur y de este a oeste, variando desde 500 hasta 1200 mm. Las aguas que corren por el área desembocan al Lago de Maracaibo, pues pertenecen a esa vertiente, siendo el río Palmar, el más importante del municipio.

El municipio **Jesús Enrique Lossada** presenta tres tipos de paisajes: plano, con suelos bien drenados, de textura media, sin problemas de salinidad (predominante); paisaje de colina, con suelos de textura media susceptibles a la erosión; y paisaje de montaña, con suelos pocos profundos, de escaso desarrollo, lavados y con pocos problemas de fertilidad. Hacia la sierra de Perijá pueden encontrarse zonas de vida de Bosque húmedo tropical, Bosque muy húmedo tropical y Bosque húmedo montano bajo. Sin embargo, la zona de vida predominante es la de Bosque seco tropical. Al igual que en el resto de la cuenca, las precipitaciones se incrementan de norte a sur y de este a oeste con una variación de 550-1500 mm. Es un municipio donde predomina la crianza de ganado de doble propósito con tendencia a la producción de leche y de Sorgo Granero para la industria del alimento balanceado. La temperatura media anual se encuentra en torno a los 28°C.

En el Municipio **Rosario de Perijá**, la principal actividad es la ganadera, la cual es de significativa importancia para la economía regional. Existen numerosas y extensas haciendas de ganado, pero también sistemas de producción dedicados al cultivo de maíz, yuca y plátano. Este municipio presenta zonas de vida clasificadas como Bosque Seco Tropical y Bosque Húmedo Tropical, con períodos de precipitación que van de 3 a 6 meses en la zona de bosque seco tropical y más de 9 meses en el bosque húmedo tropical, con medias en torno a los 1000 mm anuales de precipitación. Los suelos tienen texturas medias, con incrementos de arcilla en el perfil, encontrándose texturas más arenosas en los estratos superficiales, generalmente bien drenados y con Ph que varía de moderado a bajo. Las temperaturas presentan una media de 28,5 °C.

. Las características agroecológicas resaltantes del municipio **Machiques de Perijá** son las altas precipitaciones (bosque húmedo tropical), variedad de suelos desde los muy fértiles en los alrededores de los ríos hasta el predominio de una franja de suelos ácidos. El municipio Machiques es de tradicional e histórica producción ganadera de doble propósito y está ubicado en la parte occidental de la región zuliana, específicamente en la parte centro noroeste del estado, limitando con la República de Colombia. Está situado a 180 metros sobre el nivel del mar, en una superficie plana al sur del río Apón, con un área de 10.361 Km², que constituye el 20,57% con respecto a la superficie del estado.

Se localizan tierras bajas y planas hacia el Lago de Maracaibo. En el centro se extiende una meseta amplia cuya altura varía entre los 100 y 200 metros. En su parte oeste se halla la cordillera de Perijá, la cual está constituida por una cadena de montañas, con elevaciones hasta de 3.730 metros (páramo de Mana-Tara). Los suelos

son de textura media, con incremento de arcilla en el perfil, muy lavados por efecto de la alta precipitación, lo que produce serios problemas en la fertilidad. Presenta suelos fuertemente ácidos y moderadamente erosionables. En el área montañosa de la sierra de Perijá los suelos tienen un desarrollo limitado por las características topográficas, siendo poco profundos y con alto riesgo de erosión.

Dos zonas de vida caracterizan gran parte del área del municipio: el bosque seco tropical y el bosque húmedo tropical. En la sierra de Perijá se presentan varias asociaciones bosque húmedo premontano (BHPM), bosque muy húmedo premontano (BMHPM), y bosque muy húmedo montano bajo (BMHMB). Estas asociaciones se presentan en las cotas más elevadas, donde se encuentran marcadas variaciones climáticas. En general, el clima es subhúmedo, con variaciones en la precipitación que se incrementa de este a oeste y de norte a sur.

En las márgenes del lago, la precipitación alcanza los 600 mm anuales, mientras que en la cercanía de la cordillera de Perijá y en la misma sierra, llegan a 2.600 mm anuales y más, ya que en esa zona predominan las lluvias de carácter orográfico. La temperatura oscila entre los 26° y 28° C, disminuyendo en la zona montañosa, los valores de evaporación son menores que los de precipitación.

El municipio **Jesús María Semprúm** se encuentra ubicado en el extremo sur-occidental del Estado Zulia, y su Capital es Casigua El cubo. Limita al norte con el Municipio Machiques de Perijá, al sur con la República de Colombia, al este con El Municipio Catatumbo y al oeste con Colombia. Se caracteriza por poseer picos de más de 2500 metros de altura, presentando suelos de condiciones variadas. Posee una superficie de 11.232 Km², y de acuerdo con el clima de la zona, la vegetación que presenta es de bosque húmedo tropical en su mayor parte. El clima es húmedo, con precipitaciones que van de 2.600 mm hasta 4.000 mm anuales y una temperatura promedio entre 23 y 25 °C.

El municipio **Catatumbo** se encuentra ubicado en el área sur occidental del estado Zulia, y cuenta con una superficie de 5.387 Km². Este municipio es considerado una depresión del Lago de Maracaibo, con diferentes relieves que van desde las planicies de desbordamiento hasta la depresión lacustre. Hacia el sur se presentan suelos con drenajes impedidos y erosión reticular tipo "tatucos" y hacia el norte se presentan lomas con suelos de textura media, con incremento de arcillas y problemas de fertilidad. En el nor-oeste se presentan suelos pantanosos.

Coexisten dos zonas de vida: Bosque seco tropical ubicado desde las márgenes del Lago hasta la isoyeta de 1.800 mm y el resto es Bosque húmedo tropical. La precipitación media es de 2.200 mm y la temperatura es alta todo el año, por encima de 26 °C.

En la zona norte se presentan las lagunas de Juan Manuel de Aguas claras y Aguas negras, La estrella negra, Manaties, Ologá, El Congo y La Laguneta del Zulia. En el centro sur se encuentra el río que da nombre al municipio, río Catatumbo. Tradicionalmente en esta zona han predominado los sistemas leche-carne de acuerdo a la clasificación por objetivos de producción.

El municipio **Colón** presenta una agroecología característica de bosque seco tropical (BST) aun cuando predomina el bosque húmedo tropical. La precipitación se incrementa de norte-sur, con una media de 2.000 mm/año. La temperatura varía muy poco durante el año 23,9 a 31,3 °C. La evaporación fluctúa entre 1.440 mm-1.500 mm. Existen problemas de drenaje de la zona. Sus suelos son aluviales con perfiles poco desarrollados y sobre su superficie se han acumulado materiales orgánicos. Dentro de sus características agroecológicas resalta la calificación de tierras fértiles, suelos tipo 1, según la clasificación de Comerma y Arias (1971), la cual debe analizarse en forma integral con otros factores como la deforestación y la presencia de zonas anegadas, donde se han requerido obras de drenaje para incorporarlas a la producción.

Municipio Sucre. En el piedemonte de este municipio, se encuentran suelos con profundos cortes ocasionados por las redes hidrográficas sobre muchos de los conos y terrazas. También se encuentran desde suelos con escaso drenaje hasta suelos con excesivo drenaje, y sin embargo la mayoría son suelos jóvenes (aluviales) que presentan una alta fertilidad inherente, que según su capacidad potencial para uso agrícola, son clasificados como pertenecientes a las Clases I, II, y III. Presentan algunas limitaciones debido al exceso de lluvia en la zona, lo que origina una permanente humedad. Por lo tanto, si se elimina esta limitación, una buena parte de ellos pasarían a la Clase I con posibilidades de rendir cultivos anuales (2 cosechas/año) y permanentes.

Su red hidrográfica es abundante, el clima es húmedo y cálido con temperaturas que oscilan entre 27° a 30 ° C. La precipitación, aunque abundante, está ajustada a las regulaciones normales de los periodos de lluvias, con máximo de precipitación de 2.000 mm. Presenta condiciones de vida de bosque seco tropical (BST) en el área costera y bosque húmedo tropical (BHT) y bosque muy húmedo tropical (BMHT) en el piedemonte.

La vegetación ha sido muy intervenida, quedando restos muy dispersos que pertenecen a la selva veranera o tropófila aunque siempre se mantiene verde.

En el municipio **Baralt**, predominan los suelos fértiles, profundos de buena calidad en textura y estructura, aun cuando existe una franja de suelos ácidos. Este municipio de la costa oriental del Lago, presenta hacia el este un relieve montañoso perteneciente a las sierras de Falcón- Lara. Hacia el oeste, en dirección al Lago de Maracaibo, se encuentra la planicie aluvial de los ríos de Machango, Misoa y Motatán, de topografía plana, uniforme y de alta fertilidad. Presenta en su gran mayoría un bosque seco tropical, el cual ha sido talado en su totalidad. También existen unas asociaciones de bosque húmedo tropical (BHT), bosque muy húmedo tropical (BMHT) y un bosque húmedo premontano (BHPM), los cuales van apareciendo a medida que la topografía se eleva. Su precipitación oscila entre 900-1500 mm. La temperatura es alta, por encima de 26-27 °C. La evaporación en la margen del lago es de 2000 mm, disminuyendo hasta valores de 1300 mm en la cercanía de piedemonte. Se caracteriza por la explotación agrícola vegetal, animal de doble propósito y minera. Es además productor de algodón, maíz y sorgo, también de yuca, plátanos y bananas. La estación meteorológica de la Fuerza Aérea Venezolana registra un promedio de precipitación para el municipio de 1300 mm al año, con buena distribución durante el año.

En el municipio **Valmore Rodríguez**, las llanuras planas de aluvión que bajan de la serranía de Ziruma, constituyen un terreno fértil que ha impulsado la actividad agropecuaria del municipio. Las tierras frente al lago de Maracaibo se encuentran bajo el nivel del mar y están protegidas por un muro de contención. El clima en esta zona es cálido y húmedo con vegetación tipo bosque seco tropical. Las precipitaciones alimentan a los ríos y las represas que le proporcionan agua potable a toda la Costa oriental del lago de Maracaibo. Cuenta con numerosos cauces de agua, siendo los principales el río Pueblo Viejo al norte, y el río Machango al sur, ambos de cauce permanente, y ambos represados. Los embalses constituyen una reserva de flora y fauna (zona protectora de la represa) y un atractivo turístico (Parque Pueblo Viejo).

Predominan al margen del lago los suelos arcillosos, con problemas fuertes de drenajes e inundaciones. En el sector montañoso los suelos se caracterizan por su topografía accidentada, poca profundidad y alto riesgo de erosión. La precipitación al margen del lago fluctúa en el orden de los 900-1600 mm. La temperatura se mantiene alta, por encima de los 26 °C. Presenta un bosque húmedo premontano y muy poca cantidad de bosque húmedo tropical, bordeado de bosque seco tropical.

La Sub-región **Costa Oriental del Lago (COL)** comprende los municipios: Santa Rita, Cabimas, Simón Bolívar y Lagunillas, que bordean la Costa del Lago de Maracaibo. Los regímenes de lluvias son irregulares, las temperaturas están por encima de 26°C, existiendo a la vez altos valores de evapotranspiración. Presenta una hidrografía muy pobre de ríos y quebradas, exceptuando los ríos Tamare en Lagunillas y el Araure en Santa Rita. Se encuentran tres tipos de zonas de vida: Bosque seco tropical (BST) que es predominante y en menor proporción, Bosque húmedo premontano (BHPM) y Bosque muy húmedo premontano (BMHPM) cerca del límite oriental del municipio. En tales zonas de vida los suelos son diversos, sin embargo la ganadería se desarrolla en áreas de suelos de texturas medias con buen drenaje y topografía predominantemente plana. El balance hídrico es negativo, es decir, la evaporación supera las precipitaciones, cuya media se encuentra en torno a los 800 mm anuales distribuida bimodalmente.

El municipio **Miranda** se encuentra ubicado en la parte Nor-Oriental del Estado Zulia, y la mayor parte de este territorio está formado por grandes planicies que presentan diferencias en la forma del relieve. Tiene una superficie de 3.101Km², que a pesar de ser plana, posee diferencias de nivel. La vegetación que presenta es xerofítica en su mayor parte. Al norte se encuentra el monte espinoso tropical y hacia la parte central se observa en forma predominante el bosque seco tropical. Al sureste, hacia las estribaciones Falcón-Lara, se localizan mejores condiciones climáticas y un bosque húmedo tropical. El clima es cálido y seco con una precipitación media anual de 550 mm y una temperatura promedio de 28°C. Las actividades agro-económicas predominantes son la pesquera y la ganadería de doble propósito, con grandes terrenos de fincas y haciendas destinadas a la cría y comercialización de vacas además de ganado ovino y caprino.

5.3. DETERMINACIÓN DE LA ZONA AGROECONÓMICA COMO VARIABLE DE ENTORNO

La Tabla 5.1, muestra una matriz de valores para las condiciones agroecológicas de los municipios considerados en este estudio, la cual ha sido utilizada para realizar una clasificación multivariante, realizando en primer lugar un análisis de componentes principales (ACP) con el objeto de reducir la dimensionalidad de las variables y luego un análisis cluster por K-means, con el objeto de conformar grupos de municipios lo mas homogéneos posibles entre sí y con la mayor diferencia entre grupos.

Tabla 5.1. Resumen de características edafo-climáticas de los municipios bajo estudio

Municipio	Precipitación Media anual (mm)	Temperatura Media anual (°C)	Balance Hídrico	Caract. Suelos	Topografía	Zona de vida predominante
Páez (Goajira)	600	27,0	Negativo	Arenosos Baja Fert. Salin.media	plana	BMST BST
Mara	650	28,5	Negativo	Arenosos Baja Fert. Salin.media	plana	BMST BST
Miranda	550	28,5	Negativo	Arenosos Baja Fert. Salin.baja	ondulada	BST BET
Costa Oriental del Lago (COL)	800	28,0	Negativo	F-arcilloso B. drenaje Fert.Media	plana	BST
La Cañada de Urdaneta	850	28,6	Negativo	F-arcilloso B. drenaje Fert.Media Salin.baja	plana	BST
Rosario de Perijá	900	28,5	Negativo	F-arcilloso B. drenaje Fert.Media	ondulada	BST
Jesús Enrique Lossada	950	28,0	Negativo	F-arcilloso B. drenaje Fert.Media	ondulada	BST
Machiques de Perijá	1600	27,0	Positivo	F-arcilloso Fert.Media P.S.Acidos	mixta	BHT BMHT
Valmore Rodríguez	1250	27,5	Positivo	Arcillosos Prob.Dren Fert.Media	mixta	BHT
Baralt	1300	26,5	Positivo	Francos Alta Fert P.S.Acidos	mixta	BHT
Jesús Maria Semprúm	2900	24,0	Positivo	Arcilloso Fert.Media P.S.Acidos	mixta	BHT BMHT
Catatumbo	2200	27,0	Positivo	Fert.Media P.S.Acidos Prob.Drenaje	mixta	BHT
Colón	2000	27,5	Positivo	Francos Alta Fert	mixta	BHT
Sucre	1900	28,5	Positivo	Francos Alta Fert	ondulada	BHT

BST: bosque seco tropical. BMST: bosque muy seco tropical. BET: bosque espinoso tropical
 BHT: bosque húmedo tropical. BMHT: bosque muy húmedo tropical. Fuente: Elaboración propia

Para la estructura de la tabla resumen de características edafo-climáticas de los municipios bajo estudio, se han utilizado los valores medios y características

predominantes de las áreas donde se desarrolla la ganadería de doble propósito en estos municipios, tomando como referencia la memoria explicativa de Ewel *et al* (1976) acerca de las Zonas de vida en Venezuela, ya que es la referencia que se ha mantenido hasta el momento. La zona de vida es un grupo de asociaciones vegetales dentro de una división natural del clima (Holdrige, 1967), y la misma se obtiene de la clasificación realizada teniendo en cuenta la biotemperatura, la precipitación y la evapotranspiración, para luego considerar la altitud y la latitud, lo que conforma el paisaje natural de cualquier área seleccionada.

En relación con los suelos se han utilizado la clasificación de Comerma y Arias (1971) y las características publicadas por la Comisión para la planificación de recursos hídricos o COPLANARH (Ministerio de Agricultura y Cría, 1975), debido a que son los estudios disponibles en Venezuela. Los datos de temperatura y precipitación se han tomado de los partes meteorológicos provenientes de las estaciones climáticas del Ministerio de la Defensa. Todas las características edafo-climáticas principales de los municipios estudiados fueron codificadas numéricamente para realizar el análisis multivariante.

Por otra parte, también se han utilizado para la agrupación agroeconómica, los resultados productivos y económicos de los sistemas ganaderos de doble propósito del estado Zulia, los cuales ya se han mostrado en el capítulo anterior (ver Tabla 4.4). En razón de la presencia de escalas dispares se llevaron todos los valores numéricos de 0 a 1 dividiendo todos los valores de la variable entre su valor mayor.

Como resultado del análisis de componentes principales (ACP), se pueden observar en la Tabla 5.2, los eigenvalores o valores propios para los tres componentes principales seleccionados. En este caso se observa que el primer componente principal absorbe el 44,91% de la varianza total explicada, el segundo componente el 27,37% y el tercer componente 10,98 %, para un total acumulado de 83,23%.

Tabal 5. 2. Eigenvalores de los componentes principales y varianza explicada

Componente	Porcentaje de la varianza total explicada		
	Eigenvalor	%	Acumulado %
1	5,39	44,91	44,91
2	3,28	27,37	72,27
3	1,32	10,96	83,23

Fuente: Elaboración propia

Una de las ventajas del ACP al reducir la dimensionalidad de un grupo de datos, es que en los primeros componentes se concentra más información al explicar mayor proporción de la variabilidad de los datos.

La Figura 5.3 muestra la ubicación espacial de cada municipio de acuerdo con los valores calculados para los tres primeros componentes principales. Puede observarse la cercanía espacial de los municipios Mara, Páez, Miranda y La Cañada de Urdaneta, por otro lado un grupo bien definido por Colón y Sucre; otro grupo de municipios que podrían formar una zona está constituido por Jesús Enrique Lossada, Rosario de Perijá, Valmore Rodríguez y Costa Oriental del Lago.

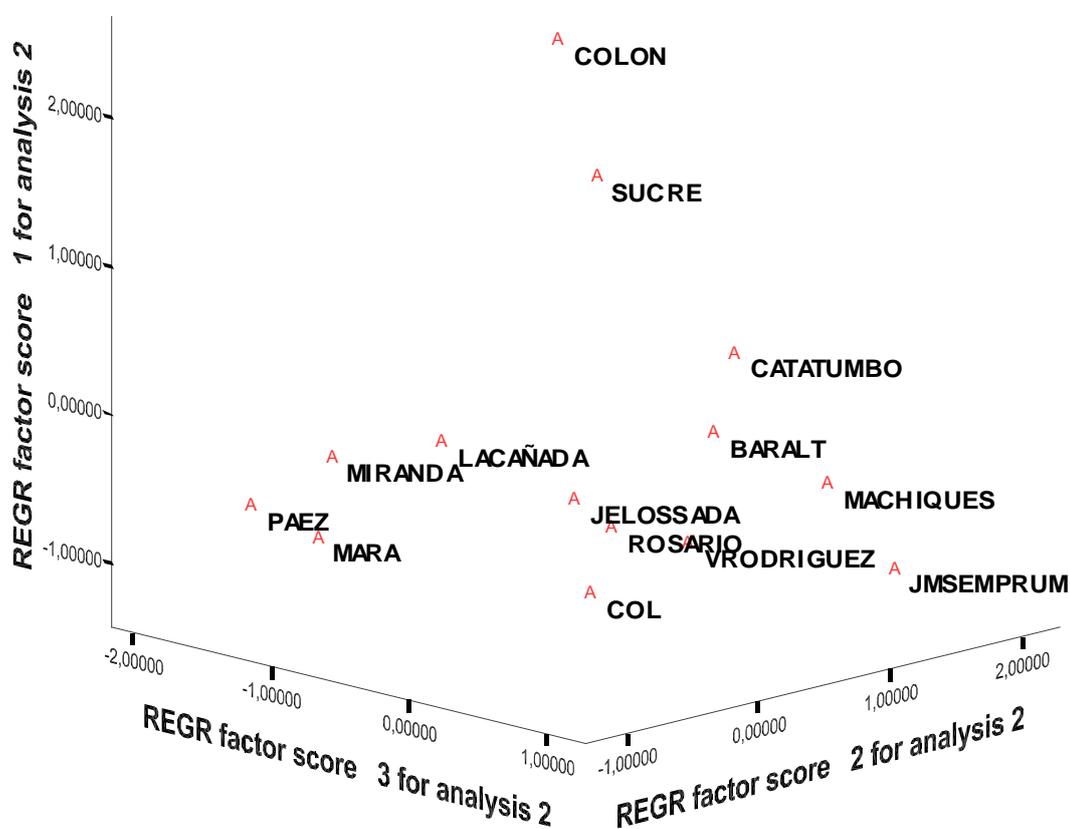


Figura 5.3. Gráfico de factores de cada componente en el espacio tridimensional.
Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con esta ubicación, los municipios Catatumbo, Baralt, Machiques y Jesús María Semprúm podrían conformar el último grupo. Para verificar la conformación de los grupos se ha realizado el análisis de conglomerados (Cluster), con el cual se obtuvo la conformación de cuatro zonas agroeconómicas, de acuerdo con lo que se

muestra en la Tabla 5.3.

Considerando por un lado la ubicación espacial realizada con el análisis de componentes principales y luego la agrupación definida por el análisis Cluster se definen las 4 zonas que serán utilizadas como categorías de la variable de entorno “Zona”. Esta decisión está respaldada por los resultados de estudios previos de eficiencia con la zona como variable de entorno en esta ganadería (Urdaneta *et al* 2010^b) donde se recomienda la reducción del número de zonas agroecológicas para un mejor análisis de eficiencia.

Tabla 5.3. Miembros de grupo (Cluster membership)

Número del caso	Municipio	Grupo ó Cluster
1	Páez	1
2	Mara	1
3	Miranda	1
4	COL	2
5	La cañada	2
6	Rosario	2
7	Jesús E. Lossada	2
8	Valmore Rodríguez	2
9	Machiques de Perijá	3
10	Baralt	3
11	Jesús M ^a Semprúm	3
12	Catatumbo	3
13	Colón	4
14	Sucre	4

Fuente: Elaboración propia

En definitiva, los municipios Mara, Páez y Miranda, al norte del lago de Maracaibo conforman la Zona 1. En la parte central se ha estructurado el grupo más numeroso, el cual constituye la Zona 2, cuyos municipios son Jesús Enrique Lossada, Rosario de Perijá, La Cañada de Urdaneta, Valmore Rodríguez y los municipios de la Costa Oriental (COL). Más al sur del lago de Maracaibo se han identificado dos grupos. La Zona 3 estructurada por Machiques de Perijá, Baralt, Catatumbo y Jesús María Semprúm y la Zona 4 conformada por los municipios Colón y Sucre. De esta manera la

distribución de municipios por Zonas agroeconómicas queda como se muestra en la Figura 5.4.

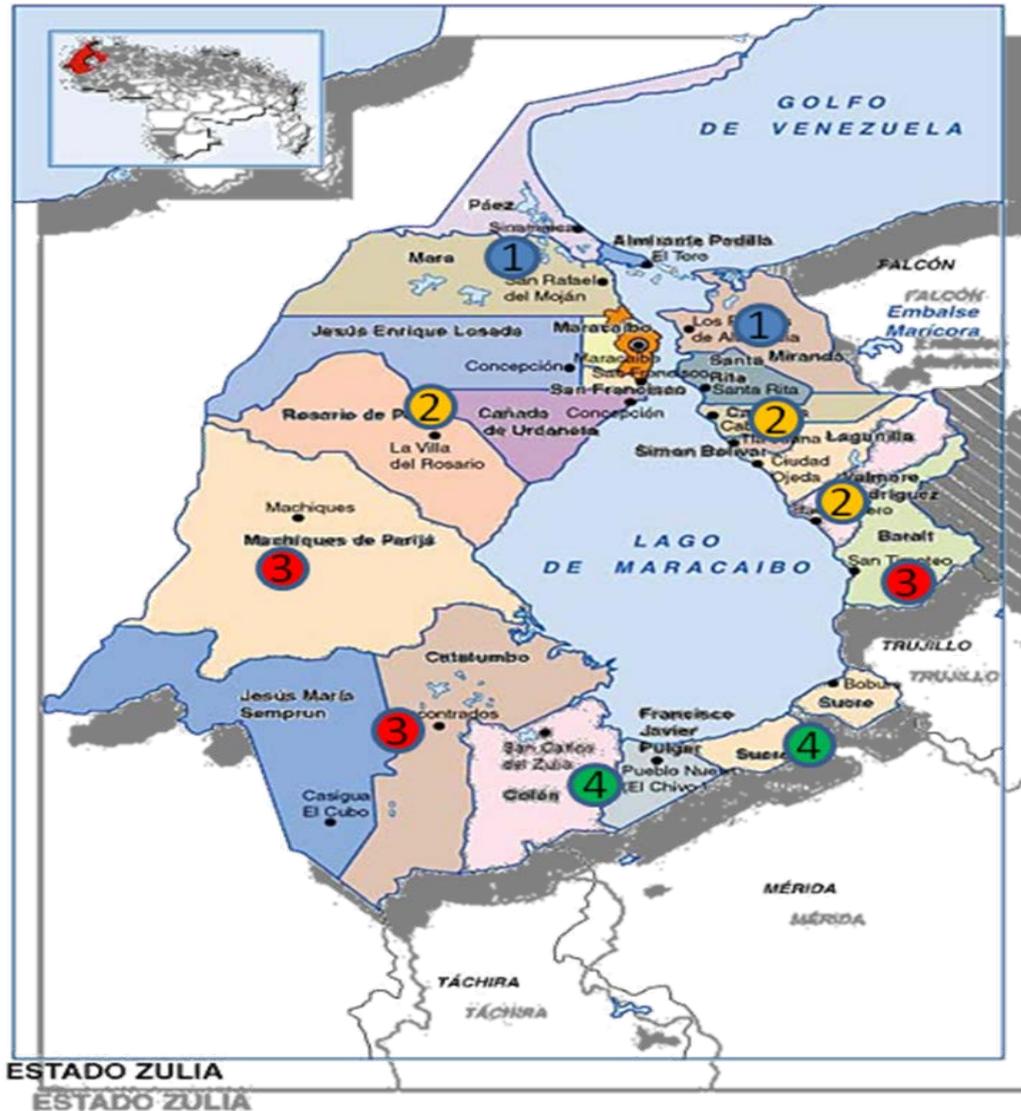


Figura 5.4. Ubicación de las zonas agroeconómicas

Fuente: Elaboración propia

5.4. CARACTERIZACIÓN DE LAS ZONAS AGROECONÓMICAS DEFINIDAS PARA ESTE ESTUDIO.

La conformación de las Zonas agroecológicas ha dado origen a grupos de municipios cuyas características comunes serán descritas en este apartado, asimismo se realizará una comparación de indicadores para explorar las diferencias entre Zonas.

5.4.1. ZONA 1.

Se corresponde con los municipios Mara, Páez y Miranda localizados en bosque muy seco y bosque seco tropical según la tradicional clasificación de Holdrige (1978) y Ewel y Madriz (1968). Situados en el norte de la región zuliana cuyo relieve es predominantemente llano, los suelos son pobres y presentan severas condiciones de aridez; sin embargo, la ganadería de doble propósito se desarrolla hacia el noroeste de la Zona 1, cerca del límite con Colombia, donde mejora la precipitación y en consecuencia la producción de pastos, aun cuando, sigue siendo deficitaria, de manera que los productores de doble propósito hacen uso de técnicas de riego por inundación, cultivando especies adaptadas a la salinidad como los pastos bermudas (*Cynodon spp*) o alemán (*Echinochloa polistachia*). La mayoría de los habitantes del municipio pertenecen a la etnia Wayúu quienes se constituyen en la principal mano de obra para estos sistemas de producción. En esta área, los suelos presentan algunos problemas de fertilidad y salinidad que son factibles de resolver. El factor limitante es el clima, que impide el continuo suministro de pastos provenientes del pastoreo de secano.

5.4.2. ZONA 2.

Se corresponde con los municipios Cabimas, Simón Bolívar y Lagunillas, o agrupación identificada como costa oriental del lago (COL) y el municipio Valmore Rodríguez de gran tradición petrolera, pero también con la presencia de sistemas de producción ganaderos de doble propósito. Por otra parte, en la costa occidental del lago, también constituyen la zona 2, municipios de gran tradición ganadera, entre ellos: Jesús Enrique Lossada, La Cañada de Urdaneta y Rosario de Perijá. Entre estos municipios de la costa occidental del lago y el piedemonte de la sierra de Perijá se encuentran planicies y terrenos ondulados de distintas condiciones de fertilidad y régimen de lluvias parcialmente deficitario, con distribución bimodal. Predominan, además, las zonas de vida de bosque seco tropical.

5.4.3. ZONA 3.

Está conformada por los municipios Machiques de Perijá, Jesús María Semprúm y Catatumbo en la costa occidental del Lago y por el municipio Baralt en la costa oriental del lago. En esta zona se encuentran suelos ubicados en medios deposicionales, formados por los grandes ríos que los circundan, los cuales también tienen mucha aptitud para el desarrollo agrícola. Existen suelos localizados en esta zona que son de origen aluvional, lo cual le otorga gran potencial edáfico para el desarrollo de la agricultura vegetal. El cultivo de pastos bajo lluvia es altamente factible.

5.4.4. ZONA 4.

La zona 4 o sur del Lago de Maracaibo, está conformada por los municipios Colón, Francisco Javier Pulgar y Sucre. Está caracterizada por los mejores suelos y abundantes precipitaciones bien distribuidas (bosque húmedo y muy húmedo tropical). Ésta es una de las regiones de Venezuela cuya incorporación a la dinámica económica nacional puede considerarse relativamente tardía. Hasta la década de los años 40, buena parte de las extensas planicies que la conforman habían permanecido con un bajo nivel de ocupación y uso. La deforestación masiva de estas tierras, fue impulsada por una política de fomento ganadero en los años 70 para garantizar una zona de abastecimiento de la agroindustria lechera, implantándose la ganadería de doble propósito. Sin embargo, esto ha significado una pérdida hasta hoy incuantificada del patrimonio ecológico, ya que, las tasas de deforestación más elevadas del país ocurrieron en esta zona (7,43%), con la incorporación a la producción de unas 700.000 ha de tierras, con gran potencial para el desarrollo forestal, agrícola y pecuario, que hasta ahora han sido objeto de un débil aprovechamiento comparado con la diversidad de ese potencial (Romero, 1995).

Resalta el mismo autor la necesidad de recordar, que se trata de manejar un sistema en un medio tropical, cuyas principales características son la complejidad de procesos y la heterogeneidad de factores ambientales y componentes bióticos para la producción de leche, carne, plátanos y arboles maderables como principales producciones.

5.4.5. COMPARACIÓN DE INDICADORES ENTRE ZONAS AGROECONÓMICAS.

Ya definidas las Zonas Agroeconómicas y sus características agroecológicas más importantes para la cría de ganado bovino de doble propósito con la consecuente producción de leche y carne, se realiza una comparación entre zonas de las principales características de manejo e indicadores productivos.

En primer lugar se ha analizado la distribución de frecuencias y tamaño medio de las unidades de producción por Zonas Agroecológicas (Tabla 5.4), observándose que las zonas con mayor proporción de unidades de producción de doble propósito son la 2 y 3 con 108 y 104 fincas respectivamente, representando en suma más del 68,17% de la muestra en estudio. Como ya se ha explicado, estos municipios son los de mayor tradición ganadera con la cría de rebaños de doble propósito. La menor proporción de unidades se encuentra en la Zona 1, ya que las condiciones agroecológicas para la producción de leche y carne se limita a los márgenes del río Limón donde mejoran las condiciones para la producción, puesto que estos municipios son principalmente áridos.

Tabla 5.4. Distribución de frecuencias y tamaño medio de las unidades de producción por Zona Agroeconómica

Zona	Frecuencia Absoluta (n)	Frecuencia Relativa (%)	Superficie Media (ha)	Desviación estándar (ha)
1	36	11,58	213,25	178,36
2	108	34,73	206,70	163,21
3	104	33,44	211,07	201,77
4	63	20,26	183,42	165,97
Total	311	100,00	204,20	178,71

Fuente: Elaboración propia

Por último se observa la Zona 4 con 63 unidades que representan el 20,26% de la muestra. Si bien es una zona con muy buenas precipitaciones y mejores suelos, la ganadería que predomina tiene una tendencia mayor a la producción de carne, de manera que para este estudio se han seleccionado ganaderías típicas de doble propósito, disminuyendo el número de unidades seleccionadas.

En relación con el tamaño de la finca, se ha observado una media general de 204,20 ha con una desviación estándar de 178,71, lo que nos indica la gran variabilidad de tamaños de fincas en la muestra. No se observaron diferencias significativas entre Zonas Agroeconómicas para la superficie ocupada por las unidades de producción, de manera que no es un factor que pudiera incidir en los resultados por Zonas.

La Tabla 5.5, muestra la frecuencia de modalidad de producción por Zona Agroeconómica. En ella se pudo detectar con la ayuda del análisis Chi cuadrado que la relación entre ambos factores de clasificación es significativa ($p\chi^2=0,035$), observándose una tendencia de disminución de la frecuencia de sistemas vaca-maute de la zona 1 a la Zona 4 y por el contrario un incremento en la frecuencia de los sistemas vaca-novillo de la zona 1 a la zona 4. Esto se debe a los beneficios que da la disponibilidad de pastos en zonas con mejores precipitaciones y suelos, los cuales permiten al productor manejar cargas animales más altas y dejar los mautes hasta que alcancen el peso de novillos para enviarlos a la sala de matanza.

En cuanto a las prácticas de manejo de pastizales por Zonas Agroecológicas (Tabla 5.6) se ha observado relación de las zonas con la fertilización, el control químico de malezas y el riego ($p\text{valor } \chi^2 < 0,05$), ya que como es de esperar, tanto la fertilización como el riego, disminuyen de la zona 1 a la zona 4 por efecto de las mejores condiciones agroecológica. De la misma manera se ha observado una tendencia parecida en el uso del control químico de malezas y sin embargo, la zona 2 evidencia tanto como la zona 4

una mayor frecuencia de uso (83,33 y 85,75%).

Tabla 5.5. Frecuencia de modalidad de producción por Zona Agroeconómica

Zona	Modalidad de producción					
	Vaca-maute		Vaca- novillo		Total	
	n	%	n	%	n	%
1	30	83,23	6	16,67	36	11,58
2	82	75,96	26	24,07	108	34,73
3	64	61,54	40	38,46	104	33,44
4	46	73,02	17	26,58	63	20,26
Total	222	71,38	89	28,62	311	100

0 casillas (,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5.

La frecuencia mínima esperada es 10,30 (**Pvalor $\chi^2=0,035$**)

Fuente: Elaboración propia

El control de plagas no es una práctica muy frecuente en todas las Zonas Agroecológicas (entre el 3,70 y 11,11%). Por el contrario, el control manual mecánico de malezas es una de las prácticas más frecuentes en todas las Zonas agroecológicas (entre el 49,07 y 61,11%). En ambos casos no se ha detectado relación con la Zona.

Tabla 5.6. Frecuencia de uso de prácticas de manejo de pastos por Zona Agroeconómica

Indicador de uso	Zona 1 N=36 (%)	Zona 2 N=108 (%)	Zona 3 N=104 (%)	Zona 4 N=63 (%)	Total N=315 (%)
Fertilización *	38,89	34,26	19,23	12,70	25,40
Control químico de malezas *	66,67	83,33	67,31	85,71	76,53
Control de plagas	5,56	3,70	10,58	11,11	7,72
Riego*	41,67	25,93	23,08	4,76	22,51
Control manual mecánico de malezas	61,11	49,07	55,77	53,97	53,70
Rotación de potreros	61,11	49,07	55,77	53,97	53,70

0 casillas (,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. * (**Pvalor $\chi^2<0,05$**)

Fuente: Elaboración propia

Las medias de índices de manejo de pastizales por Zonas Agroeconómicas se observan en la Tabla 5.7, donde se puede apreciar que, de acuerdo con el análisis de la varianza realizado, existen diferencias altamente significativas ($p<0,01$) entre zonas para todos los indicadores. La carga animal, el número de vacas por hectárea, la superficie de pastos de la finca y la superficie en rotación de potreros muestran una tendencia de

incremento de la Zona 1 a la Zona 4. En cambio, el tamaño promedio de potreros es menor en las zonas de mayor precipitación (3 y 4).

Tabla 5.7. Medias de índices de manejo de pastizales por Zona Agroeconómica

Índices	Zona 1 N=36	Zona 2 N=108	Zona 3 N=104	Zona 4 N=63	Total N=311
Carga animal (UA/ha) **	0,66	0,85	1,12	1,56	1,06
Vacas por hectárea (número de vacas/ha) **	0,36	0,45	0,59	0,81	0,56
Superficie con pastos (%) **	67,27	74,99	81,01	85,15	78,16
Tamaño promedio de potreros (ha) *	10,45	5,05	6,40	4,66	5,94
Superficie en rotación de potreros (%) **	77,71	81,76	73,19	91,58	81,07

** La diferencia es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

* La diferencia es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

Fuente: Elaboración propia

Esta caracterización muestra que las estrategias de manejo de pastos son decisiones influenciadas por la Zona Agroeconómica: menor superficie de pastos y en rotación de potreros, con potreros más grandes en aquellas zonas más secas, ocasionan el manejo de menor número de vacas por hectárea y de menor carga animal. En cambio, una mayor superficie de pastos y en rotación de potreros, con potreros pequeños en aquellas zonas privilegiadas por la naturaleza, permiten un manejo de mayor número de vacas por hectárea y carga animal.

La Tabla 5.8 muestra las frecuencias de uso de los diferentes suplementos para alimentación animal. La prueba de Chi cuadrado permitió identificar que las frecuencias de uso del alimento concentrado, las sales, los minerales, la melaza, el heno, la harina de maíz y la yacija muestran dependencia con la Zona Agroeconómica (Pvalor $\chi^2 < 0,01$). Sin embargo, ni el uso de bloques multinutricionales, ni el suministro de silaje resultaron relacionados con la Zona (Pvalor $\chi^2 > 0,01$), y con estos últimos dos suplementos se ha observado una muy baja frecuencia de uso.

Las Zonas 1, 2 y 3 han mostrado un comportamiento parecido en el uso de suplementos para la alimentación animal, y sin embargo hay que destacar que el uso del heno tiene una mayor frecuencia en la Zona 2 (11,11%) ya que está ubicada en bosque seco tropical y la duración del verano favorece este tipo de estrategias para mantener los requerimientos de fibra de los animales. Por otro lado, se ha observado que la Zona 3 muestra la mayor frecuencia de uso de la Harina de maíz (22,12%) y la Yacija (22,12%).

Este último suplemento sirve para llevar a término a los animales machos que van a la sala de matanza.

Se hace necesario resaltar que en la Zona 4, se ha manifestado la menor frecuencia de uso de alimento concentrado (9,52%) y del menor número de suplementos, centrando la alimentación base en los pastos y la suplementación sólo en las sales (100%), los minerales (93,06%) y la melaza (95,24%).

Tabla 5.8. Frecuencias de uso de suplementos alimenticios para el rebaño por Zona Agroeconómica

Insumo alimenticio utilizado	Zona 1 N=25 (%)	Zona 2 N=102 (%)	Zona 3 N=93 (%)	Zona 4 N=51 (%)	Total (N=311) (%)
Alimento concentrado**	55,56	53,70	56,73	9,52	45,98
Sales**	86,11	89,81	96,15	100,00	93,57
Minerales**	66,67	74,07	81,73	92,06	79,42
Melaza**	66,67	72,22	85,58	95,24	80,71
Bloques multi-nutricionales	0,00	1,85	1,92	3,17	1,93
Heno**	5,56	11,11	1,92	0,00	5,14
Silaje	0,00	2,78	1,92	0,00	1,61
Harina de maíz**	13,89	9,26	22,12	0,00	12,22
Yacija**	5,56	9,26	22,12	0,00	11,25

0 casillas (,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5.

** (Pvalor $\chi^2 < 0,01$)

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 5.9 muestra las diferencias entre las medias de los resultados productivos, donde se han podido observar diferencias significativas entre zonas ($P < 0,05$) para los indicadores parciales de producción anual de leche por superficie (L/ha), de producción media diaria por vaca en ordeño (L/vo), de ganancia media por superficie (\$/ha) y de productividad media anual de carne por superficie (Kg/ha); no así para el costo unitario de producto (\$/eq-L).

La producción de leche mejora substancialmente de la Zona 1 a la 4 (de 587,53 a 1.217,18 L), igualmente sucede con la producción de carne (de 55,36 a 134,63 Kg/ha) y con los indicadores de ganancia (de 83,58 a 153,62\$/ha). En cambio, la productividad del rebaño lechero aumenta de la Zona 4 a la 1 (de 5,88 a 6,40L/vo), de donde se infiere que la mayor ganancia expresada por la Zona 4 se debe a un mayor número de vacas en ordeño y a una mayor producción de carne por hectárea.

Tabla 5.9. Índices de productividad por Zona Agroeconómica

Índices	Zona 1 N=36	Zona 2 N=108	Zona 3 N=104	Zona 4 N=63	Total N=311
Producción anual de leche por superficie (L/ha) **	587,53	688,74	823,11	1.217,18	829,01
Producción media de leche diaria por vaca en ordeño (L/vo) **	6,40	6,08	5,35	5,88	5,83
Producción media anual de carne por superficie (Kg/ha) **	55,36	67,65	100,54	134,63	90,79
Ganancia media por superficie (\$/ha) *	83,58	97,88	114,13	153,62	112,95
Costo medio por Equivalente-litro (\$/eq-L)	0,135	0,127	0,129	0,127	0,129

** La diferencia es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

* La diferencia es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

Fuente: Elaboración propia

Estudios previos han orientado estos resultados (Urdaneta *et al*, 2010^a) los cuales ratifican la necesidad de considerar a la Zona Agroeconómica como variable de entorno, dadas las características diferenciales tanto en los indicadores de las variables consideradas para la agrupación multivariante, como del resto de los indicadores que resultaron con diferencias significativas y que definen formas de manejo característicos de las zona bajo estudio, los cuales podrían ser identificados como configuradores de distintas fronteras para las 4 zonas consideradas.

CAPÍTULO VI. DESCRIPTIVA Y ANÁLISIS DE EFICIENCIA PARA CADA ZONA AGROECONÓMICA

En el presente Capítulo de Análisis de eficiencia para cada Zona Agroeconómica se realiza un estudio de los resultados del análisis con la envolvente de datos para cada una de las zonas ya definidas en el Capítulo V (una frontera para cada zona). Para abordar el estudio de la eficiencia, en primer lugar se ha realizado un análisis de datos atípicos multivariante y multioutput, para, en segundo lugar proceder con una descriptiva de las variables del modelo. Después de conocidas las unidades eficientes, los tipos de retornos a escala y las holguras, se ha realizado un análisis de perfiles de unidades eficientes por medio del estudio de los niveles de referentes con sus indicadores de manejo y productivos, con el fin de identificar factores de eficiencia que puedan contribuir a la definición del perfil de unidades eficientes.

En el marco de este análisis, la solución del modelo DEA nos proporciona los índices de eficiencia de las unidades de la muestra y como consecuencia también se detectan las empresas que están en la frontera y por tanto son totalmente eficientes. Cada una de ellas se encuentra en un vértice de la envolvente y es referente de aquellas empresas no eficientes cuya proyección esta próxima a ella. Así, cada unidad eficiente será referente de un número determinado de empresas ineficientes dependiendo de cuales de éstas son las que tienen una estructura input-output similar a aquella. Por este motivo, si una empresa es referente de muchas ineficientes serán muchas las empresas que pueden mejorar su eficiencia emprendiendo cambios que la asemejen a la eficiente de referencia. Interesa, por tanto, estudiar las características de las empresas eficientes, distinguiendo por el número de empresas de las que son referentes.

Así pues, se ha realizado una clasificación en niveles de referentes teniendo en cuenta el número de unidades no eficientes que tienen como referente a cada unidad eficiente, de manera que el nivel de referente 3 se corresponde con las unidades que son mas referenciadas, seguido por los niveles 2 y 1, los cuales están conformados también por fincas eficientes pero que son referentes de menos unidades y por último se tiene el nivel de referentes 0, el cual se corresponde con las unidades no eficientes, por lo tanto no son referentes de otras unidades.

Además, se ha efectuado el estudio de las características de las empresas eficientes en comparación de las que no lo son, con el fin de establecer perfiles que nos lleven a plantear medidas enfocadas a mejorar los índices globales de eficiencia del sector a nivel de zona

6.1. ZONA AGROECONÓMICA 1

Tal como se determinó en el Capítulo V, la Zona 1 se corresponde con los municipios Mara, Páez y Miranda localizados al norte del estado Zulia. En esta zona agroeconómica predomina la característica xerófila de su vegetación, sin embargo, en la costa occidental del lago de Maracaibo (municipios Mara y Páez), la ganadería de doble propósito se concentra cerca del límite con Colombia, hacia la Sierra de Perijá donde los suelos son de mejor calidad para la producción de pastos, puesto que se encuentran localizados en las inmediaciones del río Limón. En la Costa Oriental del Lago (Municipio Miranda) las condiciones agroecológicas para el establecimiento de este tipo de sistema de producción se encuentran al sureste del municipio.

6.1.1. ANÁLISIS DE DATOS ATÍPICOS (OUTLIERS)

El análisis de datos atípicos por el método de Wilson (1993) permitió la identificación de 11 “outliers” indicados en la Figura 6.1 donde se ha observado un último punto de inflexión máxima en el valor de log-ratio para la combinación de 11 elementos. Si bien, se recomienda la aplicación de más de un método de detección de datos atípicos, solo se aplicó esta técnica debido a que esta zona agroeconómica presentaba escasas 36 unidades de producción, de manera que insistir sobre la detección de más “outliers” podría llevarnos a una pérdida innecesaria de información.

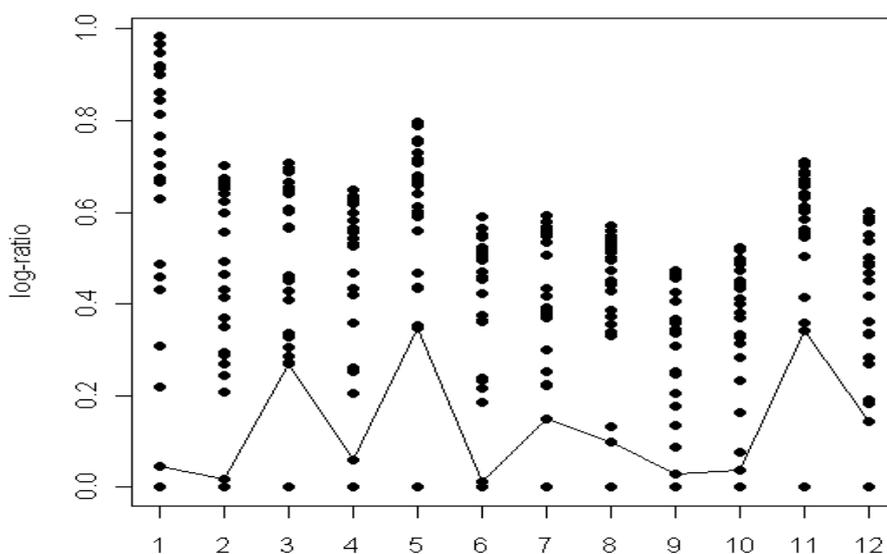


Figura 6.1.- Valores Log-ratio para los datos de la Zona 1

Fuente: Elaboración propia

Después de determinar el punto log ratio que se separa de la base de la gráfica se procede a identificar las unidades que presentan los menores valores de $R_{\min}^{(i)}$ (Tabla 6.1). Las unidades identificadas se corresponden con los números: 33, 7, 4, 5, 30, 1, 22, 34, 12, 29, 3 y 36, los cuales han sido eliminados, quedando 25 unidades de producción para el análisis de eficiencia.

Tabla 6.1. Detección de datos atípicos en la Zona 1.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	$R_{\min}^{(i)}$
1	36												0,045914
2	1	3											0,018832
3	1	3	36										0,270589
4	1	22	3	36									0,060531
5	1	22	34	3	36								0,034685
6	1	22	34	29	3	36							0,013115
7	1	22	34	12	29	3	36						0,150608
8	30	1	22	34	12	29	3	36					0,099408
9	4	30	1	22	34	12	29	3	36				0,029061
10	33	7	30	1	22	34	12	29	3	36			0,036406
11	33	7	4	30	1	22	34	12	29	3	36		0,342551
12	33	7	4	5	30	1	22	34	12	29	3	36	0,144813

Fuente: Elaboración propia

6.1.2. DESCRIPTIVA DE LAS VARIABLES DEL MODELO.

Los valores medios de las variables del modelo para la Zona 1 se muestran en la Tabla 6.2, y en ella se observa una gran dispersión de los datos. La superficie presenta un valor mínimo de 25 ha y máximo de 582 ha, lo que ha ocasionado una desviación estándar de 125,94 ha, para una media de 135,60 ha. Este estudio en la Zona 1, se extiende por una superficie de 3.390 ha, con una producción de leche de 1.429.779,00 L y 6.310,76 Kg de carne. De la misma manera puede observarse la gran dispersión en el resto de los valores para las variables del modelo.

Tabla 6.2. Descriptiva de las variables del modelo para la Zona 1 (n=25)

Variable	Mínimo	Máximo	Suma	Media	Desviación estándar
HA	25,00	582,00	3.390,00	135,60	125,94
UA	9,50	218,33	1.765,56	70,62	52,11
UTH	0,97	12,51	98,15	3,93	3,41
CV\$	17,90	18.725,92	117.454,46	4.698,18	4.498,76
CF\$	4,97	8.168,64	38.445,49	1.537,82	1.790,61
LECHE	10.134,00	160.920,00	1.429.779,00	57.191,16	39.080,72
CARNE	430,00	17.670,00	157.769,00	6.310,76	5.007,85

UA: unidades animales. UTH: unidad trabajo hombre. CV\$: costos variables en dólares norteamericanos. CF\$: costos fijos en dólares norteamericanos. LECHE: producción anual de leche en L. CARNE: producción anual de carne en Kg.

Fuente: Elaboración propia

6.1.3. RESULTADOS DEL ANÁLISIS ENVOLVENTE DE DATOS.

El índice de eficiencia técnica para la Zona 1 ha mostrado el valor medio de 81,52% con solo 11 unidades que alcanzaron la frontera de producción para este grupo de datos. La eficiencia técnica pura superó la anterior con una media de 93,56% y 19 unidades eficientes. Por otro lado, para la eficiencia de escala se obtuvo un valor medio de 87,52% para 12 unidades eficientes. Esta Zona muestra índices de eficiencia altos considerando la frontera individual de los datos de la Zona 1.

Tabla 6.3.- Descriptiva de índices de eficiencia para la Zona 1 (n=25)

	Media	Mínimo	Desviación estándar	Unidades eficientes
Eficiencia técnica	81,52	34,00	21,34	11
Eficiencia técnica pura	93,56	45,00	14,37	19
Eficiencia de escala	87,52	34,00	18,44	12

Fuente: Elaboración propia

Las mejoras potenciales para las variables involucradas en el modelo que arroja el análisis de eficiencia se observan en la Tabla 6.4. Para el modelo CRS se espera una disminución considerable de insumos, especialmente en lo que se refiere a la superficie, ya que estima una disminución de -23,71%. En ese mismo orden de ideas, se ha observado que los resultados DEA muestran la necesidad de disminuir también los costos fijos (-22,48%). El sobredimensionamiento de los inputs se manifiesta en ambos modelos pero con mayor intensidad en el modelo de retornos constantes, aun cuando el aumento de la producción de leche se recomienda en el modelo VRS y no para CRS. La producción de carne es posible aumentarla en 5,07% y 31,19% para los modelos CRS y VRS respectivamente, con el uso de estos mismos insumos (inputs).

Tabla 6.4. Mejoras de inputs y outputs (holguras) para la Zona 1 (n=25)

Modelo	HA	UA	UTH	CV\$	CF\$	LECHE	CARNE
CRS	-23,71	-16,29	-16,53	-16,02	-22,48	0,00	5,07
VRS	-16,77	-10,34	-8,27	-9,75	-19,40	4,34	31,19

HA: Superficie en ha. UA: unidades animales. UTH: unidad trabajo hombre. CV\$: costos variables en dólares norteamericanos. CF\$: costos fijos en dólares norteamericanos. LECHE: producción anual de leche en L. CARNE: producción anual de carne en Kg.

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 6.5, muestra el tipo de retorno a escala para las unidades de producción que se han analizado en la Zona 1, donde el 36% de las DMUs se encuentran

en retornos decrecientes, el 48% en retornos constantes y sólo el 16% en retornos crecientes. La mayor proporción de las unidades de esta zona se encuentran produciendo a escala óptima.

Tabla 6.5. Tipos de retornos a escala para las unidades de producción de la Zona 1 (n=25)

Tipos de retornos a escala	n	%
Decreciente (-1)	9	36,0
Constante (0)	12	48,0
Creciente (1)	4	16,0

Fuente: Elaboración propia

6.1.4. ANÁLISIS DE PERFILES DE EFICIENTES. ESTUDIO DE REFERENTES PARA LA ZONA 1.

El estudio de los niveles de referentes en la Zona 1, para el modelo CRS (Tabla 6.6) muestra que en el grupo de fincas con 0 referentes (no eficientes) se presenta un manejo de pastizales caracterizado por una mayor proporción de la superficie fertilizada (0,21), mayor superficie bajo riego (0,34) y con mayor proporción en el control de plagas (0,07) y control manual mecánico de malezas (0,38). Este patrón de uso de insumos no favorece el alcance de la frontera de la eficiencia, y asimismo, se observa que el nivel de referentes 3, muestra una alta proporción de la superficie bajo control químico de malezas (0,67) y el total de su superficie de pastos bajo el esquema de rotación de potreros (1,00). Sin embargo, la prueba de medias no ha detectado diferencias entre niveles de referentes arrojados por el modelo DEA-CRS, para los indicadores de manejo de pastos en la Zona 1, ya que se observan decisiones muy variables en el uso de los insumos para este manejo.

Tabla 6.6 Medias de indicadores de manejo de pastos por nivel de referente para la Zona 1 (modelo CRS)

Nivel de referente (CRS)	PSFERT	PSCQ	PSPLAGA	PSREGAD	PCMM	PROT
0 n=14	0,21	0,31	0,07	0,34	0,38	0,81
1 n=3	0,04	0,25	0,00	0,00	0,00	0,33
2 n=5	0,20	0,59	0,00	0,22	0,24	0,80
3 n=3	0,01	0,67	0,00	0,01	0,33	1,00
Total n=25	0,16	0,40	0,04	0,24	0,30	0,77

PSFERT: proporción de superficie fertilizada. PSCQ: proporción de superficie con control químico de malezas. PSPLAGA: proporción de superficie con control de plagas. PSREGAD: proporción de superficie regada. PCMM: proporción de superficie con control manual mecánico de malezas. PROT: proporción de superficie en rotación de potreros

Fuente: Elaboración propia

En cuanto al uso de insumos para la suplementación animal (Tabla 6.7) se ha observado en el grupo de fincas con mayor nivel de referentes (3), el menor uso anual de alimento concentrado (80,97 Kg/vaca), de sales (14,03 Kg/vaca), así como un uso moderado de la melaza (52,43 Kg/vaca) y de la harina de maíz (40,44 Kg/vaca) en comparación con los otros niveles de referentes y los no referenciados. La prueba de medias no detectó diferencias entre los niveles de referentes para los indicadores de alimentación suplementaria animal.

Tabla 6.7. Medias de indicadores de suplementación animal por nivel de referente para la Zona 1 (modelo CRS)

Nivel de referente (CRS)	CONCVM	SALVM	MINVM	MELVM	HENOVVM	HARIVM	YACIVM
0 n=14	155,50	77,82	15,08	78,59	1.446,42	109,52	5,71
1 n=3	265,56	48,48	15,75	95,45	0,00	15,55	0,00
2 n=5	322,63	91,33	2,20	25,13	540,00	65,33	0,00
3 n=3	80,97	14,03	3,48	52,43	0,00	40,44	0,00
Total n=25	193,19	69,35	11,19	66,78	918,00	81,12	3,20

CONCVM: Kg anuales de alimento concentrado por vaca-masa. **SALVM:** Kg anuales de sales por vaca-masa. **MINVM:** Kg anuales de minerales por vaca-masa. **MELVM:** Kg anuales de melaza por vaca-masa. **HENO:** Kg anuales de heno por vaca-masa. **HARIVM:** Kg anuales de harina de maíz por vaca-masa. **YACIVM:** Kg anuales de yacija por vaca-masa.

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 6.8, muestra las medias de indicadores productivos para la Zona 1 (modelo CRS). En la referida Tabla, se indica que se han detectado diferencias entre los niveles de referentes con respecto a la carga animal (UA/ha), la productividad de leche por hectárea (L/ha) y la ganancia por hectárea (G/ha). Aun cuando no se han detectado diferencias entre niveles de referentes para la producción diaria de leche por vaca en ordeño (L/vo) ni para el costo unitario del producto (C/eqL), se ha observado el menor costo unitario y uno de los menores valores para la producción de leche por vaca, para el nivel de referentes 3, lo cual es compensado por la mayor carga animal.

La estrategia productiva de estos ganaderos para alcanzar la frontera de la eficiencia es la productividad por unidad de superficie, tanto en leche como en carne. Esto se logra, en el modelo de rendimientos constantes, por medio de un incremento de la carga animal.

Tabla 6.8. Media de indicadores productivos para la Zona 1 (modelo CRS)

Nivel de referente (CRS)	UA/ha*	L/ha**	L/vo	Kg/ha**	G/ha(\$)**	C/eqL(\$)
0 n=14	0,47	329,57	5,63	31,80	31,68	0,20
1 n=3	0,86	856,97	7,02	117,87	180,18	0,12
2 n=5	0,98	946,50	8,43	96,49	99,01	0,13
3 n=3	1,05	1.129,05	5,92	91,68	241,89	0,09
Total n=25	0,69	612,18	6,39	62,25	88,19	0,16

UA/ha: Unidades animales por hectárea. **L/ha:** litros de leche por hectárea al año. **L/vo:** litros de leche por vaca al día. **Kg/ha:** kilogramos de carne producidas anualmente por hectárea. **G/ha(\$):** ganancia por hectárea en dólares norteamericanos. **C/eqL(\$).** Costo unitario de producto en dólares norteamericanos. **p<0,01 * p<0,05

Fuente: Elaboración propia

En el modelo de retornos variables, los niveles de referentes presentan diferentes combinaciones de estrategias para el manejo de pastizales. Si se observa la Tabla 6.9, se aprecia que las unidades de producción del nivel más alto de referentes no fertilizan, tampoco controlan plagas y presentan un bajo índice de superficie regada (0,03). Asimismo, realizan el mayor control químico de malezas (0,67) con respecto a los otros niveles, acompañado de control manual mecánico (0,29) y toda la superficie de pastizales está bajo rotación de potreros. Al observar el nivel de referentes 2, el índice de superficie fertilizada se eleva a 0,25 y el de superficie regada a 0,26. Llama la atención que ambos niveles lo conforman unidades eficientes y que logren formar parte de la frontera con una tendencia diferente en las estrategias de manejo. Sin embargo, la prueba de medias no ha detectado diferencias entre los niveles de referentes para estos indicadores de manejo, y nuevamente la gran variabilidad en el uso de los insumos impide detectar estas diferencias.

Tabla 6.9. Medias de indicadores de manejo de pastos por nivel de referente para la Zona 1 (modelo VRS)

Nivel de referente (VRS)	PSFERT	PSCQ	PSPLAGA	PSREGAD	PCMM	PROT
0 n=6	0,24	0,27	0,00	0,40	0,42	1,06
1 n=12	0,14	0,38	0,90	0,20	0,32	0,56
2 n=4	0,25	0,48	0,00	0,26	0,08	0,75
3 n=3	0,00	0,67	0,00	0,03	0,29	1,00
Total n=25	0,16	0,40	0,04	0,24	0,30	0,77

PSFERT: proporción de superficie fertilizada. **PSCQ:** proporción de superficie con control químico de malezas. **PSPLAGA:** proporción de superficie con control de plagas. **PSREGAD:** proporción de superficie regada. **PCMM:** proporción de superficie con control manual mecánico de malezas. **PROT:** proporción de superficie en rotación de potreros.

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 6.10 muestra el uso de insumos para la suplementación alimenticia de los animales, para cada clase de nivel de referentes. Puede apreciarse que aun cuando con la prueba de medias no se detectaron diferencias entre los niveles de referentes para estos indicadores, pueden estudiarse algunos patrones de comportamiento, ya que en las unidades con mayor nivel de referentes se utilizan altos niveles de alimento concentrado por vaca al año (273 Kg/vaca) y las cantidades más bajas de la mayoría del resto de los insumos alimenticios. Queda claro el innecesario uso de los mismos para estos niveles productivos.

En la Zona 1 resulta muy variada la cantidad y tipo de insumos utilizados. El uso del heno que se reportan en este estudio para las unidades de los niveles de referentes 1 y 2 resulta adecuado para alcanzar la frontera de la eficiencia, y esta estrategia de alimentación complementaria es recomendada para zonas con escasa precipitación tal como es el caso de la Zona 1. Estudios realizados en fincas situadas en bosque seco tropical en la cuenca del Lago de Maracaibo, indican que el suministro anual de heno por vaca en el rebaño (Kg/vaca) discrimina entre niveles gerenciales estudiados, y esto a su vez ha resultado asociado a los mejores resultados económicos (Peña *et al*, 1998).

Tabla 6.10. Medias de indicadores de suplementación animal por nivel de referente para la Zona 1 (modelo VRS)

Nivel de referente (VRS)	CONCVM	SALVM	MINVM	MELVM	HENOVVM	HARIVVM	YACIVVM
0 n=6	93,55	4,02	8,90	58,67	00,00	285,56	0,00
1 n=12	206,83	68,08	17,96	98,37	1687,50	3,89	6,67
2 n=4	241,79	114,42	0,00	12,39	675,00	112,00	0,00
3 n=3	273,11	5,00	3,67	29,10	0,00	0,00	0,00
Total n=25	193,19	69,35	11,19	66,78	918,00	81,12	3,20

CONCVM: Kg anuales de alimento concentrado por vaca-masa. **SALVM:** Kg anuales de sales por vaca-masa. **MINVM:** Kg anuales de minerales por vaca-masa. **MELVM:** Kg anuales de melaza por vaca-masa. **HENO:** Kg anuales de heno por vaca-masa. **HARIVM:** Kg anuales de harina de maíz por vaca-masa. **YACIVM:** Kg anuales de yacija por vaca-masa

Fuente: Elaboración propia

Los indicadores productivos que resultaron diferentes entre niveles de referentes para el modelo VRS han sido, la carga animal (UA/ha), la producción de leche por hectárea (L/ha) y la producción de leche diaria por animal (L/vo). A diferencia de los resultados para el modelo CRS, en este caso es importante tanto la productividad por animal como la productividad por hectárea, ya que se observa para el nivel de referentes 2, una mayor productividad de leche por animal (9,21 L/vo-día) así como un valor más alto de carga animal (1,19 UA/ha).

En relación con la ganancia por hectárea (G/ha) se ha observado el mayor valor para el nivel de referentes 2, y sin embargo el menor costo unitario (C/eqL) se ha detectado en el nivel de referentes 3 (Tabla 6.11), evidenciándose las diferentes estrategias productivas para alcanzar la eficiencia.

Si se analizan los valores alcanzados por las unidades ineficientes, se observa que a pesar de manejar un mayor valor de carga animal (0,55) y mayor productividad por vaca en ordeño (5,91) con respecto al nivel de referentes 1 (0,53UA/ha y 5,85 L/vo respectivamente), no consiguen mejores niveles de productividad por hectárea (38,56 K/ha) ni de G/ha (40,76 \$), ya que mantienen menor cantidad de vacas en ordeño a favor de un mayor número de animales para la producción de carne. La estrategia que, para el momento de la recolección de datos, ha favorecido a la eficiencia, se manifiesta en las unidades con mayor tendencia a la producción de leche.

Tabla 6.11. Media de indicadores productivos por nivel de referente para la Zona 1 (modelo VRS)

Nivel de referente (VRS)	UA/ha*	L/ha**	L/vo*	Kg/ha	G/ha(\$)	C/eqL(\$)
0 n=6	0,55	394,15	5,91	38,56	40,76	0,18
1 n=12	0,53	426,18	5,85	53,25	64,04	0,18
2 n=4	1,19	1.262,73	9,21	99,94	190,88	0,12
3 n=3	0,94	924,85	5,77	95,40	142,74	0,09
Total n=25	0,69	612,18	6,39	62,25	88,19	0,16

UA/ha: Unidades animales por hectárea. L/ha: litros de leche por hectárea al año. L/vo: litros de leche por vaca al día. Kg/ha: kilogramos de carne producidas anualmente por hectárea. G/ha(\$): ganancia por hectárea en dólares norteamericanos. C/eqL(\$). Costo unitario de producto en dólares norteamericanos.

**p<0,01 * p<0,05

Fuente: Elaboración propia

En relación a la comparación entre empresas eficientes y las que no lo son, se analiza la Tabla 6.12, donde se presenta un resumen de los valores medios de indicadores de manejo y productivos comparando ambos grupos (eficientes y no eficientes). En ella se pueden observar las diferencias estadísticas significativas para la producción de leche y carne por hectárea, así como para la ganancia por hectárea ($p<0,01$) y el costo unitario de producto ($p<0,05$) en el modelo de retornos constantes. Para este mismo modelo no se identificaron indicadores de manejo de pastos, ni de suplementación al rebaño que permitieran conformar un perfil de las eficientes.

En el modelo VRS, se detectan diferencias entre ambos grupos ($p<0,05$) para el uso de harina de maíz (HARIVM), pero surge como un insumo que debe utilizarse adecuadamente, ya que el grupo de eficientes lo utiliza en mucha menor cantidad. Llama

la atención en este modelo de retornos que ningún indicador productivo mostró diferencias entre los grupos. También es de destacar que existe una diferencia importante en el uso del alimento concentrado, ya que se observa que las unidades eficientes lo utilizan en una mayor magnitud, y sin embargo no se detectaron diferencias significativas para este indicador de uso.

Tabla 6.12. Media de indicadores por cada grupo de unidades eficientes (E) y no eficientes (NE) para la Zona 1

Modelo		Indicador							
		CONCVM	HARIVM	UA/ha	L/ha	L/vo	Kg/ha	G/ha(\$)	C/eqL(\$)
CRS	E	241,16	15,28	0,84	887,26**	7,03	92,94**	148,17**	0,12*
	NE	155,50	132,85	0,56	396,04	5,88	38,15	41,06	0,19
VRS	E	224,65	26,04*	0,73	681,03	6,54	69,74	103,17	0,15
	NE	93,56	255,56	0,55	394,15	5,91	38,56	40,76	0,18

CONCVM: Kg anuales de alimento concentrado por vaca-masa. **HARIVM:** Kg anuales de harina de maíz por vaca-masa. **UA/ha:** Unidades animales por hectárea. **L/ha:** litros de leche por hectárea al año. **L/vo:** litros de leche por vaca al día. **Kg/ha:** kilogramos de carne producidas anualmente por hectárea. **G/ha(\$):** ganancia por hectárea en dólares norteamericanos. **C/eqL(\$).** Costo unitario de producto en dólares norteamericanos. **p<0,01 * p<0,05

Fuente: Elaboración propia

En síntesis, el patrón de comportamiento de las unidades eficientes para la Zona 1, es diferente para cada modelo (CRS o VRS). En el modelo de retornos constantes las decisiones se centran en el manejo de los mayores valores de productividad por hectárea de ambos productos y disminuyendo el costo unitario. En cambio, para el modelo de retornos variables es necesario apuntar tanto a la mejora de la carga animal con mayor número de vacas en el rebaño, como a la producción diaria por vaca en ordeño para que, en las fincas eficientes se manejen más altos valores de producción y ganancia por hectárea, además del menor costo unitario debido a la combinación de estos dos indicadores. No se identifican decisiones de manejo entre los indicadores disponibles que se asocian a la eficiencia y, aun cuando no debe descuidarse el uso del alimento concentrado, se hacen necesarios análisis adicionales con otras variables que pudieran aportar información en relación con la determinación del perfil de eficientes en esta zona.

6.2. ZONA AGROECONÓMICA 2.

La Zona agroeconómica 2, la conforman los municipios Cabimas, Simón Bolívar y Lagunillas o agrupación identificada como costa oriental del lago (COL), además de los municipios Jesús Enrique Lossada, La Cañada de Urdaneta y Rosario de Perijá. Esta zona agroeconómica comprende desde el piedemonte de la sierra de Perijá hasta la costa oriental del lago de Maracaibo inclusive.

6.2.1. ANÁLISIS DE DATOS ATÍPICOS (OUTLIERS) PARA LA ZONA 2.

En esta zona se han identificado pocos datos atípicos, aun cuando es la zona que presenta un mayor número de unidades de analisis (DMU). Tal como se ha observado en la Figura 6.2, el valor log ratio más separado de la línea base de la curva se encuentra en las combinaciones de 3 observaciones, sin embargo se ha tomado hasta el valor log-ratio para las combinaciones de 6 observaciones por ser el segundo más separado de la línea base.

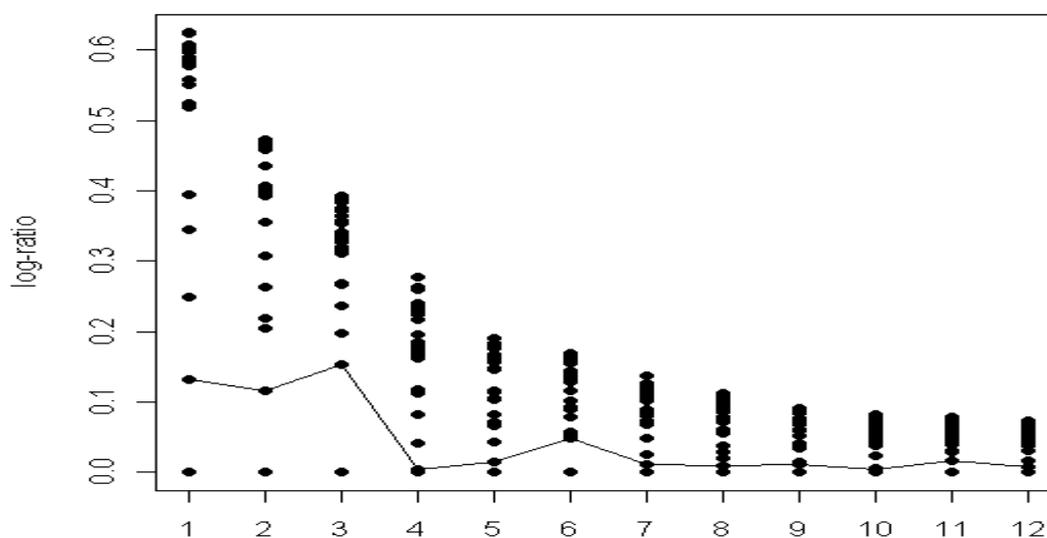


Figura 6.2. Valores Log-ratio para los datos de la Zona 2

Fuente: Elaboración propia

Las unidades identificadas como datos atípicos pueden observarse en la Tabla 6.13, que detecta en combinaciones de 6 observaciones, a las unidades 79, 73, 15, 77, 53 y 87. Luego de eliminadas estas 6 observaciones de los datos originales han quedado 102 unidades para el análisis de eficiencia. La Zona 2 es la más frecuente y característica de la cuenca del Lago de Maracaibo, en ella se encuentran los municipios productivos con mayor tradición en la cría de rebaños doble propósito, tal es el caso de Jesús Enrique Lossada, La Cañada de Urdaneta y Rosario de Perijá. La mayor homogeneidad en esta muestra ha ocasionado la identificación de pocos datos atípicos en comparación con el resto de las zonas agroecológicas analizadas en este estudio.

Tabla 6.13. Detección de datos atípicos (Outliers) para la Zona 2

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	$R_{min}^{(i)}$
1	87												0,1314415
2	53	87											0,1156363
3	77	53	87										0,1541806
4	15	77	53	87									0,0044178
5	79	15	77	53	87								0,0148908
6	79	73	15	77	53	87							0,0483909
7	79	84	73	15	77	53	87						0,0109380
8	79	84	52	73	15	77	53	87					0,0090555
9	71	79	84	52	73	15	77	53	87				0,0120387
10	81	88	79	84	52	73	15	77	53	87			0,0048614
11	81	88	71	79	84	52	73	15	77	53	87		0,0170091
12	81	88	75	71	79	84	52	73	15	77	53	87	0,0071288

Fuente: Elaboración propia

6.2.2. DESCRIPTIVA DE LAS VARIABLES DEL MODELO PARA LA ZONA 2.

Para el análisis envolvente de datos se han seleccionado las variables referidas al modelo de producción ganadera característica. En la Tabla 6.14 se observan los valores máximos, mínimos, suma, media y desviación estándar de los mismos. El valor total de la superficie (ha) nos da una idea de la importancia del estudio, ya que muestra una superficie de 21.154 hectáreas ocupadas por las unidades de producción consideradas en el presente estudio. Asimismo hay un total de 16.063,33 unidades animales, con una producción de leche al año de 13.418.029,00 L y 1.245.721,00 Kg de carne. También se observa el empleo de 662,27 UTH. En cuanto al dinero involucrado, sólo en la producción asciende a una cifra media de 1.179.981,50\$ referidos a los costos variables y 451.174,27\$ como proxy del capital invertido ya que es indicativo de los costos fijos o depreciaciones del capital invertido en infraestructura y equipos.

Los rangos de las variables para el análisis DEA son amplios de manera que en esta zona se pueden encontrar desde fincas pequeñas (21 ha), con poca mano de obra e inversiones en capital y animales, hasta fincas considerablemente grandes (847 ha) que requieren altas inversiones y mano de obra. En consecuencia, las desviaciones típicas son también elevadas, de manera que los coeficientes de variación están muy cercanos al 100% y en algunas variables pueden superarlo, tal es el caso de los costos fijos, los costos variables y la producción de carne, cuyas desviaciones superan a la media. Esta situación es característica de los sistemas ganaderos de doble propósito de la cuenca del Lago de Maracaibo.

Tabla 6.14. Descriptiva de las variables del modelo para la Zona 2 (n=102)

	Mínimo	Máximo	Suma	Media	Desviación estándar
HA	21,00	847,00	21.154,00	207,39	166,42
UA	14,96	737,10	16.063,33	157,48	138,68
UTH	1,11	25,44	662,27	6,49	4,98
CV\$	226,81	60.211,85	1.179.981,50	11.568,45	13.115,68
CF\$	20,94	24.374,45	451.174,27	4.423,28	4.632,99
LECHE	7.674,00	723.000,00	13.418.029,00	131.549,30	127.904,60
CARNE	750,00	62.000,00	1.245.721,00	12.212,95	12.292,29

UA: unidades animales. **UTH:** unidad trabajo hombre. **CV\$:** costos variables en dólares norteamericanos. **CF\$:** costos fijos en dólares norteamericanos. **LECHE:** producción anual de leche en L. **CARNE:** producción anual de carne en Kg.

Fuente: Elaboración propia

6.2.3. RESULTADOS DEL ANÁLISIS ENVOLVENTE DE DATOS PARA LA ZONA 2.

La frontera de eficiencia para la Zona agroeconómica 2, la conforman 19 unidades eficientes para el modelo de retornos constantes, en cuanto a la eficiencia técnica, ya que para la eficiencia técnica pura (modelo VRS) se han detectado 44 unidades de producción y 27 para la eficiencia de escala. Asimismo, pueden observarse en la Tabla 6.15, las medias de eficiencia, los valores mínimos y la desviación estándar para cada modelo y para la eficiencia de escala.

Tabla 6.15. Descriptiva de índices de eficiencia para la Zona 2 (n=102)

	Media	Mínimo	Desviación estándar	Unidades eficientes
Eficiencia técnica	73,19	28,00	19,60	19
Eficiencia técnica pura	82,57	39,00	19,17	44
Eficiencia de escala	89,34	29,00	14,64	27

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 6.16 muestra las mejoras totales potenciales que arroja cada modelo. En ese sentido, se ha detectado la necesidad de disminuir el uso de todos los insumos para poder alcanzar los niveles de eficiencia relativos que logran las unidades eficientes de la Zona 2. Para el modelo de retornos constantes se observa la recomendación del modelo de una mayor disminución de todos los insumos en comparación con la recomendación para el modelo de retornos variables. Sin embargo, existen inputs como los costos fijos y los costos variables, que se muestran en un mismo nivel de reducción para ambos modelos. En cuanto a los productos, existe la posibilidad de obtener más leche y carne con estos inputs especialmente en el modelo de retornos variables.

Tabla 6.16. Mejoras de inputs y outputs (holuras) para la Zona 2 (n=102)

Modelo	HA	UA	UTH	CV\$	CF\$	LECHE	CARNE
CRS	-20,56	-15,91	-16,87	-14,87	-19,37	0,31	12,11
VRS	-19,18	-13,75	-13,27	-14,81	-19,3	2,21	17,48

UA: unidades animales. UTH: unidad trabajo hombre. CV\$: costos variables en dólares norteamericanos. CF\$: costos fijos en dólares norteamericanos. LECHE: producción anual de leche en L. CARNE: producción anual de carne en Kg.

Fuente: Elaboración propia

En cuanto al tipo de retorno a escala en el cual operan las unidades de producción de la Zona 2, se observa en la Tabla 6.17 que existe un 37,3% de las DMU que operan en retornos constantes. El 29,4% presentan retornos crecientes y el 33,3% retornos decrecientes. Esta situación orienta la necesidad de mejorar los tipos de retornos en la mayoría de las unidades de producción tratando de adoptar las medidas oportunas que le lleven a su tamaño óptimo.

Tabla 6.17. Tipos de retornos a escala para las unidades de producción de la Zona 2 (n=102)

Tipos de retornos a escala	n	%
Decreciente (-1)	34	33,3
Constante (0)	38	37,3
Creciente (1)	30	29,4

Fuente: Elaboración propia

6.2.4. ANÁLISIS DE PERFILES DE EFICIENTES. ESTUDIO DE REFERENTES PARA LA ZONA 2.

La idea principal de este análisis es identificar aquellos factores de manejo que caracterizan un comportamiento eficiente, y es por ello que se continúa con el estudio del comportamiento de algunos índices de manejo con respecto a los niveles de referentes.

Al analizar los valores medios de los indicadores de manejo de pastos por cada nivel de referentes (Tabla 6.18) se ha determinado que existen diferencias significativas ($p < 0,01$ y $p < 0,05$) entre niveles de referentes para los índices de superficie bajo control químico de malezas y superficie bajo control de plagas. No obstante, no ocurre igual para el índice de superficie fertilizada, bajo riego, con control manual mecánico de malezas y con el área en rotación de potreros. También puede observarse que el nivel de referentes 3, muestra el mayor índice de superficie regada (0,33) y área bajo rotación de potreros (0,91). Esta combinación de estrategias le permite ser eficiente, y sin embargo, existe una variabilidad importante en la toma de decisiones en estos indicadores de manejo que impide a la prueba de medias detectar diferencias entre los niveles.

Tabla 6.18. Medias de indicadores de manejo de pastos por niveles de referentes para la Zona 2 (modelo CRS)

Nivel de referente (CRS)	PSFERT	PSCQ**	PSPLAGA*	PSREGADA	PCMM	PROT
0 n=83	0,11	0,49	0,01	0,10	0,35	0,78
1 n=6	0,30	0,76	0,14	0,14	0,36	0,80
2 n=7	0,08	0,93	0,00	0,22	0,14	0,86
3 n=6	0,19	0,90	0,00	0,33	0,03	0,91
Total n=102	0,12	0,56	0,02	0,12	0,31	0,80

PSFERT: proporción de superficie fertilizada. **PSCQ:** proporción de superficie con control químico de malezas. **PSPLAGA:** proporción de superficie con control de plagas. **PSREGAD:** proporción de superficie regada. **PCMM:** proporción de superficie con control manual mecánico de malezas. **PROT:** proporción de superficie en rotación de potreros. **p<0,01 * p<0,05

Fuente: Elaboración propia

Analizando los valores medios de los índices de suplementación animal para los diferentes niveles de referentes obtenidos del DEA-CRS en la Zona 2 (Tabla 6.19), se observan diferencias significativas entre los niveles, sólo para la cantidad anual de sales por vaca masa suministrada al rebaño (SALVM). Es evidente que los más altos niveles de referentes (2 y 3) utilizan las mayores cantidades (202,16 y 192,56 Kg/vm respectivamente). En el nivel de referentes 1, aun cuando se utiliza la menor cantidad de sales por vaca masa al año (73,53 Kg/vm), se sustituye parte de este suministro por un mayor suministro de minerales (28,21 Kg/vm), que es un recurso suplementario mucho más costoso aunque de mayor calidad nutritiva.

En términos generales, aun cuando no se detectan diferencias significativas entre los niveles, se observa una tendencia a mayor uso de alimento concentrado en las unidades eficientes, que muestran valores de 404,07, 317,88 y 394,52 Kg/vm para los niveles 1,2 y 3 respectivamente. Por otro lado, en las unidades del nivel 0 de referentes se utilizan todos los insumos estudiados para la suplementación animal. Estos productores, aunque diversifican la oferta de nutrientes a los animales en producción con la intención de mejorar los rendimientos, han ocasionado un uso innecesario de inputs para los niveles de productividad alcanzados en estas unidades, ya que no han conseguido la combinación de insumos que les permita ser eficientes.

Los indicadores de manejo que pueden identificarse con el análisis de referentes como factores de eficiencia, orientan al productor a un mayor control de malezas para mejorar la oferta forrajera y en consecuencia el número de animales por hectárea que puede sostener la unidad de producción junto con el suministro de sales.

Tabla 6.19. Medias de indicadores de suplementación animal por clases de referentes para la Zona 2 (modelo CRS)

Nivel de referentes (CRS)	CONCVM	SALVM*	MINVM	MELVM	BLOQVM	HENOVM	SILOVM	HARIVM	YACIVM
0 n=83	246,77	80,28	14,20	97,81	0,89	103,49	50,19	61,82	52,81
1 n=6	404,07	73,53	28,21	126,53	0,00	0,00	0,00	0,00	164,15
2 n=7	317,88	202,16	17,24	100,18	0,00	0,00	0,00	193,67	0,00
3 n=6	394,52	192,56	7,85	40,69	0,00	171,23	0,00	0,00	0,00
Total n=102	269,59	94,85	14,86	96,30	0,72	94,29	40,84	63,59	52,63

CONCVM: Kg anuales de alimento concentrado por vaca-masa. **SALVM:** Kg anuales de sales por vaca-masa. **MINVM:** Kg anuales de minerales por vaca-masa. **MELVM:** Kg anuales de melaza por vaca-masa. **HENO:** Kg anuales de heno por vaca-masa. **HARIVM:** Kg anuales de harina de maíz por vaca-masa. **YACIVM:** Kg anuales de yacija por vaca-masa.

**p<0,01 * p<0,05

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 6.20 muestra que existen diferencias significativas entre niveles de referentes para todos los indicadores productivos considerados en el análisis de referentes (CRS). En ese sentido, puede observarse que el nivel de referentes 3, alcanza el mayor valor de producción de leche por hectárea (1.206,56 L/ha), ganancia por hectárea (230 \$/ha) y menor costo unitario (0,08 \$/eq-l), no así de producción diaria por vaca en ordeño (8,29 L/vo) cuyo mayor valor lo manifiesta en el nivel 2 de referentes (9,25 L/vo). Los productores del nivel 3 centran las decisiones de manejo en la producción por hectárea, lo que les permite alcanzar la eficiencia, lo cual es confirmado por el comportamiento del nivel de referentes 1 cuya productividad diaria por vaca en ordeño es de las menores (5,32 L/vo-día). Sin embargo, en estas unidades se logra manejar la mayor carga animal encontrada (1,38 UA/ha), disminuyendo a su vez el costo unitario (0,10 \$/eqL) y alcanzando la frontera de la eficiencia.

Tabla 6.20. Media de indicadores productivos para la Zona 2 (modelo CRS)

Nivel de referente (CRS)	UA/ha*	L/ha**	L/vo**	Kg/ha**	G/ha(\$)**	C/eqL(\$)*
0 n=83	0,79	602,49	5,76	53,10	78,84	0,13
1 n=6	1,38	1.030,45	5,32	119,01	125,13	0,11
2 n=7	0,99	1.051,84	9,25	166,11	193,09	0,10
3 n=6	1,00	1.206,56	8,29	123,12	230,59	0,08
Total n=102	0,85	694,04	6,12	68,85	98,33	0,13

UA/ha: Unidades animales por hectárea. **L/ha:** litros de leche por hectárea al año. **L/vo:** litros de leche por vaca al día. **Kg/ha:** kilogramos de carne producidas anualmente por hectárea. **G/ha(\$):** ganancia por hectárea en dólares norteamericanos. **C/eqL(\$).** Costo unitario de producto en dólares norteamericanos. **p<0,01 * p<0,05

Fuente: Elaboración propia

En las unidades del nivel 2 se aplica otra estrategia para la eficiencia que consiste en manejar alta producción por vaca en ordeño (9,2 L/vo) con una carga animal

también entre los valores más altos (0,99 UA/ha). Las unidades del nivel 0, muestran baja producción de leche (5,76 L/vo), carga animal (0,79 UA/ha) y producción de carne (53,10 Kg/ha) ocasionando la menor ganancia (78,84 \$/ha) y mayor costo unitario (0,13 \$/eqL).

Para continuar con el análisis de patrones de comportamiento por niveles de referentes en la Zona 2 (modelo VRS), se procede a observar los resultados de la Tabla 6.21, la cual indica que en el análisis de medias de los indicadores de manejo de pastos sólo se han encontrado diferencias significativas ($p < 0,05$) entre niveles de referentes para el índice de superficie bajo control químico de malezas (PSCQ) y para la proporción de superficie regada (PSREG). Los niveles de referentes 2 y 3 muestran los mayores valores para estos índices, aunado a la mayor proporción del área con la estrategia de rotación de potreros (0,89 y 1,00 respectivamente).

Las DMUs del nivel de referentes 0 (no eficientes), aun cuando muestran un buen índice de superficie bajo control químico de malezas (0,55) y de rotación de potreros (0,79), presentan también una baja proporción de superficie regada (0,07) y el más alto valor para el índice de control manual mecánico de malezas (0,37). Estas decisiones de manejo no son suficientes para alcanzar la frontera de la eficiencia.

Tabla 6.21. Medias de indicadores de manejo de pastos por niveles de referentes para la Zona 2 (modelo VRS)

Nivel de referentes VRS	PSFERT	PSCQ*	PSPLAGA	PSREG*	PCMM	PROT
0 n=58	0,14	0,55	0,02	0,07	0,37	0,79
1 n=35	0,09	0,50	0,02	0,14	0,29	0,77
2 n=5	0,00	0,94	0,00	0,40	0,00	0,89
3 n=4	0,29	0,74	0,00	0,25	0,04	1,00
Total n=102	0,12	0,56	0,02	0,12	0,31	0,80

PSFERT: proporción de superficie fertilizada. PSCQ: proporción de superficie con control químico de malezas. PSPLAGA: proporción de superficie con control de plagas. PSREGAD: proporción de superficie regada. PCMM: proporción de superficie con control manual mecánico de malezas. PROT: proporción de superficie en rotación de potreros. * $p < 0,05$

Fuente: Elaboración propia

Las medias de indicadores de suplementación animal para los niveles de referentes del análisis DEA-VRS muestran diferencias significativas para el índice de uso de las sales y minerales (Tabla 6.22). El nivel de referentes 3 muestra el mayor valor para el índice de uso anual de sales (328,78 Kg/vm), minerales (41,83 Kg/vm), alimento concentrado (570,47 Kg/vm) y heno (256,85 Kg/vm). Estas estrategias de alimentación

suplementaria, aunque utilizan gran cantidad de minerales de alto costo, les permite a los productores de este segmento alcanzar la frontera de la eficiencia.

Tabla 6.22. Medias de indicadores de suplementación animal por nivel de referente para la Zona 2 (modelo VRS)

Nivel de referente (VRS)	CONCVM	SALVM**	MINVM*	MELVM	BLOQVM	HENOVm	SILOVM	HARIVM	YACIVM
0 n=58	294,94	83,61	13,84	115,94	1,10	144,36	71,83	60,56	75,57
1 n=35	202,43	68,99	15,31	78,63	0,28	6,20	0,00	84,97	28,14
2 n=5	204,97	219,19	1,95	58,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3 n=4	570,47	328,78	41,83	13,66	0,00	256,85	0,00	0,00	0,00
Total n=102	269,59	94,85	14,86	96,30	0,72	94,29	40,84	63,59	52,63

CONCVM: Kg anuales de alimento concentrado por vaca-masa. SALVM: Kg anuales de sales por vaca-masa. MINVM: Kg anuales de minerales por vaca-masa. MELVM: Kg anuales de melaza por vaca-masa. HENO: Kg anuales de heno por vaca-masa. HARIVM: Kg anuales de harina de maíz por vaca-masa. YACIVM: Kg anuales de yacija por vaca-masa.

**p<0,01 * p<0,05

Fuente: Elaboración propia

De nuevo pueden observarse las combinaciones en las decisiones que toma el productor, que le permiten alcanzar la frontera de la eficiencia ya que, el nivel de referentes 1, si bien no utiliza grandes cantidades de alimento concentrado (202,43 Kg/vm), sustituye parte del aporte proteico con el uso de yacija (28,14 Kg/vm), lo que es probable que se suministre a los animales en crecimiento. Además, utiliza dos fuentes energéticas tales como la melaza de caña de azúcar (78,63 Kg/vm) y la harina de maíz (84,97 Kg/vm), en niveles que resultan adecuados para la eficiencia, debido a que se manejan animales a pastoreo, los cuales requieren de un mayor gasto energético para el traslado.

En cuanto a los índices productivos, puede observarse en la Tabla 6.23, que la prueba de medias ha detectado diferencias significativas entre niveles de referentes para todos los indicadores a excepción del indicador de carga animal, y sin embargo, la probabilidad estuvo muy cerca ($p < 0,09$) y podrían considerarse como diferentes significativamente dada la gran variabilidad que presentan las decisiones del productor. Se muestra claramente cómo el nivel de referentes 3 mantiene medias (en todos los indicadores) muy por encima del resto de los niveles, aun cuando el menor costo unitario lo comparte con el nivel de referentes 2 (0,09 \$/eq-l).

Las unidades pertenecientes al nivel de referentes 2, aunque presentan el menor valor de carga animal (0,61 UA/ha), muestran mejor índice de productividad de leche por animal (7,81 L/vo-día) que las unidades del nivel de referentes 1. Estas últimas compensan sus menores niveles de productividad de leche con una mayor producción de

carne por superficie (89,80 Kg/ha) y una mayor carga animal (0,98 UA/ha). Este nivel de referentes alcanza la frontera de la eficiencia por medio del aumento de la carga animal con una mayor proporción de animales de carne en el rebaño para la venta, lo que le permite a su vez disminuir el costo unitario (0,11 \$/eq-l).

Tabla 6.23. Media de indicadores productivos para la Zona 2 (modelo VRS)

Nivel de referente (VRS)	UA/ha*	L/ha**	L/vo**	Kg/ha**	\$/ha**	\$/eq-L*
0 n=58	0,77	594,50	5,79	49,25	70,28	0,14
1 n=35	0,98	783,41	6,14	89,80	123,57	0,11
2 n=5	0,61	649,29	7,81	76,39	127,46	0,09
3 n=4	1,13	1.411,29	8,72	160,31	247,79	0,09
Total n=102	0,85	694,04	6,12	68,85	98,33	0,13

UA/ha: Unidades animales por hectárea. L/ha: litros de leche por hectárea al año. L/vo: litros de leche por vaca al día. Kg/ha: kilogramos de carne producidas anualmente por hectárea. G/ha(\$): ganancia por hectárea en dólares norteamericanos. C/eqL(\$). Costo unitario de producto en dólares norteamericanos. **p<0,01 * p<0,09

Fuente: Elaboración propia

Los valores medios de indicadores por cada grupo de unidades eficientes y no eficientes para la Zona 2 se observan en la Tabla 6.24. Allí puede apreciarse la existencia de diferencias significativas entre ambos grupos para todos los indicadores productivos, tanto para el modelo CRS como para el modelo VRS. Asimismo, se han detectado en esta zona algunos indicadores de manejo cuya diferencia entre eficientes y no eficientes orienta la conformación del perfil para las eficientes, tal es el caso de la proporción de superficie bajo control químico de malezas (modelo CRS) y la proporción de superficie regada en ambos modelos.

En relación con los indicadores de uso de suplementos alimenticios para el rebaño, puede referirse la diferencia encontrada entre eficientes y no eficientes para el uso de sales (modelo CRS) y del heno (modelo VRS), y este último se identifica como un insumo que se debe usar con moderación, ya que grandes cantidades están asociadas con el grupo de las ineficientes.

En síntesis, puede afirmarse que en la Zona 2, para las fincas eficientes prevalece la combinación de alta carga animal, con la mejor producción de leche por animal y por superficie, aunada también a una mayor productividad de carne por hectárea. Esto ha originado mejores valores de ganancia por hectárea y menores costos unitarios de producto.

Tabla 6.24. Media de indicadores por cada grupo de unidades eficientes (E) y no eficientes (NE) para la Zona 2

Modelo		Indicadores									
		PCQ	PREG	SAL	HENO	UA/ha	L/ha	L/vo	Kg/ha	G/ha(\$)	C/eqL(\$)
CRS	E	0,87**	0,23*	158,5*	54,07	1,12*	1.093,9*	7,71*	137,6*	183,47*	0,10*
	NE	0,49	0,10	80,28	103,49	0,79	602,49	5,76	53,10	78,84	0,13
VRS	E	0,57	0,18*	109,6	28,28*	0,95*	825,25*	6,57*	94,6**	135,31*	0,11**
	NE	0,55	0,07	83,61	144,36	0,77	594,50	5,79	49,25	70,28	0,14

PCQ: proporción de superficie con control químico de malezas. PREG: proporción de superficie regada. SAL: Kg anuales de sal por vaca-masa. HENO: Kg anuales de heno por vaca-masa. UA/ha: Unidades animales por hectárea. L/ha: litros de leche por hectárea al año. L/vo: litros de leche por vaca al día. Kg/ha: kilogramos de carne producidas anualmente por hectárea. G/ha(\$): ganancia por hectárea en dólares norteamericanos. C/eqL(\$). Costo unitario de producto en dólares norteamericanos. **p<0,01 * p<0,05

Fuente: Elaboración propia

La influencia de la carga animal se presenta más clara en el modelo de retornos constantes que en el de retornos variables, debido a que tanto la proporción de la superficie con control químico de malezas, como la proporción de superficie regada contribuyen a una mejor oferta forrajera en las fincas eficientes. El uso de la sal en la suplementación animal y del heno en cantidades adecuadas contribuye a definir elementos propios del perfil de eficientes para el manejo de la finca y el rebaño en la zona 2.

6.3. ZONA AGROECONÓMICA 3.

Está conformada por los municipios Machiques de Perijá, Jesús María Semprúm y Catatumbo ubicados en la costa occidental del Lago y por el municipio Baralt en la costa oriental del lago. En esta zona se encuentran suelos deposicionales, formados por los grandes ríos que los circundan, lo cual le otorga gran potencial edáfico para el cultivo de pastos bajo lluvia. También se han establecido pastos artificiales adaptados a la franja de suelos ácidos para el pastoreo de ganado de doble propósito (Martínez *et al*, 1995).

6.3.1. ANÁLISIS DE DATOS ATÍPICOS (OUTLIERS).

El análisis de datos atípicos permitió la identificación de 11 “outliers” indicados en el gráfico 6.3 donde se ha observado un último punto de inflexión máxima en el valor de log-ratio para la combinación de 11 elementos. Aun cuando se recomienda la aplicación de más de un método de detección de datos atípicos, se mantuvo el criterio de Wilson (1993) para la detección de los mismos, dado que el número de datos atípicos no llegó a la combinación de 12 unidades.

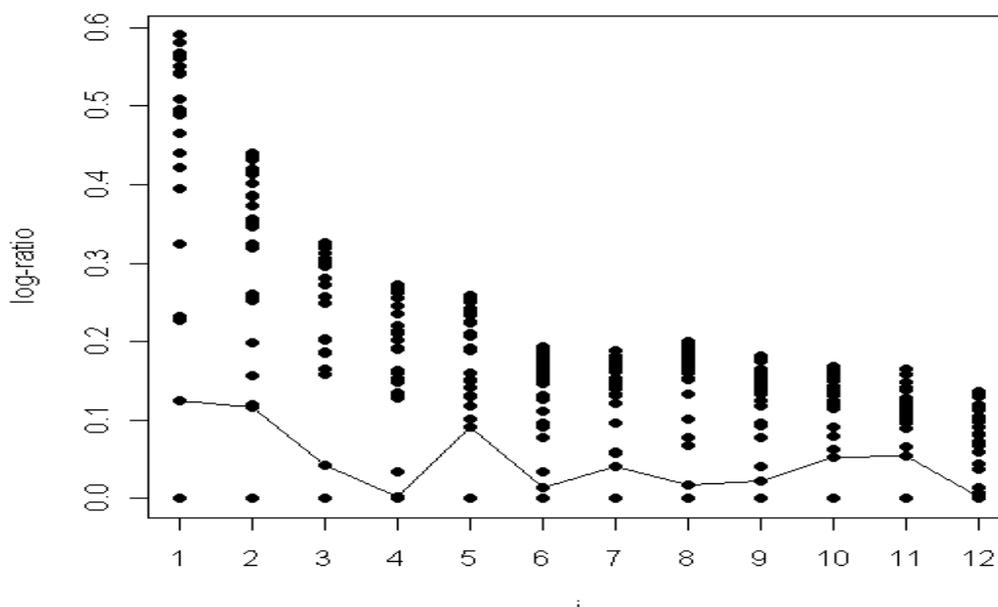


Figura 6.3.- Valores Log-ratio para los datos de la Zona 3

Fuente: Elaboración propia

Después de determinar el punto log ratio que se separa de la base de la gráfica se procede a identificar las unidades que presentan los menores valores de $R_{min}^{(i)}$ (Tabla 6.25). Las unidades identificadas se corresponden con los números: 97,95, 86,83, 13, 85, 59, 32, 33, 87 y 93, los cuales han sido eliminados quedando 93 unidades de producción para el análisis de eficiencia, de los 104 originales tomados para el análisis.

Tabla 6.25. Detección de datos atípicos (Outliers) para la Zona 3

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	$R_{min}^{(i)}$
1	93												0,1249945
2	87	93											0,1161122
3	33	87	93										0,0422804
4	59	33	87	93									0,0022584
5	59	32	33	87	93								0,0921511
6	83	59	32	33	87	93							0,0145889
7	86	85	59	32	33	87	93						0,0412209
8	86	13	85	59	32	33	87	93					0,0183746
9	86	83	13	85	59	32	33	87	93				0,0219089
10	97	86	83	13	85	59	32	33	87	93			0,0525929
11	97	95	86	83	13	85	59	32	33	87	93		0,0546180
12	97	95	60	86	56	83	85	59	32	33	87	93	0,0020989

Fuente: Elaboración propia

6.3.2. DESCRIPTIVA DE LAS VARIABLES DEL MODELO.

Los valores medios de las variables del modelo para la Zona 3 se muestran en la Tabla 6.26. En ella se observa una gran dispersión de los datos, sólo la superficie

presenta un valor mínimo de 21 ha y máximo de 800 ha, lo que ha ocasionado una desviación estándar de 170,34 ha para una media de 180,46 ha. El estudio en la Zona comprende una superficie de 16.782,69 ha, con una producción de leche de 9.754.050,00 L y 1.122.124,00 Kg de carne. De la misma manera puede observarse la gran dispersión en el resto de los valores de las variables del modelo. Como ya se ha mencionado, éste es un comportamiento típico de los sistemas ganaderos de doble propósito de la Cuenca del lago de Maracaibo.

Tabla 6.26. Descriptiva de las variables del modelo para la Zona 3 (n=93)

Variable	Mínimo	Máximo	Suma	Media	Desviación estándar
HA	21,00	800,00	16.782,69	180,46	170,34
UA	15,91	673,10	14.797,25	159,11	151,27
UTH	0,97	20,02	528,10	5,68	4,18
CV\$	49,72	27.651,10	605.243,92	6.508,00	6.168,56
CF\$	35,40	17.668,68	218.526,13	2.349,74	3.232,39
LECHE	6.965,00	437.000,00	9.754.050,00	104.882,26	98.219,42
CARNE	900,00	56.900,00	1.122.124,00	12.065,85	12.169,43

UA: unidades animales. UTH: unidad trabajo hombre. CV\$: costos variables en dólares norteamericanos. CF\$: costos fijos en dólares norteamericanos. LECHE: producción anual de leche en L. CARNE: producción anual de carne en Kg.

Fuente: Elaboración propia

6.3.3. RESULTADOS DEL ANÁLISIS ENVOLVENTE DE DATOS.

El índice de eficiencia técnica para la Zona 3 alcanzó un valor medio de 67,15% donde sólo 8 unidades alcanzaron la frontera de producción para este grupo de datos. La eficiencia técnica pura superó la anterior con una media de 80,59% y 35 unidades eficientes. Por otro lado, para la eficiencia de escala se ha obtenido un valor de 84,30% para 20 unidades eficientes. Esta Zona muestra índices de eficiencia bajos en comparación con la frontera individual del resto de las zonas estudiadas (Tabla 6.27).

Tabla 6.27. Descriptiva de índices de eficiencia para la Zona 3 (n=93)

	Media	Mínimo	Desviación estándar	Unidades eficientes
Eficiencia técnica	67,15	24,00	22,12	18
Eficiencia técnica pura	80,59	40,00	20,39	35
Eficiencia de escala	84,30	24,00	18,31	20

Fuente: Elaboración propia

Las mejoras potenciales para las variables involucradas en el modelo que arroja el análisis de eficiencia se observan en la Tabla 6.28. Para el modelo CRS se espera una disminución considerable de insumos, especialmente en lo que se refiere a la superficie, ya que estima una disminución de -20,49%. En ese mismo orden, los resultados DEA

muestran la necesidad de disminuir también los costos fijos (-17,44%). El sobredimensionamiento de los inputs se manifiesta en ambos modelos pero con mayor intensidad en el modelo de retornos constantes, aun cuando se recomienda un mayor incremento de la producción de leche en el modelo VRS. La producción de carne es posible aumentarla en 8,09% y 12,34% para los modelos CRS y VRS respectivamente, con el uso de estos mismos inputs.

Tabla 6.28. Mejoras de inputs y outputs (holguras) para la Zona 3 (n=93)

Modelo	HA	UA	UTH	CV\$	CF\$	LECHE	CARNE
CRS	-20,49	-13,93	-17,84	-17,51	-17,74	4,39	8,09
VRS	-19,7	-12,91	-17,07	-17,2	-15,2	5,677	12,24

UA: unidades animales. UTH: unidad trabajo hombre. CV\$: costos variables en dólares norteamericanos. CF\$: costos fijos en dólares norteamericanos. LECHE: producción anual de leche en L. CARNE: producción anual de carne en Kg.

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 6.29, muestra el tipo de retorno a escala para las unidades de producción analizadas en la Zona 3, donde el 21,7% de las DMUs se encuentran en retornos decrecientes, el 28% en retornos constantes y la mayoría de las unidades en retornos crecientes (50,5%). Sólo un 28% de las unidades en esta zona se encuentran produciendo a escala óptima

Tabla 6.29. Tipos de retornos a escala para las unidades de producción de la Zona 3 (n=93)

Tipos de retornos a escala	n	%
Decreciente (-1)	20	21,7
Constante (0)	26	28,0
Creciente (1)	47	50,5

Fuente: Elaboración propia

6.3.4. ANÁLISIS DE PERFILES DE EFICIENTES. ANÁLISIS DE REFERENTES PARA LA ZONA 3.

Al obtener con el modelo DEA para toda unidad ineficiente un punto de proyección sobre la frontera eficiente, se conforma el conjunto de unidades de referencia para la mejora. El estudio de los referentes para el modelo de retornos constantes en la Zona 3 (Tabla 6.30) muestra la existencia de diferencias significativas entre niveles de referentes sólo para el índice de superficie fertilizada y bajo control de plagas. Se ha observado que el nivel de referentes 2 muestra los mayores valores para estos dos índices (0,12 y 0,20 respectivamente), y asimismo muestra la mayor proporción de

superficie con control químico de malezas (0,47) y de superficie regada (0,25). Este último valor lo comparte con el nivel de referentes 3, y sin embargo la estrategia de manejo del nivel más alto de referentes es la de mantener el índice más alto de rotación de potreros (0,70) y solo el 6% de la superficie fertilizada. Puede observarse que en todos los niveles se mantiene una media entre un 8% y un 25% de la superficie bajo riego como estrategia para la producción constante de pastos.

Tabla 6.30. Medias de indicadores de manejo de pastos por nivel de referente para la Zona 3 (modelo CRS)

Nivel de referente (CRS)	PSFERT*	PSCQ	PSPLAGA*	PSREGADA	PCMM	PROT
0 n=75	0,02	0,34	0,02	0,09	0,37	0,60
1 n=8	0,07	0,34	0,00	0,08	0,21	0,31
2 n=5	0,12	0,47	0,20	0,25	0,05	0,41
3 n=5	0,06	0,46	0,00	0,25	0,26	0,70
Total n=93	0,03	0,35	0,02	0,10	0,33	0,57

PSFERT: proporción de superficie fertilizada. PSCQ: proporción de superficie con control químico de malezas. PSPLAGA: proporción de superficie con control de plagas. PSREGAD: proporción de superficie regada. PCMM: proporción de superficie con control manual mecánico de malezas. PROT: proporción de superficie en rotación de potreros. *p<0,05

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a los productores de las fincas pertenecientes al nivel de referentes 0, puede afirmarse que su estrategia de manejo de pastos está centrada en el control de malezas tanto químico (0,34) como manual mecánico (0,37), ya que en ambos indicadores presentan valores altos. Se observa una usencia de decisión para promover mayor proporción de superficie fertilizada o regada, como estrategia importante para las unidades que sí alcanzaron la eficiencia.

El análisis de referentes para la Zona 3 continúa con los indicadores de uso para la alimentación suplementaria del rebaño (Tabla 6.31). Sólo se ha detectado diferencia significativa entre niveles de referentes para el suministro de bloques multinutricionales, los cuales han sido utilizados específicamente por los productores del nivel de referentes 1 (17,42 Kg/vm), quienes acompañan esta decisión con el mayor uso de alimento concentrado (264,05 Kg/vm) y sales (62,55 Kg/vm), pero con poco uso de minerales (7,32 Kg/vm). Este conjunto de estrategias de suplementación animal les permite alcanzar la frontera de la eficiencia. Por otro lado, los niveles de referentes 2 y 3 combinan el uso sólo de alimento concentrado, sales, minerales y melaza como conjunto de estrategias de alimentación animal para alcanzar la eficiencia de diferente manera.

La incorporación del silaje en la dieta de los animales, por parte de los productores del nivel de referentes 0, no coadyuva al logro de la eficiencia relativa dentro del grupo de unidades analizadas.

Tabla 6.31. Medias de indicadores de suplementación animal por clases de referentes para la Zona 3 (modelo CRS)

Nivel de referentes CRS	CONCVM	SALVM	MINVM	MELVM	BLOQVM**	SILOVM
0 n=75	127,88	68,69	20,34	52,37	0,00	2,76
1 n=8	264,05	62,55	7,32	64,78	17,42	0,00
2 n=5	87,55	47,26	9,75	23,06	0,00	0,00
3 n=5	152,56	61,57	12,33	73,78	0,00	0,00
Total n=93	138,75	66,63	18,22	53,01	1,50	2,23

CONCVM: Kg anuales de alimento concentrado por vaca-masa. **SALVM:** Kg anuales de sales por vaca-masa. **MINVM:** Kg anuales de minerales por vaca-masa. **MELVM:** Kg anuales de melaza por vaca-masa. **BLOQVM:** Kg anuales de bloques multinutricionales por vaca-masa. **SILOVM:** Kg anuales de silaje por vaca-masa.

**p<0,01 * p<0,05

Fuente: Elaboración propia

En la Zona 3, se han observado medias de cargas animales altas en comparación con las zonas 1 y 2. Sin embargo, se han detectado diferencias significativas ($p<0,01$ y $p<0,05$) entre niveles de referentes para la producción anual de leche por hectárea (L/ha), la producción diaria de leche por vaca (L/vo), la producción anual de carne por hectárea (Kg/ha), la ganancia por hectárea (G/ha\$) y el costo unitario (C/eq-L\$), mas no para la carga animal (UA/ha). Sin embargo, tanto la carga animal, como la producción por hectárea y la ganancia por hectárea son mayores en las fincas eficientes. En este mismo orden de ideas, puede observarse también que los productores eficientes obtienen el menor costo unitario (0,09 y 0,07 \$/L), de manera que la frontera de la eficiencia se puede alcanzar considerando los parámetros de carga animal, de producción por hectárea y de producción por vaca, según la información reflejada para las unidades eficientes, en la Tabla 6.32.

La diferencia entre niveles de referentes para el modelo CRS está centrada tanto en la producción de leche diaria por animal como en la producción de leche y carne por hectárea. Aun cuando se observa que las unidades eficientes muestran valores más altos de carga animal, el análisis no ha detectado diferencias entre niveles de referencia para esta variable, confirmando la mayor incidencia en la eficiencia de la producción por vaca en ordeño, en combinación con la producción de carne por unidad de superficie.

Tabla 6.32. Media de indicadores productivos para la Zona 3 (modelo CRS)

Nivel de referente (CRS)	UA/ha	L/ha**	L/vo**	Kg/ha**	G/ha(\$)**	C/eqL(\$)*
0 n=75	1,06	647,41	4,83	74,80	73,78	0,14
1 n=8	1,30	1.198,52	7,08	126,54	176,81	0,09
2 n=5	1,41	1.387,92	6,07	133,52	244,89	0,09
3 n=5	1,45	1.766,36	7,52	225,99	346,19	0,07
Total n=93	1,12	794,79	5,23	90,54	106,49	0,13

UA/ha: Unidades animales por hectárea. L/ha: litros de leche por hectárea al año. L/vo: litros de leche por vaca al día. Kg/ha: kilogramos de carne producidas anualmente por hectárea. G/ha(\$): ganancia por hectárea en dólares norteamericanos. C/eqL(\$). Costo unitario de producto en dólares norteamericanos. **p<0,01 * p<0,05

Fuente: Elaboración propia

Al analizar los resultados DEA en el modelo de retornos variables (VRS), se ha observado (Tabla 6.33) ausencia de diferencia significativa entre niveles de referentes para los indicadores de manejo de pastos, aun cuando estos inciden en la oferta de material vegetativo para la alimentación de los animales a pastoreo. El grupo de unidades de producción que conforman el nivel de referentes 0 muestra la mayor proporción de la superficie bajo control manual mecánico de malezas, lo cual resulta insuficiente para alcanzar la eficiencia. El mayor nivel de referentes incurre en la mayor proporción de superficie fertilizada (0,6), superficie bajo control químico de malezas (0,46), superficie regada (0,25) y rotación de potreros (0,70) ocasionando niveles de eficiencia que le permiten alcanzar la frontera.

La alimentación animal se constituye en uno de los componentes más altos del total de costos de producción en sistemas de ganadería de doble propósito tropicales. De hecho es el segundo en importancia después del costo ocasionado por la mano de obra (Urdaneta *et al*, 2011^a). Es por ello que las estrategias de suplementación animal pueden resultar indicativas de la eficiencia.

En la Tabla 6.34 no se han evidenciado diferencias significativas entre niveles de referentes para algún índice de uso de suplementos, de manera que sólo pueden analizarse ciertas tendencias de uso, teniendo en cuenta que las variabilidades impiden en muchos casos determinar estas diferencias. En ese sentido, puede observarse el comportamiento del nivel de referente 3, el cual presenta el mayor uso de alimento concentrado por vaca (152,56 Kg/vaca).

Tabla 6.33. Medias de indicadores de manejo de pastos por nivel de referente para la Zona 3 (modelo VRS)

Nivel de referente (VRS)	PSFERT	PSCQ	PSPLAGA	PSREGADA	PCMM	PROT
0 =58	0,03	0,34	0,02	0,09	0,37	0,60
1 n=24	0,04	0,38	0,05	0,07	0,29	0,49
2 n=6	0,04	0,33	0,00	0,21	0,21	0,53
3 n=5	0,06	0,46	0,00	0,25	0,26	0,70
Total n=93	0,03	0,35	0,02	0,10	0,33	0,57

PSFERT: proporción de superficie fertilizada. **PSCQ:** proporción de superficie con control químico de malezas. **PSPLAGA:** proporción de superficie con control de plagas. **PSREGAD:** proporción de superficie regada. **PCMM:** proporción de superficie con control manual mecánico de malezas. **PROT:** proporción de superficie en rotación de potreros.

Fuente: Elaboración propia

Asimismo, junto con el nivel 2 muestra la mayor utilización de suplemento energético (melaza) y menor uso de sales y minerales. El nivel de referente 1 utiliza muy poco de todos los insumos, ocasionando también una relación insumo/producto favorable a la eficiencia.

Tabla 6.34. Medias de indicadores de suplementación animal por nivel de referente para la Zona 3 (modelo VRS)

Nivel de referente (VRS)	CONCVM	SALVM	MINVM	MELVM	BLOQVM	SILOVM
0 =58	141,98	62,74	19,84	52,68	0,00	3,57
1 n=24	151,84	84,93	19,28	43,82	5,81	0,00
2 n=6	43,75	35,28	3,23	75,72	0,00	0,00
3 n=5	152,56	61,57	12,33	73,78	0,00	0,00
Total n=93	138,75	66,63	18,22	53,01	1,50	2,23

CONCVM: Kg anuales de alimento concentrado por vaca-masa. **SALVM:** Kg anuales de sales por vaca-masa. **MINVM:** Kg anuales de minerales por vaca-masa. **MELVN:** Kg anuales de melaza por vaca-masa. **BLOQVM:** Kg anuales de bloques multinutricionales por vaca-masa. **SILOVM:** Kg anuales de silaje por vaca-masa.

**p<0,01 * p<0,05

Fuente: Elaboración propia

El análisis de medias de los indicadores productivos para el modelo de retornos variables en la Zona 3 (Tabla 6.35) permite la detección de diferencias altamente significativas ($p<0,01$) entre niveles de referente para la mayoría de los indicadores productivos estudiados, a excepción de la carga animal (UA/ha). También se han encontrado diferencias entre niveles de referentes tanto para la ganancia por hectárea ($p<0,01$) como para el costo unitario ($p<0,05$).

El grupo de unidades de producción que conforman el nivel de referentes 3 consigue la mejor expresión tanto de la carga animal (1,45 UA/ha), como de producción por vaca en ordeño (7,52 lts/vo), producción de leche por hectárea (1766,36 L/ha), y producción de carne por hectárea (225,99 Kg/ha) así como de la ganancia por hectárea (346,19 \$/ha) y el menor costo unitario (0,07 \$/eq-L). Llama la atención que en los niveles de referentes 1 y 2 se obtiene el mismo costo unitario (0,11 \$/eq-L) por diferentes vías ya que, los productores del nivel de referentes 1 hacen énfasis en la producción de carne (108,09 Kg/ha) con una mayor carga animal (1,23 UA/ha) y una mejor producción de leche por vaca (5,91 L/vo). En cambio la intencionalidad de la producción de los ganaderos del nivel de referentes 2 es la de manejar menor carga animal (1,10 UA/ha), menor producción de carne por hectárea (76,76 Kg/ha) y menor productividad de leche en el rebaño (4,50 l/vo-día), pero logra mayor ganancia por hectárea (149,48 \$/ha) igualando los costos unitarios con el nivel 2.

Tabla 6.35. Media de indicadores productivos por nivel de referente para la Zona 3 (modelo VRS)

Nivel de referente (VRS)	UA/ha	L/ha**	L/vo**	Kg/ha**	G/ha(\$)**	C/eqL(\$)*
0 =58	1,04	644,60	4,83	73,03	66,53	0,15
1 n=24	1,23	937,82	5,91	108,09	142,36	0,11
2 n=6	1,10	864,75	4,50	76,76	149,58	0,11
3 n=5	1,45	1.766,36	7,52	225,99	346,19	0,07
Total n=93	1,12	794,79	5,23	90,54	106,49	0,13

UA/ha: Unidades animales por hectárea. L/ha: litros de leche por hectárea al año. L/vo: litros de leche por vaca al día. Kg/ha: kilogramos de carne producidas anualmente por hectárea. G/ha(\$): ganancia por hectárea en dólares norteamericanos. C/eqL(\$). Costo unitario de producto en dólares norteamericanos. **p<0,01 * p<0,05

Fuente: Elaboración propia

Estos resultados evidencian las decisiones que puede tomar el productor de ganadería doble propósito, haciendo uso de la información de precios relativos de la leche y de la carne además de la combinación adecuada de estrategias en la utilización de insumos para la producción.

Para tratar de conformar el perfil de las fincas eficientes se procede, a continuación, a identificar los indicadores de manejo o productivos que marcan la diferencia entre fincas eficientes y no eficientes para la Zona 3 (Tabla 6.36).

En relación con lo indicadores de manejo de pastos, se identifican la proporción de superficie fertilizada (modelo CRS) y la proporción de la superficie bajo control manual

mecánico de malezas (modelo VRS). Sólo se identificó un indicador de suplementación con diferencias entre ambos grupos, para el modelo de retornos constantes, que es la utilización de bloques multinutricionales. Por otro lado, todos los indicadores productivos resultaron diferentes entre los grupos de fincas eficientes y no eficientes para ambos modelos de retornos, a excepción de la carga animal que resultó diferente sólo para el modelo CRS.

Aun cuando para el modelo de retornos variables en la Zona 3, no se han encontrado diferencias significativas para la carga animal, se ha observado que tanto la mayor carga animal como la mayor producción de leche por vaca manejada en las unidades eficientes, ha mejorado los niveles de producción por hectárea tanto de leche como de carne. Asimismo, en las unidades eficientes se obtuvo mejor ganancia por hectárea y menor costo unitario del producto.

Tabla 6.36. Media de indicadores para cada grupo de unidades eficientes (E) y no eficientes (NE) para la Zona 3

Modelo	Indicadores									
	PSF	PCMM	BLOQ	UA/ha	L/ha	L/vo	Kg/ha	G/ha(\$)	C/eqL(\$)	
CRS	E	0,08*	0,18*	7,74*	1,37*	1.408,8*	6,92*	156,11*	242,77*	0,09*
	NE	0,02	0,37	0,00	1,06	647,41	4,83	74,80	73,78	0,14
VRS	E	0,04	0,27	0,00	1,24	1.043,6*	5,90*	119,56*	172,71*	0,11*
	NE	0,03	0,37	0,00	1,04	644,60	4,83	73,03	66,53	0,15

PSF: proporción de superficie fertilizada. PCMM: proporción de superficie con control manual mecánico de malezas. BLOQ: Kg anuales de bloques multinutricionales por vaca-masa. UA/ha: Unidades animales por hectárea. L/ha: litros de leche por hectárea al año. L/vo: litros de leche por vaca al día. Kg/ha: kilogramos de carne producidas anualmente por hectárea. G/ha(\$): ganancia por hectárea en dólares norteamericanos. C/eqL(\$). Costo unitario de producto en dólares norteamericanos. **p<0,01 * p<0,05

Fuente: Elaboración propia

A este perfil de eficiencia, debe añadirse la fertilización y el control manual mecánico de malezas como estrategias de manejo de pastos adecuadas a la eficiencia, así como la utilización de una fuente adicional de suplementos como son los bloques multinutricionales.

6.4. ZONA AGROECONÓMICA 4.

La zona 4 o sur del Lago de Maracaibo, está conformada por los municipios Colón, y Sucre. Está caracterizada por abundantes precipitaciones bien distribuidas durante todo el año y por presentar los mejores suelos del país (Clase 1) de acuerdo con

la clasificación de Comerma y Arias (1971), cuyo sistema de clasificación se ha utilizado hasta el momento, incluso para fines legales.

6.4.1. ANÁLISIS DE DATOS ATÍPICOS (OUTLIERS) PARA LA ZONA 4.

En esta Zona se han identificado 12 datos atípicos en las 64 unidades de análisis (DMU) que conforman la base de datos original. Tal como se ha observado en la Figura 6.4, el valor log-ratio más separado de la línea base de la curva se encuentra en las combinaciones de 4 observaciones, sin embargo se ha tomado hasta el valor log-ratio para las combinaciones de 12 observaciones por mantenerse separado de la mencionada línea base.

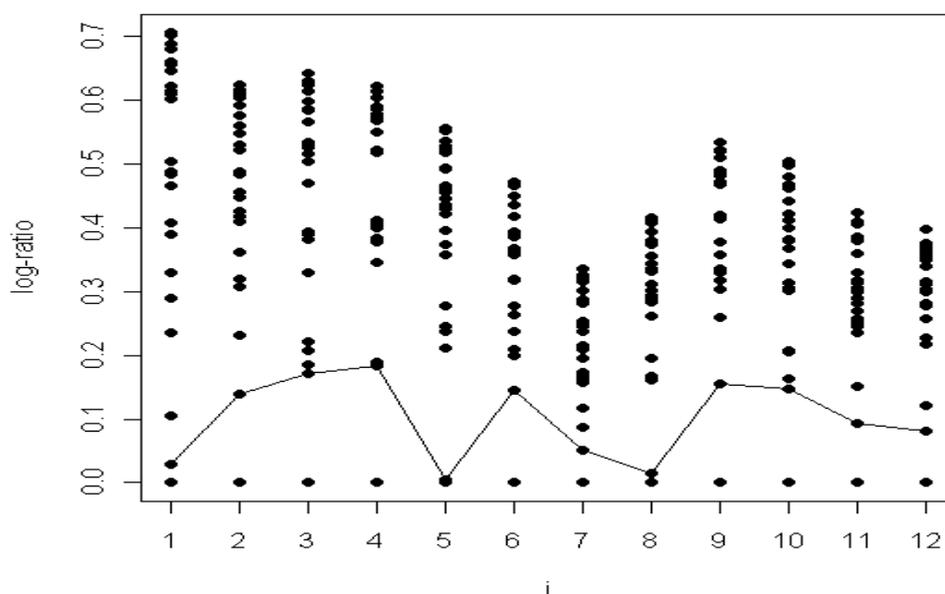


Figura 6.4.- Valores Log-ratio para los datos de la Zona 4.

Fuente: Elaboración propia

Las unidades identificadas como datos atípicos pueden observarse en la Tabla 6.37, que detecta en combinaciones de 12 a las unidades 57, 28, 52, 30, 32, 62, 51, 61, 56, 41, 58 y 5. Después de eliminadas estas 12 observaciones de los datos originales han quedado 51 unidades para el análisis de eficiencia, las cuales se encuentran situadas en las mejores condiciones agroecológicas de toda la cuenca del Lago de Maracaibo, tanto por el tipo de suelo como por las abundantes precipitaciones.

Tabla 6.37. Detección de datos atípicos (Outliers) para la Zona 4

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	$R_{\min}^{(4)}$
1	5												0,0281718
2	58	5											0,1399713
3	41	58	5										0,1711019
4	56	41	58	5									0,1842867
5	61	56	41	58	5								0,0040849
6	28	61	56	41	58	5							0,1447887
7	28	62	61	56	41	58	5						0,0515957
8	52	30	32	61	56	41	58	5					0,0145178
9	28	52	30	32	61	56	41	58	5				0,1551285
10	28	52	30	32	62	61	56	41	58	5			0,1463827
11	28	52	30	32	62	51	61	56	41	58	5		0,0922395
12	57	28	52	30	32	62	51	61	56	41	58	5	0,0808777

Fuente: elaboración propia

6.4.2. DESCRIPTIVA DE LAS VARIABLES DEL MODELO PARA LA ZONA 4.

Como ya se ha mencionado, para el análisis envolvente de datos se han seleccionado 5 inputs y 2 outputs, que representan el modelo de producción ganadera característico. En la Tabla 6.38 se observan los valores máximos, mínimos, suma, media y desviación estándar de los mismos. El valor de la superficie (ha) nos da una idea de la importancia del estudio ya que muestra una superficie total de 7.146,58 hectáreas ocupadas por las unidades de producción bajo el presente estudio. Hay un total de 10.736,50 unidades animales, con una producción de leche al año de 8.231.232,00 L y 856.102,00 kg de carne. También se observa el empleo de mano de obra de 345,50 UTH. En cuanto al dinero involucrado, sólo en la producción asciende a una cifra media de 673,656,04\$ referidos a los costos variables y 171.215,42\$ como proxy del capital consumido ya que es indicativo de los costos fijos o depreciaciones del capital.

Los rangos y desviaciones de las variables del análisis DEA son amplias de manera que en esta zona se pueden encontrar desde fincas pequeñas (36,70 ha) con poca mano de obra e inversiones bajas en capital y animales, hasta fincas considerablemente grandes (400 ha) que requieren altas inversiones y mano de obra.

Tabla 6.38. Descriptiva de las variables del modelo para la zona 4 (n=51)

Variable	Mínimo	Máximo	Suma	Media	Desviación estándar
HA	36,70	400,00	7.146,58	140,13	90,13
UA	25,44	701,00	10.736,50	210,52	159,07
UTH	0,97	18,71	345,50	6,77	4,32
CV\$	1.382,18	56.362,35	673.656,04	13.208,94	11.081,42

CF\$	236,58	13.218,15	171.215,42	3.357,17	2.603,36
LECHE	12.600,00	476.900,00	8.231.232,00	161.396,71	120.293,18
CARNE	630,00	49.550,00	856.102,00	16.786,31	11.793,54

UA: unidades animales. UTH: unidad trabajo hombre. CV\$: costos variables en dólares norteamericanos. CF\$: costos fijos en dólares norteamericanos. LECHE: producción anual de leche en L. CARNE: producción anual de carne en Kg.

Fuente: Elaboración propia

6.4.3. RESULTADOS DEL ANÁLISIS ENVOLVENTE DE DATOS (ZONA 4).

La frontera de eficiencia técnica para la Zona agroeconómica 4, la conforman 7 unidades eficientes para el modelo de retornos constantes, ya que para la eficiencia técnica pura (modelo VRS) se han detectado 19 unidades de producción y 8 para la eficiencia de escala. Asimismo, pueden observarse en la Tabla 6.39 las medias de eficiencia, los valores mínimos y la desviación estándar para cada modelo y para la eficiencia de escala.

Tabla 6.39. Descriptiva de índices de eficiencia para la Zona 4 (n=51)

	Media	Mínimo	Desviación estándar	Unidades eficientes
Eficiencia técnica	67,78	31,00	18,19	7
Eficiencia técnica pura	80,98	48,00	18,06	19
Eficiencia de escala	85,04	31,00	16,42	8

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 6.40 muestra las mejoras totales potenciales que arroja cada modelo, y en ese sentido se ha detectado la necesidad de disminuir el uso de todos los insumos para poder alcanzar los niveles de eficiencia relativos que logran las unidades eficientes de la Zona 4. Para el modelo de retornos constantes se observa la recomendación del modelo de una mayor disminución de todos los insumos en comparación con la recomendación para el modelo de retornos variables, y sin embargo inputs como las UTH y los costos fijos se muestran en un mismo nivel de reducción. En cuanto a los productos, existe la posibilidad de producir más leche y carne con estos mismos inputs en ambos modelos (4,30 y 5,18 respectivamente).

Tabla 6.40. Mejoras de inputs y outputs (holguras) para la Zona 4 (n=51)

Modelo	HA	UA	UTH	CV\$	CF\$	LECHE	CARNE
CRS	-17,63	-15,08	-17,46	-18,15	-20,83	4,00	6,84
VRS	-16,61	-16,03	-17,74	-19,91	-20,1	4,30	5,18

UA: unidades animales. UTH: unidad trabajo hombre. CV\$: costos variables en dólares norteamericanos. CF\$: costos fijos en dólares norteamericanos. LECHE: producción anual de leche en L. CARNE: producción anual de carne en Kg.

Fuente: Elaboración propia

En cuanto al tipo de retorno en el cual operan las unidades de producción de la Zona 4, se observa en la Tabla 6.41 que sólo un 19,3% de las DMU operan en retornos constantes, mientras que el 19,6% presentan retornos crecientes y el 60,8% retornos decrecientes. Esta situación nos orienta la necesidad de mejorar el dimensionamiento en la mayoría de las unidades de producción. Concretamente, es muy elevado el porcentaje de empresas cuyo tamaño es superior al óptimo.

Tabla 6.41. Tipos de retornos a escala para las unidades de producción de la Zona 4 (n=51)

Tipos de retornos a escala	n	%
Decreciente (-1)	31	60,8
Constante (0)	10	19,3
Creciente (1)	10	19,6

Fuente: Elaboración propia

6.4.4. ANÁLISIS DE PERFILES DE EFICIENTES. ESTUDIO DE REFERENTES PARA LA ZONA 4.

Para este análisis, se mantiene la idea principal de identificar aquellos factores de manejo que caracterizan un comportamiento eficiente, estudiando la relación de algunos índices de manejo con respecto a los niveles de referentes. Para ello se analizan en primer lugar los indicadores de manejo de pastizales dado que los sistemas bajo estudio son de doble propósito a pastoreo.

La Tabla 6.42 muestra que la prueba de medias detecta diferencias significativas entre niveles de referentes del modelo de retornos constantes, sólo para el índice de superficie fertilizada ($p < 0,05$), donde el nivel de referentes 1 presenta el mayor valor del índice (0,50). Acompañando a este factor se encuentran: la rotación de potreros en el total de la superficie de la finca (1,00) y el control químico y manual mecánico de malezas en una proporción de 0,70 y 1 respectivamente.

En esta Zona 4, puede apreciarse, en términos generales, que existe poca aplicación de estrategias de manejo de pastizales a excepción de la rotación de potreros, que sí es un valor importante en todos los niveles de referentes. La riqueza de los suelos y la buena distribución de la precipitación hacen que el productor no necesite de muchas estrategias de manejo para producir pastos. Por el contrario, el uso innecesario de estas prácticas de manejo ocasionaría niveles de ineficiencia relativa, ya que no se justifica el riego. Las plagas en los pastos no han sido un problema.

La única práctica de manejo de pastizales que aparece recurrente en todos los niveles de referentes es el control químico de malezas y a pesar de que se observan mayores proporciones de uso en las unidades de producción eficientes, no se han detectado diferencias estadísticas entre los diferentes niveles de referente.

Tabla 6.42. Medias de indicadores de manejo de pastos por nivel de referente para la Zona 4 (modelo CRS)

Nivel de referente CRS	PSFERT*	PSCQ	PSPLAGA	PSREGADA	PCMM	PROT
0 n=44	0,05	0,49	0,00	0,00	0,40	0,92
1 n=2	0,50	0,70	0,00	0,00	1,00	1,00
2 n=2	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	1,00
3 n=3	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00
Total n=51	0,06	0,53	0,00	0,00	0,39	0,93

PSFERT: proporción de superficie fertilizada. PSCQ: proporción de superficie con control químico de malezas. PSPLAGA: proporción de superficie con control de plagas. PSREGADA: proporción de superficie regada. PCMM: proporción de superficie con control manual mecánico de malezas. PROT: proporción de superficie en rotación de potreros. *p<0,05

Fuente: Elaboración propia

Las medias de indicadores de suplementación animal no resultaron con diferencias significativas entre niveles de referentes para el modelo CRS. Se ha observado que en los niveles de referentes 2 y 3 no se utiliza alimento concentrado como suplemento en la ración animal, sólo utilizan alguna cantidad de sales, minerales y melaza, lo que les permite ser eficientes. Sin embargo, el nivel de referentes 1 utiliza la mayor cantidad anual de alimento concentrado promedio por vaca (83,43 Kg/vm) junto con otros suplementos como las sales, los minerales y la melaza. Es evidente que el uso de alimento concentrado en esta zona únicamente se justificaría para niveles altos de producción por animal, dado que de otra manera se incurre en la ineficiencia (Tabla 6.43).

Tabla 6.43. Medias de indicadores de suplementación animal por nivel de referente para la Zona 4 (modelo crs)

Nivel de referente CRS	CONCVM	SALVM	MINVM	MELVM	BLOQVM
0 n=44	20,04	51,80	19,39	43,97	0,40
1 n=2	83,43	38,21	18,93	26,92	0,00
2 n=2	0,00	43,91	17,04	71,49	0,00
3 n=3	0,00	37,26	19,58	77,77	0,00
Total n=51	20,56	50,10	19,29	46,37	0,35

CONCVM: Kg anuales de alimento concentrado por vaca-masa. SALVM: Kg anuales de sales por vaca-masa. MINVM: Kg anuales de minerales por vaca-masa. MELVM: Kg anuales de melaza por vaca-masa. BLOQVM: Kg anuales de bloques multinutricionales por vaca-masa. SILOVM: Kg anuales de silaje por vaca-masa. **p<0,01 * p<0,05

Fuente: Elaboración propia

La Zona 4 muestra los valores de carga animal y producción por hectárea más altos en comparación con las otras zonas de estudio, aunque sólo se han detectado diferencias significativas ($p < 0,01$) entre niveles de referentes para la producción diaria de leche por vaca en ordeño y la producción por hectárea tanto de leche como de carne (Tabla 6.44). Asimismo, se han encontrado diferencias para los indicadores económicos, es decir la ganancia por hectárea ($p < 0,01$) y el costo unitario ($p < 0,05$).

Tabla 6.44. Media de indicadores productivos por nivel de referente para la Zona 4 (modelo CRS)

Nivel de referente (CRS)	UA/ha	L/ha**	L/vo**	Kg/ha**	G/ha(\$)**	\$/eq-L*
0 (n=44)	1,46	1102,56	5,52	109,79	113,82	0,14
1 (n=2)	2,20	2187,44	6,67	251,71	345,89	0,08
2 (n=2)	1,08	979,39	7,29	183,87	244,53	0,07
3 (n=3)	2,38	2554,30	9,31	261,76	426,20	0,06
Total (n=51)	1,53	1.225,67	5,86	127,20	146,42	0,13

UA/ha: Unidades animales por hectárea. L/ha: litros de leche por hectárea al año. L/vo: litros de leche por vaca al día. Kg/ha: kilogramos de carne producidas anualmente por hectárea. G/ha(\$): ganancia por hectárea en dólares norteamericanos. C/eqL(\$). Costo unitario de producto en dólares norteamericanos. ** $p < 0,01$ * $p < 0,05$

Fuente: Elaboración propia

Resulta interesante analizar los indicadores que maneja el nivel de referentes 2, el cual presenta valores de carga animal (1,08 UA/ha) y producción de leche por hectárea (979,39 L/ha) menores que la media de estos indicadores en las fincas ineficientes (1,46 UA/ha y 1102,56 L/ha). Sin embargo, compensa la producción con el indicador de carne por hectárea (183,87 Kg/ha) cuyo valor casi duplica lo obtenido por las fincas del nivel de referentes 0 (109,79 Kg/ha), obteniendo de esta manera una mejor ganancia (244,53 \$/ha) y menor costo unitario (0,07 \$/eq-L)

Tanto la producción anual de carne por hectárea como la producción diaria de leche por vaca en ordeño, son los indicadores productivos que marcan una diferencia evidente entre las fincas eficientes y las no eficientes, ya que en todos los niveles de referentes muestran valores mayores en comparación con el nivel de referentes 0. Asimismo, se han podido observar menores costos unitarios y mayores ganancias por hectárea en las fincas eficientes.

Cuando se analizan los resultados del modelo de retornos variables, no se encuentran diferencias entre los niveles de referentes para los indicadores de manejo de

pastizales (Tabla 6.45). Se mantiene la tendencia de poco uso de estrategias de manejo de pastos a excepción de la rotación de potreros que, junto con el control químico de malezas hacen que las unidades de producción de los niveles de referente 1,2 y 3 alcancen la frontera de la eficiencia.

Tabla 6.45. Medias de indicadores de manejo de pastos por niveles de referentes para la Zona 4 (modelo VRS)

Nivel de referente VRS	PSFERT	PSCQ	PSPLAGA	PSREGADA	PCMM	PROT
0 n=32	0,06	0,44	0,00	0,01	0,47	0,91
1 n=13	0,00	0,65	0,00	0,00	0,21	0,96
2 n=3	0,33	0,47	0,00	0,00	0,67	1,00
3 n=3	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00
Total n=51	0,06	0,53	0,00	0,00	0,39	0,93

PSFERT: proporción de superficie fertilizada. PSCQ: proporción de superficie con control químico de malezas. PSPLAGA: proporción de superficie con control de plagas. PSREGADA: proporción de superficie regada. PCMM: proporción de superficie con control manual mecánico de malezas. PROT: proporción de superficie en rotación de potreros.

Fuente: Elaboración propia

En las estrategias de suplementación animal tampoco se han encontrado diferencias de manejo entre niveles de referentes, para el modelo de retornos variables en la Zona 4. Sin embargo, a diferencia del modelo de retornos constantes, se ha observado el mayor uso anual de alimento concentrado (55,62 Kg/vaca) acompañado de 50,64 Kg/vaca de sales, 24,16 Kg/vaca de minerales y 76,11 Kg/vaca de melaza en el nivel de referentes 3. El nivel de referentes 2 no muestra valor alguno de uso de este suplemento proteico, sólo de sales, minerales y melaza (Tabla 6.46).

Tabla 6.46. Medias de indicadores de suplementación animal por clases de referentes para la Zona 4 (modelo VRS)

Nivel de referente VRS	CONCVM	SALVM	MINVM	MELVM	BLOQVM
0 n=32	26,30	49,36	21,28	43,34	0,55
1 n=13	3,07	54,72	14,15	43,84	0,00
2 n=3	0,00	37,36	15,40	59,79	0,00
3 n=3	55,62	50,64	24,16	76,11	0,00
Total n=51	20,56	50,10	19,29	46,37	0,35

CONCVM: Kg anuales de alimento concentrado por vaca-masa. SALVM: Kg anuales de sales por vaca-masa. MINVM: Kg anuales de minerales por vaca-masa. MELVM: Kg anuales de melaza por vaca-masa. BLOQVM: Kg anuales de bloques multinutricionales por vaca-masa. **p<0,01 * p<0,05

Fuente: Elaboración propia

El análisis de los indicadores productivos para la Zona 4 (Tabla 6.47), indica que resultaron con diferencias entre niveles de referentes (p<0,01): la producción de leche por

hectárea (L/ha), la producción diaria de leche por vaca (L/vo), la ganancia por hectárea (G/ha\$) y el costo unitario (\$/eq-L). Sin embargo, no fue así para la carga animal (UA/ha), lo que significa que para el modelo de retornos variables, es la productividad por animal, la que permite una mejor expresión de la producción por hectárea y en consecuencia de la ganancia y del menor costo unitario.

Tabla 6.47. Media de indicadores productivos para la Zona 4 (modelo VRS)

Nivel de referente (VRS)	UA/ha	L/ha**	L/vo**	Kg/ha**	G/ha\$**	\$/eq-L*
0 n=32	1,46	1102,56	5,52	109,79	113,82	0,14
1 n=13	2,20	2187,44	6,67	251,71	345,89	0,08
2 n=3	1,08	979,39	7,29	183,87	244,53	0,07
3 n=3	2,38	2554,30	9,31	261,76	426,20	0,06
Total n=51	1,53	1.225,67	5,86	127,20	146,42	0,13

UA/ha: Unidades animales por hectárea. L/ha: litros de leche por hectárea al año. L/vo: litros de leche por vaca al día. Kg/ha: kilogramos de carne producidas anualmente por hectárea. G/ha(\$): ganancia por hectárea en dólares norteamericanos. C/eqL(\$). Costo unitario de producto en dólares norteamericanos. **p<0,01 * p<0,05

Fuente: Elaboración propia

Por último, al analizar la comparación entre los grupos de eficientes y no eficientes, se observan diferencias significativas para la proporción de superficie bajo control químico de malezas en ambos modelos, al igual que para todos los indicadores de productividad parcial en el modelo de retornos constantes (CRS). En cambio para el VRS, ni la carga animal, ni la producción de leche por ha (L/ha) resultaron con diferencias significativas en la comparación (Tabla 6.48).

Esta comparación realizada en la Zona 4, (donde se manejan las más altas cargas animales), indica que para alcanzar la eficiencia es necesario incrementar la producción por animal y manejar el menor costo unitario. En esta zona, se ha definido un comportamiento diferente en comparación con las otras zonas ya estudiadas, dado que es donde se manifiesta el menor uso de insumos tecnológicos para la producción, pero a la vez se han observado las mejores productividades por hectárea, por vaca en ordeño y menores costos unitarios. Esto evidencia una influencia favorable determinada principalmente por las características agroecológicas.

Aludiendo a la técnica del Benchmarking (Boxwell, 1995., Spendolini, 1994), cabe la recomendación de tomar como objetivo, para cada unidad ineficiente, alcanzar los

valores de outputs e inputs proyectados sobre la frontera eficiente que las convertirán en eficientes en caso de ser alcanzados.

Tabla 6.48. Media de indicadores para cada grupo de unidades eficientes (E) y no eficientes (NE) de la Zona 4

Modelo		Indicadores						C/eqL (\$)
		PCQ	UA/ha	L/ha	L/vo	Kg/ha	G/ha(\$)	
CRS	E	0,77*	1,96*	1.999,50**	7,98**	236,63**	351,35**	0,07**
	NE	0,49	1,46	1.102,56	5,52	109,79	113,82	0,14
VRS	E	0,68*	1,49	1.385,48	6,46*	146,78*	203,58**	0,10**
	NE	0,44	1,55	1.130,79	5,49	115,58	112,48	0,15

PCQ: proporción de superficie con control químico de malezas. UA/ha: Unidades animales por hectárea. L/ha: litros de leche por hectárea al año. L/vo: litros de leche por vaca al día. Kg/ha: kilogramos de carne producidas anualmente por hectárea. G/ha(\$): ganancia por hectárea en dólares norteamericanos. C/eqL(\$). Costo unitario de producto en dólares norteamericanos. **p<0,01 * p<0,05

Fuente: Elaboración propia

En ese mismo sentido, Rouse *et al* (2007) refieren que para los propósitos de Benchmarking, la técnica DEA identifica las fincas eficientes que pueden ser utilizadas como modelos referenciales para las menos eficientes, es decir, con DEA pueden identificarse las fincas con las “mejores prácticas” que son similares a las fincas ineficientes en términos de la “mezcla” productiva utilizada. Sin embargo, refieren los mismos autores como desventaja del DEA, que si bien identifica las fincas con mejores desempeños, no identifica los procesos con los cuales dichas fincas se han convertido en las más eficientes y para ello se requieren otros análisis acerca de los procesos, para poder transferir las mejores prácticas de las fincas eficientes a las ineficientes.

En el presente estudio se ha avanzado con el análisis de perfiles de eficientes para identificar indicadores de procesos y resultados, los cuales hacen que una unidad productiva ineficiente tenga empresas completamente eficientes que son sus referentes y que le servirán como guía para alcanzar la frontera de la eficiencia, ya que se identifican detalles de las estrategias de logro para cada Zona y para cada modelo de retornos ya sea constante o variable.

**CAPITULO VII. ANÁLISIS DE EFICIENCIA PARA LOS DATOS
CORREGIDOS POR LA ZONA AGROECONÓMICA COMO
VARIABLE DE ENTORNO.**

En el análisis de eficiencia que se aborda en este Capítulo se descomponen los dos efectos distintos que están solapados como consecuencia de la variable de entorno previamente determinada como Zona Agroeconómica, con la intención de que la eficiencia que se derive de la resolución de la frontera incluya únicamente las variables propias de la producción.

En el marco de este análisis, se presentan las descriptivas de las variables del modelo para la muestra total después de eliminar los valores atípicos detectados para cada Zona Agroeconómica. Asimismo, se realiza una descripción de los indicadores de manejo e indicadores productivos y se presentan los resultados de la resolución del método de tres etapas con variables categóricas (3SPM) planteado por Dios Palomares *et al* (2004^b, 2006^b y 2006^c).

7.1. DESCRIPTIVA DE LAS VARIABLES DEL ANÁLISIS.

Como se puede observar en los datos de la Tabla 7.1, existe gran variabilidad tanto en los output como en los input, lo que muestra una gran diferencia entre empresas en cuanto a su dimensión. Sin embargo, al tener en cuenta tanto las variabilidades consideradas para los sistemas de doble propósito en el trópico latinoamericano, como la extensión de la zona de estudio, es de esperar este comportamiento (Seré y Vaccaro, 1985, Urdaneta *et al* 1995) Aun cuando, con el análisis de los outliers, se excluyeron los datos extremos del conjunto de datos, y en consecuencia se esperaba una menor dispersión, las medias y las desviaciones estándar de las variables del modelo son altas y concuerdan con los valores de indicadores característicos de esta ganadería en la región (Fernández, 1992, Nava *et al* 2008, Silva *et al* 2010)

En el estado Zulia coexisten ganaderías de doble propósito con variados niveles tecnológicos (Urdaneta *et al*, 1999; Materán *et al*, 1999; Urdaneta *et al*, 2004; Velasco *et al*, 2010). Algunos son extremadamente tradicionales y rudimentarios, y sus animales se alimentan con pastos naturales, sin suplementación alimenticia complementaria, son ordeñados a mano con apoyo del becerro y se reproducen sin control (monta natural). Sin embargo otros pastorean pastos cultivados bajo riego, son suplementados nutricionalmente, se ordeñan mecánicamente y se reproducen con ayuda de la técnica de inseminación artificial. Asimismo, dentro de ese rango se desarrollan variantes tecnológicas que responden a las decisiones del productor de acuerdo con los costos de producción y fundamentalmente de acuerdo con sus conocimientos y talentos gerenciales.

En esta descriptiva de las variables del modelo, puede observarse el alcance del estudio, ya que abarca una superficie en torno a las 48.473 hectáreas (HA) y 43.362,64 unidades animales (UA), tal como se observa en el total de hectáreas y unidades animales que suman las unidades de producción bajo estudio, y que muestran una media de superficie de 178,87 ha con una carga media total de 160,01 unidades animales. Las decisiones tecnológicas del productor en cuanto al manejo de pastizales y a la suplementación animal principalmente, inciden directamente en la cantidad de animales que en promedio anual puede soportar la finca, lo que a su vez es indicativo de los ingresos, ya que la intensidad económica de la producción está relacionada con la cantidad de animales por hectárea y no tanto con la extensión de la superficie total (Peña *et al*, 1998, Velasco y Ordoñez, 1998)

La producción de leche alcanza una media muy superior a la media de producción de carne, aun cuando la comparación no parece valida debido a que compete a productos diferentes. Esto indica en términos de composición del ingreso que son sistemas de producción con tendencia a leche de acuerdo con la clasificación de Capriles *et al* (1999). Los criterios de selección previos determinaron este comportamiento típico de los sistemas de doble propósito.

Tabla 7.1. Descriptiva de las variables del modelo para la muestra total (n=271)

Variable	Mínimo	Máximo	Suma	Media	Desviación estándar
HA	21,00	847,00	48.473,27	178,87	154,68
UA	9,50	737,10	43.362,64	160,01	145,41
UTH	0,97	25,44	1.634,02	6,03	4,51
CV\$	17,90	60.211,85	2.576.335,93	9.506,77	10.549,25
CF\$	4,97	24.374,45	879.361,31	3.244,88	3.768,60
LECHE	6.965	723.000	32.833.090	121.155	114.189
CARNE	430	62.000	3.381.716	12.479	11.920

HA: superficie en hectáreas **UA:** unidades animales. **UTH:** unidad trabajo hombre. **CV\$:** costos variables en dólares norteamericanos. **CF\$:** costos fijos en dólares norteamericanos. **LECHE:** producción anual de leche en L. **CARNE:** producción anual de carne en Kg.

Fuente: Elaboración propia

Los indicadores de productividad parcial de los sistemas de ganadería de doble propósito se pueden considerar bajos al ser comparados con los de sistemas especializados. La producción anual por vaca, en las unidades de producción estudiadas, es de 2.191,98 kilogramos de leche por año lo que equivale a 6,01 litros por vaca en ordeño al día y a 875,35 L por hectárea al año, mientras que en las unidades especializadas puede llegar a ser de 3 a 7 veces más que en el doble propósito. Sin

embargo, esto no quiere decir que los sistemas doble propósito no sean competitivos. Los sistemas especializados suponen un uso más intensivo del capital (inversiones y gastos operacionales) mientras que en el doble propósito no es así (Holmann *et al.* 2003).

Estos valores de productividad parcial pueden observarse en la Tabla 7.2. En ella se hace necesario resaltar la gran variabilidad que existe en los valores de la muestra estudiada, tanto para la producción de leche como para la producción de carne.

Dentro de los indicadores descriptores de la productividad parcial se incluye la carga animal expresada en unidades animales por hectárea. La cantidad de animales que puede alimentar una hectárea de pastos está directamente relacionada en primer lugar con las condiciones agroecológicas de la zona, entre ellas la distribución y alcance de las precipitaciones o el tipo de suelo. En segundo lugar, es importante el manejo que el productor le aplique al pasto (fertilización, control de malezas y pastoreo rotacional entre otros). La magnitud de este indicador es una consecuencia del manejo y de los factores que el productor difícilmente controla. Sin embargo, puede considerarse también como un indicador de productividad dado que la cantidad de animales está relacionada directamente con la producción. Este es un indicador que puede estar más relacionado con la productividad de la finca que con la misma producción por animal.

Tabla 7.2. Descriptivas de indicadores de productividad parcial (n=271)

Indicadores	Unidades	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Est.
Producción de leche anual	I. Leche/ha	29,66	3.371,43	821,11	593,14
Producción de leche anual por vaca en ordeño	I. Leche/Vo-Año	432,73	5.760,63	2.113,96	759,14
Producción de leche diaria por vaca en ordeño	I. Leche/Vo-Día	1,19	15,78	5,79	2,08
Producción de carne por hectárea	Kgs. Carne/Ha	4,67	515,15	86,67	71,56
Carga animal	UA/ha	0,06	4,50	1,05	0,65

Fuente: Elaboración propia

En este caso de estudio puede observarse que la carga animal alcanza un valor promedio de 1,05 UA/ha con una desviación típica de 0,64 originando un coeficiente de variación mayor al 60%, el cual recoge las diferentes decisiones de manejos y zonas agroecológicas en las cuales se encuentran ubicadas las unidades de producción. Los

indicadores de productividad reportados se muestran dentro de los rangos referidos por otros autores para los sistemas doble propósito, (Peña *et al*, 1998)

7.1.1. DESCRIPTIVA DE INDICADORES DE MANEJO.

El manejo de pastizales es uno de los factores importantes a considerar en los sistemas de ganadería doble propósito, debido a que los pastos son la principal fuente de alimento y a que a mayor disponibilidad de éste, tendremos una mejor producción de leche y de carne por hectárea. Se observa en la Tabla 7.3 que sólo el 24,4% de las unidades de producción del Estado Zulia fertilizan sus pastos para obtener un mejor rendimiento de las distintas especies forrajeras. Asimismo, es de hacer notar la ausencia de algunas prácticas culturales en la mayoría de las unidades de producción. Entre ellas, el control de plagas dado que el 97,7% no lo aplica y el 78,2% no utiliza técnica de riego alguna. La práctica más común es el control químico de malezas en un 76,0% de las unidades de producción, seguido por el control manual mecánico de malezas (51,7%).

En la gran mayoría de las fincas (93,0%) se cultivan pastos denominados artificiales puesto que son introducidos para cubrir grandes extensiones. Estos pastos, sustituyen a los pastos autóctonos de muy baja producción, con el interés de incrementar la oferta forrajera y en consecuencia la cantidad de animales por unidad de superficie. Junto a la decisión de cultivar pastos, se observa la decisión de realizar pastoreos rotacionales (92%) con el objeto de mejorar la disponibilidad de materia forrajera a los animales en pastoreo, sobre todo porque el cultivo de estos pastos se realiza dependiendo de las lluvias (de secano).

Tabla 7.3. Frecuencia de uso de prácticas de manejo de pastizales

Prácticas de manejo	Frecuencia (n=271)	
	Si (%)	No (%)
Fertilización	24,4	75,6
Control Químico de malezas	76,0	24,0
Control manual mecánico de malezas	51,7	48,3
Control de Plagas	6,3	97,7
Riego	21,8	78,2
Cultivo de pastos	93,0	7,0
Rotación de potreros	92,0	8,0

Fuente: Elaboración propia

Estos valores indican que la producción de pastos cultivados en la mayoría de las unidades depende fundamentalmente de la fertilidad natural de los suelos y las precipitaciones. En materia de pastoreo la técnica rotacional es la más frecuente.

La suplementación alimenticia del rebaño, es una práctica de manejo importante en las unidades de producción con sistemas de pastoreo, dado que las precipitaciones se distribuyen irregularmente y en consecuencia la producción de pastos también. Es por ello que el productor de ganadería de doble propósito recurre a estrategias de suplementación alimentaria para cubrir el déficit tanto en términos de la materia seca que debe consumir un animal al día (3% de su peso vivo), como en cantidad de proteína, energía y minerales, de acuerdo con su nivel productivo.

En la Tabla 7.4, se observa que los insumos alimenticios más frecuentes son las sales (93,0%) y los minerales (77,5%) porque los pastos tropicales son bajos en estos nutrientes y su deficiencia acarrea problemas de orden reproductivo y de crecimiento (Depablos *et al*, 2009). Asimismo, se observa una alta frecuencia en el uso de la melaza (80,4%) como suplemento energético importante para satisfacer las exigencias de la movilización por el pastoreo y la producción, y le sigue en importancia de uso como suplemento energético, la harina de maíz cuyo uso apenas alcanza el 11,4% de las unidades de producción debido a su disponibilidad más restringida y de más alto costo.

Tabla 7.4. Frecuencia de uso del suministro de suplementos para la alimentación animal

Suministro de	Frecuencia (n=271)	
	Si (%)	No (%)
Alimento concentrado	45,4	54,6
Sales	93,0	7,0
Minerales	77,5	22,5
Melaza	80,4	19,6
Bloques multinutricionales	2,2	97,8
Heno	5,2	94,8
Silaje	1,8	98,2
Harina de maíz	11,4	88,6
Yacija	10,0	90,0

Fuente: Elaboración propia

La suplementación proteica es satisfecha en un 45,4% de los casos con la compra de alimento concentrado. El alto costo de este insumo exige una utilización estratégica de acuerdo con la época del año, para que los resultados económicos puedan ser satisfactorios (Peña *et al*, 1998). Sin embargo, en algunos casos se observa un uso

sin criterio técnico en casos donde la oferta forrajera presenta dificultades. Así este insumo se utiliza como sustituto de la materia seca y no como complemento proteico principalmente, ocasionando las respectivas dificultades económicas. Otro insumo de suplementación proteica es la yacija o excretas de aves mezcladas con la cascarilla de arroz utilizadas en la producción avícola. Sin embargo, no es recomendable para vacas en lactancia, sólo para animales de engorde (machos). Por ello solamente se aprecia su uso en el 11,4% de las unidades de producción.

Existen dos técnicas de conservación de pastos conocidas por los productores que podrían resolver el problema de la poca disponibilidad de pastos en la época seca, ya que permiten conservar por deshidratación (henificación) o por fermentación anaeróbica (silaje) el exceso de pastos que se pierde durante la época húmeda. Sin embargo, sólo un 5,2% de las fincas suministra heno a sus animales y apenas un 1,8% suministra silaje, aun cuando estas estrategias de manejo pueden marcar una diferencia en las rentabilidades de estos sistemas de producción. (Peña *et al*, 1998, Urdaneta *et al*, 2008)

7.1.2. LA MODALIDAD DE PRODUCCIÓN.

La intencionalidad de la producción definida por el propietario determina lo que se conoce como modalidad de producción, pero esta decisión del productor está influenciada fundamentalmente por las condiciones agroclimáticas, por los precios relativos de ambos productos (leche y carne) y por la tecnología utilizada (Morillo y Urdaneta, 1998), lo que define la edad de venta de los machos.

La modalidad de producción podría influenciar los resultados de eficiencia, ya que los productores pueden decidir vender los machos recién destetados o cuando lleguen a novillos, incidiendo inmediatamente en la composición y magnitud del ingreso. Aun cuando los precios favorezcan la decisión de una mayor producción de carne, existen otros factores limitantes que pueden impedirla y que son: la oferta forrajera, la tecnología disponible para el manejo de pastizales y la suplementación alimenticia). Así, la composición del ingreso es reflejo de la conjunción de todos estos condicionantes.

En la Tabla 7.5 se observa que el 70,85% de las unidades de producción analizadas se dedican al sistema vaca-maute y el 29,15% se dedican al sistema vaca-novillo, definiendo la tendencia de la producción del doble propósito hacia una mayor proporción en la producción de leche.

Estudios realizados en sistemas de producción con ganadería de doble propósito, demuestran que desde el punto de vista financiero son más rentables los sistemas con mayor tamaño de rebaño (Nava *et al*, 2009). Estos últimos incluyen a los Sistemas vaca-novillo, ya que la fase de mayor costo está representada por la cría y el levante del becerro, siendo la etapa de engorde la de menor costo marginal. Sin embargo, los productores se ven en la necesidad de vender los animales un poco después del destete por no disponer de suficiente oferta forrajera para mantener altas cargas animales y poder llevar los animales hasta la fase de novillo gordo. De esta manera las ventas de leche se constituyen en la mayor proporción de ingresos.

Tabla 7.5. Descriptiva por Modalidad de producción (n=271)

Modalidad de producción	Frecuencia	Porcentaje
Vaca-maute	192	70,85
Vaca- novillo	79	29,15
Total	271	100,00

Fuente: Elaboración propia

Si la modalidad de producción define la composición del ingreso, es simple la deducción de una mayor productividad de leche en los sistemas denominados Vaca-maute y una mayor productividad de carne en los sistemas conocidos como Vaca-novillo. Así lo muestra la Tabla 7.6 donde el sistema vaca maute presenta una media de 903,68 litros por hectárea al año (L/ha), 6,14 litros por vaca en ordeño al día (L/vo-día) y 75,65 Kilogramos de carne al año (Kg/ha) y por otro lado el sistema Vaca- novillo muestra valores medios de 620,43 L/ha, 4,95 L/vo-día y 113,43 Kg/ha.

Tabla 7.6. Indicadores de productividad parcial por modalidad de producción

Modalidad de producción	Estadístico	L/ha**	L/vo**	Kg/ha**	UA/ha
Vaca-maute (n=192)	Media	903,68	6,14	75,65	1,06
	Desv. Est.	613,65	1,99	60,02	0,65
Vaca-novillo (n=79)	Media	620,43	4,95	113,43	1,03
	Desv. Est.	488,01	2,05	88,75	0,67
Total (n=271)	Media	821,11	5,79	86,67	1,05
	Desv. Est.	593,14	2,08	71,56	0,65

L/ha: litros de leche por hectárea al año. L/vo: litros de leche por vaca al día. Kg/ha: kilogramos de carne producidas anualmente por hectárea. UA/ha: Unidades animales por hectárea. **p<0,01

Fuente: Elaboración propia

La prueba de medias refleja diferencias (p<0,001) entre modalidades de

producción para los indicadores de producción por hectárea (L/ha), producción diaria por vaca en ordeño (L/vo-día) y producción de carne por hectárea (Kg/ha), en tanto que para la carga animal no se muestra diferencia entre modalidades de producción. En consecuencia las diferencias en litros de leche producida entre modalidades vienen dadas tanto por la productividad vertical del rebaño (producción por animal), como por la productividad horizontal del sistema (producción por unidad de superficie). Aun cuando en ambas modalidades se maneja aproximadamente la misma cantidad de unidades animales por hectárea, se intuyen diferentes composiciones del rebaño para cada una, dependiendo del tipo de producto que predomine en cada caso (leche o carne).

En cuanto a la carga animal, puede afirmarse que aun cuando se observa una mayor intensificación en los sistemas vaca-novillo, no se muestran diferencias estadísticamente significativas entre modalidades de producción.

7.1.3. EL TAMAÑO DE LA UNIDAD DE PRODUCCIÓN.

La tierra utilizada para la producción es un recurso de importancia trascendente en la expresión de la productividad parcial. El uso adecuado de la superficie en unidades de producción ganadera a pastoreo implica que la intensidad de uso de la misma define la intensidad del negocio ganadero, ya que la cantidad de animales que pueda sostener, ocasiona diferencias en términos de sus resultados económicos (Nava *et al*, 2009). No siempre una unidad de producción extensa es más productiva. La superficie de la finca debe analizarse junto con la composición, el tamaño del rebaño y la productividad por animal, ya que han sido determinados como factores de eficiencia en fincas de doble propósito (Ortega *et al*, 2007)

La Tabla 7.7 muestra las frecuencias en cuanto al tamaño de las unidades de producción previamente categorizadas en tres estratos de superficie: menores de 100 hectáreas (ha), entre 101 y 300 ha y mayores de 301 ha. Se puede apreciar que el estrato más concurrido es el segundo ya que 123 fincas presentan una superficie entre 101 y 300 ha, seguido por el estrato de menores de 100 ha con 105 fincas y por el estrato de mayores de 301 ha que han presentado 43 fincas dentro de ese rango de superficie.

Como se observa, las unidades de producción de ganadería de doble propósito en los trópicos latinoamericanos son variables en su tamaño, pero en comparación con sistemas de producción especializados, requieren de grandes extensiones para su desarrollo.

Tabla 7.7. Distribución de unidades de producción por superficie

Tamaño (ha)	Frecuencia	Porcentaje
Menores a 100	105	38,75
Entre 101 Y 300	123	45,39
Mayores a 301	43	15,87
Total	271	100

Fuente: Elaboración propia

Estudios realizados en este tipo de ganadería indican que en las fincas más pequeñas y que pertenecen al grupo tecnológico donde se hace un uso más intensivo de la tierra, se desarrolla una mayor superficie bajo riego, se realiza una conservación de pastos por medio de la henificación y se maneja una mayor carga animal, al compararla con otros grupos tecnológicos (Velasco *et al*, 2009). Esto es debido a la necesidad de producir el forraje necesario para la alimentación animal en poca superficie. Además, la productividad por animal y la cantidad de animales por hectárea suele ser mayor, de manera que existe un uso más intensivo de la tierra en fincas de menor tamaño, tal como se muestra en la tabla 7.8.

Tabla 7.8. Indicadores de productividad parcial según el tamaño de la unidad de producción

Clases de superficie	Estadístico	L/ha**	L/vo-día**	Kg/ha**	UA/ha
Menores a 100 (n=105)	Media	1.033,56	5,83	110,87	1,30
	Desv. Est.	670,59	2,38	86,97	0,72
Entre 100 Y 300 (n=123)	Media	743,01	5,85	77,13	0,96
	Desv. Est.	536,43	2,01	59,10	0,59
Mayores a 300 (n=43)	Media	525,73	5,51	54,82	0,74
	Desv. Est.	303,76	1,41	35,64	0,41
Total (n=271)	Media	821,11	5,79	86,67	1,05
	Desv. Est.	593,14	2,08	71,56	0,65

L/ha: litros de leche por hectárea al año. L/vo: litros de leche por vaca al día. Kg/ha: kilogramos de carne producidas anualmente por hectárea. UA/ha: Unidades animales por hectárea. **p<0,01

Fuente: Elaboración propia

Las fincas del estrato de menor superficie muestran mayor productividad por hectárea tanto de leche como de carne y mayor carga animal, detectándose diferencias entre los estratos de tamaño para estos indicadores, incluso para la productividad por vaca en ordeño. Estos valores orientan sobre la importancia de la superficie utilizada en

las mejoras tecnológicas que el productor lleva a cabo en la unidad de producción y sus efectos en las productividades parciales.

7.2. ANÁLISIS DE EFICIENCIA.

Como parte de la metodología previamente descrita, se resuelve la envolvente de datos con los datos originales cuyos resultados dan origen al índice de eficiencia sin la corrección por entorno (ISE). Después de la aplicación del método 3SPM, se presentan los resultados de la eficiencia corregida por entorno (ICE), así como del incremento porcentual de la eficiencia (IPE) y los contrastes realizados. En cada caso se presentan las holguras y los tipos de ineficiencias a escala.

7.2.1. ÍNDICES DE EFICIENCIA SIN LA CORRECCIÓN POR VARIABLE DE ENTORNO

Tal como se describe en el capítulo de metodología, se resuelve en primer lugar el modelo DEA convencional con los datos originales, es decir, una frontera para todas las zonas agroeconómica. Los resultados se presentan en la Tabla 7.9, donde pueden observarse los valores de los índices de eficiencia inicial (ISE), tanto para el modelo CRS como VRS y Escala, los cuales se encuentran en torno al 61,72% para el valor medio de la eficiencia técnica, 71,68% para la eficiencia técnica pura y 87,44% para la eficiencia de escala.

Tabla 7.9. Índices de eficiencia por zona para los datos sin corregir (modelos CRS y VRS orientación input)

Zona	ISE-CRS	Pvalor	ISE-VRS	Pvalor	ISE-ESC.	Pvalor
1 (n=25)	67,92	0,554	78,95	0,310	88,12	0,104
2 (n=102)	60,84		70,86		87,17	
3 (n=93)	60,93		72,24		85,61	
4 (n=51)	61,90		68,72		90,96	
Total	61,72		71,68		87,44	

Fuente: Elaboración propia

La prueba de diferencia de medias (Kruskal y Wallis) no ha encontrado diferencias significativas entre las zonas agroeconómicas para los índices de eficiencia ($Pvalor > 0,05$). Asimismo, se aprecia que los índices medios de eficiencia técnica y

eficiencia técnica pura son mayores en la zona uno, observándose una tendencia a disminuir sus valores en la medida que vamos de la zona 1 a la zona 4. Sin embargo, la eficiencia de escala se manifiesta con mayor valor en la zona cuatro.

La descriptiva de las eficiencias para la muestra total y sin la corrección por entorno que muestra la Tabla 7.10, indica que se han encontrado sólo 9,2% de unidades eficientes en el modelo CRS, 22,55% en el modelo VRS y 18,8% son eficientes en escala. Asimismo, se ha observado que el promedio general del índice de eficiencia para las unidades no eficientes de los datos sin discriminación por zonas, es mayor en eficiencia de escala (84,5%) ya que para las no eficientes en el modelo VRS se ha obtenido una media de 63,49% y para CRS de 57,80%.

Tabla 7.10. Descriptivas de las eficiencias sin la corrección por entorno

	CRS	VRS	Escala
Eficientes (ISE)	25 (9,2%)	61 (22,5%)	51 (18,8%)
No Eficientes	246 (90,8%)	210 (77,5%)	220 (81,2%)
Media No efic.	57,80	63,49	84,50

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 7.11 se puede ver que un 28 % de las empresas operan en su tamaño óptimo. Asimismo, se observa un 36,90% de empresas que operan en retornos crecientes y una proporción importante de empresas que operan en retornos decrecientes (35,10 %). Esta situación indica la necesidad cierta de reducir el tamaño de las empresas para una proporción importante de la muestra.

Tabla 7.11. Tipos de rendimientos a escala para los datos sin corregir

Tipo de rendimiento	RTS	Frecuencia	Porcentaje
Decrecientes	-1	95	35,10
	0	76	28,00
Crecientes	1	100	36,90
Total		271	100,00

Fuente: Elaboración propia

En el análisis de las holguras para los datos de la primera etapa (Tabla 7.12), se ratifica la posibilidad de poder disminuir la utilización de los diferentes inputs del modelo y

el aumento en menor proporción de la producción para alcanzar mejores niveles de eficiencia. En ambos modelos (CRS y VRS), la mayor proporción de mejora se ha localizado en los costos fijos, lo que hace necesario revisar el monto y distribución de las inversiones así como la verdadera utilidad que representan para los niveles de productividad que actualmente se manejan en estas unidades.

Tabla 7.12. Holguras para los datos sin corrección por entorno

	HA	UA	UTH	CV\$	CF\$	LECHE	CARNE
CRS	-19,70	-14,49	-18,05	-16,54	-22,22	1,33	7,67
VRS	-18,61	-13,92	-16,97	-16,54	-20,91	2,62	10,43

HA: superficie en hectáreas **UA:** unidades animales. **UTH:** unidad trabajo hombre. **CV\$:** costos variables en dólares norteamericanos. **CF\$:** costos fijos en dólares norteamericanos. **LECHE:** producción anual de leche en L. **CARNE:** producción anual de carne en Kg.

Fuente: Elaboración propia

Hoy día, el tema de la productividad de la tierra está muy cuestionada a la luz de la Ley de Tierras y Desarrollo Agrario vigente en Venezuela desde 2001 y modificada, al menos dos veces desde entonces. Goza de gran interés la propiedad de la tierra y el problema de latifundio (Asamblea Nacional, 2010), con la premisa principal de cumplir la función social de la tierra definida como la productividad de la misma. En ese sentido, las holguras referidas a la superficie cobran más importancia, debido a la posibilidad de poder producir lo mismo con -19,70% de tierras para el modelo CRS y -18,61 % para el modelo VRS.

7.2.2. EFECTO ENTORNO (EE)

El efecto entorno evalúa la existencia de una posible diferencia entre grupos debida al entorno. Se ha analizado la diferencia de medias de dicha variable entre las empresas correspondientes a las 4 zonas, obteniendo un resultado muy significativo ($p < 0,01$) tal como se puede observar en la Tabla 7.13. Podemos ver también que las unidades de producción de las zonas 3 y 4 tienen un efecto entorno mucho menor, lo que sugiere que las fronteras de estas zonas son superiores a las de las demás. Queda patente, según estos datos, que existe efecto entorno debido a la zona agroeconómica, en el conjunto de la muestra total analizada, y por tanto es idóneo el tratamiento aplicado para evitar errores en la asignación del nivel de eficiencia a las unidades estudiadas.

Tabla 7.13. Diferencias efecto entorno según zonas

ZONA	N	Media	Rango	Pvalor
1	25	15,42	171,16	
2	102	14,89	175,37	
3	93	5,84	108,52	
4	51	3,90	90,14	
Total	271	9,77		0,000

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 7.14 muestra la medias diferenciadas por zonas de los índices de eficiencia CRS, VRS y de Escala una vez corregidos del efecto entorno (ICE). Si comparamos con los índices iniciales, los incrementos porcentuales, que se pueden ver en la parte inferior de la Tabla (IPE), muestran los cambios sufridos por los mismos, en el sentido de que las zonas 1 y 2 han aumentado considerablemente sus niveles de eficiencia técnica. El efecto entorno había impedido la expresión de sus reales niveles de eficiencia, lo cual ha quedado corregido.

Tabla 7.14. Diferencias en eficiencias

Indicador	Zona	CRS	Pvalor	VRS	Pvalor	ESC.	Pvalor
ICE	1	76,99		83,93		92,16	
	2	68,71		75,32		91,77	
	3	63,37		71,26		89,68	
	4	63,83	0,045	67,96	0,011	94,20	0,057
	Total	66,69		73,34		91,55	
IPE	1	15,13		9,04		6,41	
	2	13,55		7,08		6,19	
	3	4,21		-0,92		5,46	
	4	3,31	0,000	-0,62	0,000	4,32	0,572
	Total	8,56		3,06		5,61	

Fuente: Elaboración propia

La descriptiva general de la eficiencia corregida por entorno se muestra en la Tabla 7.15, donde existe un 25,1 % de empresas eficientes desde el punto de vista técnico puro, mientras que un 17,0 % de las empresas son eficientes técnicamente. Sin embargo, tras la aplicación del método, encontramos un 25,8% de empresas que tienen tamaño óptimo. En todos los casos ha mejorado la proporción de fincas eficientes debido a la corrección por entorno.

Tabla 7.15. Descriptivas de las eficiencias corregidas por entorno

	CRS	VRS	ESCALA
Eficientes (ISE)	46 (17,0%)	68 (25,1%)	124 (25,8%)
No Eficientes	225 (83,0%)	203 (74,9%)	147 (54,2%)
Media No efic.	59,88	64,41	84,41

Fuente: Elaboración propia

Al corregir el efecto entorno, disminuye la frecuencia de unidades en escala constante (de 28,0% a 25,2%) y aumentó tanto la frecuencia de fincas que operan en retornos crecientes (de 36,90% a 37,6%) y decrecientes (de 36,90% a 37,3%). Se hace necesario incidir en la mejora de las empresas agropecuarias que aún se encuentran funcionando con tipo de retornos a escala decreciente. (Tabla 7.16).

Tabla 7.16. Tipos de rendimientos a escala para los datos corregidos por entorno

Tipo de rendimiento	RTS	Frecuencia	Porcentaje
Decrecientes	-1	68	25,1
	0	133	49,1
Crecientes	1	70	25,8
Total		271	100,00

Fuente: Elaboración propia

7.3. ANÁLISIS DE SEGUNDA ETAPA: IDENTIFICACIÓN DE FACTORES DE EFICIENCIA.

Se ha aplicado la técnica de remuestreo estadístico (Bootstrap) a los índices de eficiencia corregidos por entorno, con la intención de corregir también el sesgo de tales índices y proceder al análisis de la segunda etapa. En esta etapa se pretende identificar los posibles factores relacionados con la eficiencia, que puedan explicar los niveles de eficiencia encontrados.

Como factores de eficiencia se considerarán aquellos aspectos de manejo que puedan estar incidiendo en la eficiencia del uso de los recursos. Un aspecto importante en ganadería de doble propósito es el manejo de pastizales, de manera que al estudiar las prácticas agronómicas involucradas en ese manejo, se observa correlación significativa con la fertilización en el modelo de retornos constantes y a escala, el control

químico de malezas en todos los modelos y el control manual mecánico de malezas para VRS y CRS. Sin embargo, no se observa correlación con el riego, el control de plagas y la rotación de potreros. En relación con este último aspecto se hace necesario analizar la poca variabilidad de su indicador, lo que impide la identificación de la relación del índice de eficiencia con una práctica importante en el sistema.

La práctica de fertilización de potreros, es poco frecuente debido a las grandes extensiones de estos sistemas de producción. Sin embargo, su importancia como factor de eficiencia queda evidenciada en este estudio. Lo mismo sucede con la práctica del control de malezas, ya sea en forma química o manual mecánica. Dado que la práctica química de control se muestra altamente relacionada con el indicador de eficiencia en todos los modelos, es pertinente una reflexión acerca de las consecuencias para el ambiente del uso extensivo de estos productos, de manera que se oriente hacia la práctica manual mecánica de control de malezas para reducir las posibles externalidades del uso indiscriminado de productos químicos.

Tabla 7.17. Correlaciones de Spearman del índice de eficiencia corregido por variable de entorno y bootstrap con indicadores de manejo de pastizales

MODELO	Fertilización	Control Químico Malezas	Control Manual Mecánico De Malezas	Control Químico De Plagas	Rotación De Potreros	Riego
Índice de Eficiencia VRSboot	0,13(*)	0,29(**)	-0,12(*)	0,06	-0,01	0,09
Índice de Eficiencia CRSboot	0,06	0,23(**)	-0,15(*)	0,08	-0,02	0,08
Índice de Eficiencia ESCALAbboot	0,16(**)	0,17(**)	-0,06	0,05	-0,04	0,10

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

* La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

Fuente: Elaboración propia

Tal como se ha mencionado, la alimentación suplementaria a los animales se constituye en el segundo aspecto importante para analizar como factor de eficiencia (Tabla 7.18), ya que representa alrededor del 20% en la composición de costos en estos sistemas (Urdaneta *et al*, 1997). En ese sentido sólo se ha identificado el uso de alimento concentrado como factor de eficiencia debido a la correlación altamente significativa ($p < 0,01$) con el uso de este suplemento. Aun cuando para el resto de los insumos de

suplementación animal no se detectaron correlaciones, llama la atención los valores de correlación negativa para insumos como las sales, los minerales y el silaje, lo que de alguna manera orienta la decisión de disminución en el uso de estos insumos.

Tabla 7.18. Correlaciones de Spearman del índice de eficiencia corregido por variable de entorno y bootstrap con indicadores de suplementación animal.

Índice de Eficiencia	Alimento Concentrado	Sales	Minerales	Melaza	Heno	Silaje	Harina Maíz
VRSboot	0,16(**)	-0,05	-0,06	0,02	0,04	-0,06	0,10
CRSboot	0,17(**)	0,08	-0,06	0,04	0,06	-0,04	0,08
ESCALAboot	0,16(**)	-0,09	-0,03	-0,01	0,01	-0,08	0,07

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

* La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

Fuente: Elaboración propia

Las sales y los minerales son el insumo suplementario con mayor frecuencia de uso, y sin embargo es recomendable realizar un análisis de las necesidades adecuadas de estos insumos para evitar usos innecesarios. Por otro lado, el suministro de silaje muestra una de las frecuencias más bajas de uso por los altos costos para su elaboración en la propia finca.

En cuanto a la relación entre las eficiencias y los indicadores de productividad, la Tabla 7.20 nos muestra correlaciones significativas con la producción de leche y carne por unidad de superficie tanto para la eficiencia técnica como para la eficiencia a escala. La misma relación se ha observado para la productividad por animal (L/vo-día) como era de esperar, debido a que las relaciones insumo producto se calculan a escala constante. Así, las empresas con mayor producción de leche y carne por área (ha) y por vaca en ordeño (vo) resultan ser las más eficientes.

Por otro lado, no se observaron relaciones significativas con la cantidad de animales por hectárea, para ambos modelos (CRS y VRS), lo que significa que como factor de eficiencia en esos modelos se debe apuntar más a la productividad por animal que a la productividad por hectárea. La cantidad de animales por hectárea sólo ha resultado relacionada significativamente con la eficiencia de escala.

Tabla 7.19. Correlaciones de Spearman del índice de eficiencia corregido por variable de entorno y bootstrap con índices productivos.

Índice de Eficiencia	Carga Animal	Vacas/ha	L/ha	L/vo-día	Carne/ha	Costo/L	Ganancia/ha
VRSboot	0,079	0,134	0,35(**)	0,46(**)	0,30(**)	-0,31(**)	0,55(**)
CRSboot	-0,068	-0,049	-0,04	-0,04	-0,06	0,00	0,57(**)
ESCALAboot	0,108(**)	0,161(**)	0,35(**)	0,40(**)	0,31(**)	- 0,29(**)	0,01

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

* La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

Fuente: Elaboración propia

En síntesis, ha quedado demostrado el efecto entorno y su corrección ha permitido la expresión de niveles de eficiencia con relación a variables propias de la producción, entre ellas los niveles de fertilización y control de malezas, además del uso adecuado del alimento concentrado para una mayor productividad de leche y de carne.

CAPÍTULO VIII. CONCLUSIONES.

El objetivo general del presente trabajo de investigación ha sido en primer lugar analizar los niveles de eficiencia productiva en las explotaciones de ganadería de doble propósito en Venezuela. En segundo lugar se han detectado los factores determinantes de la misma, con el objeto de establecer medidas que permitan su mejora.

Tras el análisis inicial de los sistemas de producción de ganadería de doble propósito en el ámbito del Lago Maracaibo, se han detectado heterogeneidades en la tecnología de producción que han dado lugar a establecer cuatro zonas distintas entre sí y homogéneas en los municipios que las componen. Desde el punto de vista de dicha tecnología de producción, y bajo el enfoque del análisis de eficiencia mediante métodos de función frontera, se puede considerar que cada zona tendría una frontera distinta.

Este escenario nos ha permitido enfocar el análisis de eficiencia desde dos puntos de vista.

1) Análisis por zonas:

Teniendo en cuenta que cada zona tiene su propia tecnología de producción, y su frontera, el análisis de eficiencia individualizado para cada zona por separado, nos ha dado una medida fiel e interesante del comportamiento de las empresas dentro de su entorno.

2) Análisis global:

Aunque se realice el análisis por zonas, no deja de ser muy interesante el realizar un análisis globalizado donde se pongan en común los comportamientos de todas las empresas de la muestra objeto de estudio. Sin embargo, si no hay homogeneidad en la tecnología de producción, la consideración de una sola frontera común daría lugar a errores. Por este motivo se ha realizado el análisis de eficiencia aplicando una metodología que incorpora y corrige la heterogeneidad existente debido al efecto zona agroeconómica.

Para abordar el estudio de la eficiencia técnica en ganadería de doble propósito, teniendo en cuenta la zona agroeconómica como variable de entorno, se ha realizado un análisis integral de los aspectos relacionados, dentro de los cuales existe una vasta fundamentación teórico metodológica desarrollada en el tema de la eficiencia técnica, para luego abordar la estructura de estos sistemas de producción y las características agroecológicas de la cuenca del Lago de Maracaibo como zona de interés particular en este análisis. Con estos elementos se ha procedido a la aplicación del método de

programas múltiples (DEA+DEA+DEA) y en ese proceso se han identificado las siguientes conclusiones:

Del análisis de los indicadores de desempeño de los sistemas ganaderos de doble propósito, se deduce la necesidad de mejorar la productividad por animal como uno de los indicadores más cuestionados, sobre todo en producción de leche. Asimismo, en el marco de las actuales políticas de regularización de la tierra es imprescindible mejorar los indicadores de uso de la misma con una mayor productividad por unidad de superficie e incrementar la relación producto/insumo para la disminución de costos unitarios, situación que en una primera instancia, orienta el análisis de la eficiencia técnica hacia el insumo (input)

Se desprende del análisis de la producción de leche y carne en Venezuela, la necesidad de mejorar la relación producción por habitante, tanto en leche como en carne, para lo cual deben incrementarse los niveles de productividad del sistema doble propósito para que puedan contribuir efectivamente a la participación de la producción nacional en el consumo de ambos productos y así sustituir las importaciones. En estos sistemas de producción se requiere avanzar en la identificación de los factores que inciden sobre la eficiencia en forma integral para generar las estrategias que estimulen el cambio de la cultura productiva.

Como resultado del análisis multivariante de componentes principales de las características agroecológicas de la cuenca del Lago de Maracaibo y de los indicadores de desempeño productivo de los sistemas de ganadería de doble propósito, se seleccionaron los tres primeros componentes, los cuales explican el 83,23% de la variabilidad total de los datos. Posteriormente, con el análisis Cluster se identificaron cuatro zonas agroeconómicas con diferencias en cuanto a sus características agroecológicas e indicadores productivos.

La Zona 1 ha sido conformada por los municipios Mara, Páez y Miranda, al norte del lago de Maracaibo, allí se encuentra la menor proporción de unidades de producción (11,58%), ya que siendo una zona árida, el espacio para la producción de leche y carne con estos sistemas, está restringido a las márgenes del río. La Zona 2, situada en la parte central de la cuenca, ha quedado conformada por los municipios Jesús Enrique Lossada, Rosario de Perijá, La Cañada de Urdaneta, Valmore Rodríguez y los municipios de la Costa oriental del Lago, donde se concentra el 34,73% de las unidades típicas de doble propósito en condiciones de distribución bimodal de las precipitaciones, suelos y topografía variada.

Al sur del lago de Maracaibo se han estructurado dos zonas: La Zona 3 conformada por los municipios Machiques de Perijá, Baralt, Catatumbo y Jesús María Semprúm (33,44% de las DMU), la cual está caracterizada por buenas precipitaciones, pero con presencia de franjas de suelos ácidos., y la Zona 4 ha sido conformada por los municipios Colón y Sucre donde se sitúa el 20,26 % de las unidades de producción estudiadas, las cuales están localizadas en los suelos de mejor calidad y buenas precipitaciones.

En relación con los índices de productividad se observó que tanto la producción de leche y carne por hectárea como la ganancia media por hectárea, se incrementan substancialmente de la zona 1 a la Zona 4, detectándose diferencias significativas entre zonas para estos indicadores. También se observaron diferencias entre zonas para la producción diaria de leche por vaca, donde la Zona 1 ha presentado la media más alta de productividad por animal. No hubo diferencias entre zonas para el costo unitario de producto. Sin embargo, la modalidad de producción estuvo relacionada con la zona, observándose que los sistemas vaca-novillo se incrementaban de norte a sur debido a la disponibilidad de pastos como consecuencia de las mejores precipitaciones

Se han determinado relaciones χ^2 de la Zona con la frecuencia de uso de prácticas de manejo de pastizales y con la frecuencia de uso de insumos para la alimentación animal. La fertilización, el riego y el suministro de alimento concentrado, muestran cierta tendencia a disminuir de la Zona 1 a la Zona 4, como posible consecuencia de la disponibilidad de pastos por mejores condiciones agroecológicas. El control químico de malezas y el porcentaje de uso de las sales, los minerales y la melaza es mayor en la Zona 4, como posible respuesta a la necesidad de controlar la proliferación de malezas en zona con alta precipitación y de suplementar a los animales con macro y micro-elementos, además de energía para el pastoreo.

De la misma manera se detectaron diferencias significativas entre zonas agroeconómicas para los indicadores de manejo de pastos (carga animal, número de vacas por hectárea y superficie sembrada de pastos, entre otras), cuyos valores aumentan de la Zona 1 a la Zona 4, manifestándose de nuevo la influencia agroecológica de la Zona.

Estos resultados orientan la necesidad de considerar la categorización por zona agroeconómica y tenerla en cuenta como variable de entorno.

El análisis DEA de tres etapas para la corrección del índice de eficiencia por la zona agroeconómica como variable de entorno, ha evidenciado un efecto entorno altamente significativo tanto para el modelo CRS como para el VRS. Esto implica que tiene interés la realización de los análisis de eficiencia para cada Zona independiente, ya que realmente tienen distinta tecnología de producción y por tanto distinta frontera. Igualmente, el estudio de referentes nos ha dado los perfiles de eficiencia de las empresas de cada zona por separado atendiendo a sus propias características.

Después de la detección y eliminación de datos atípicos para cada zona agroeconómica, han quedado 271 unidades para el análisis. Al calcular los valores medios de las variables del modelo DEA, se ha observado una gran variabilidad tanto en los output como en los input, lo que muestra una gran diferencia entre empresas en cuanto a su dimensión. El estudio implica una superficie en torno a las 48.473 hectáreas con 43.362,64 unidades animales (UA), donde la producción de leche es muy superior a la producción de carne, lo que indica en términos de composición del ingreso que son sistemas de producción de doble propósito con tendencia a leche.

Con el análisis DEA para cada zona agroecológica (una frontera para cada zona), se han obtenido los niveles de eficiencia, y las posibles mejoras a conseguir. Dado que son fronteras independientes, los resultados no son comparables entre empresas de diferente zona, pero sí que nos dan información sobre el comportamiento global de las unidades dentro de su zona. Por este motivo, los resultados se describen de forma conjunta.

El porcentaje de las DMU con eficiencia técnica, prácticamente disminuye de norte a sur, ya que la zona 1 presenta el más alto porcentaje (44%), la zona 2 presenta un 18,63%, en la zona 3 se observa un 19,35% y en la zona 4 se presenta el menor porcentaje (13,73%). Un comportamiento semejante se presenta para la eficiencia técnica pura y la eficiencia de escala.

El análisis de las holguras ha mostrado, para todas las zonas, la necesidad de corregir el sobredimensionamiento de todos los input e intensificar el uso de aquellos inputs difíciles de cambiar en el corto plazo. En ambos modelos (CRS y VRS), la mayor proporción de mejora se ha localizado en la superficie utilizada y en los costos fijos, lo que hace necesario revisar el montante y distribución de las inversiones así como la verdadera utilidad que representan para los niveles de productividad que actualmente se manejan en estas unidades. En relación con los outputs, se podría conseguir un

incremento importante de la producción de carne especialmente en las zonas 1 (31,19%), 2 (17,48%) y 3 (12,24%) en el modelo de retornos variables.

La ineficiencia a escala se incrementa de la zona 1 a la zona 4. En este sentido, pudo observarse que la mayor proporción de unidades que operan a escala óptima se encuentran en la zona 1 (48%) y el mayor porcentaje de unidades en retornos decrecientes se encuentra en la zona 4 (60,8%), entre otras características. Estos resultados orientan la necesidad de intensificar el uso de los recursos en las zonas que presentan mejores condiciones agroecológicas, tratando de reducir el tamaño de las explotaciones.

En el análisis de referentes por Zonas y comparación de fincas no eficientes con las eficientes, no se han podido identificar decisiones de manejo que se asocien significativamente a la eficiencia calculada en la Zona 1. Sin embargo, no debe descuidarse el uso del alimento concentrado cuyo indicador de uso presenta valores mucho más altos en las fincas eficientes y en ambos modelos (CRS o VRS). Se recomiendan análisis adicionales con otras variables que pudieran aportar contundentemente a la conformación del perfil de eficientes en esta Zona.

En la Zona 2, tanto la proporción de la superficie con el control químico de malezas, como la proporción de superficie regada, contribuyen a una mejor oferta forrajera en las fincas eficientes. El uso de la sal y del heno en cantidades adecuadas, para la suplementación animal también son elementos propios del perfil de estas unidades. Asimismo, para las fincas eficientes prevalece la combinación de alta carga animal, con la mejor producción de leche por animal y por superficie aunada también a una mayor productividad de carne por hectárea. Esto ha originado mejores valores de ganancia por hectárea y menores costos unitarios de producto. La influencia de la carga animal se presenta más clara en el modelo de retornos constantes que en el de retornos variables.

Al perfil de eficiencia de la Zona 3, debe incorporársele la fertilización y el control manual mecánico de malezas como estrategias de manejo de pastos, así como la utilización de una fuente adicional de suplementos como son los bloques multinutricionales. En cuanto a sus resultados productivos se ha observado que tanto la mayor carga animal como la mayor producción de leche por vaca manejada en las unidades eficientes han mejorado los niveles de producción por hectárea tanto de leche como de carne. Asimismo, en las unidades eficientes se obtuvo mejor ganancia por hectárea y menor costo unitario del producto.

En la zona 4, se ha definido un comportamiento diferente en comparación con las otras zonas ya estudiadas, dado que es donde se manifiesta la menor proporción de uso de insumos tecnológicos para la producción, pero a la vez se han observado las mejores productividades por hectárea, por vaca en ordeño y menores costos unitarios de todas las zonas. Esto evidencia una influencia favorable determinada principalmente por las características agroecológicas.

Además del análisis por zonas, el estudio global de la eficiencia técnica para toda la zona de influencia del Lago Maracaibo, se realizó con toda la muestra, para obtener una visión general del sector. Para ello se consideró la variable Zona como variable de entorno de modo que las zonas con mayor efecto entorno han sido las zonas 1 (15,43%) y 2 (13,55%) en comparación con las zonas 3 (4,21%) y 4 (3,31%).

Después de la aplicación del método de tres etapas, mejoró la proporción de unidades eficientes en todos los modelos (CRS, VRS y ESCALA), sin embargo ha disminuido ligeramente la proporción de unidades que operan a escala óptima y en esa misma medida ha aumentado la proporción de unidades con ineficiencia de escala tanto en retornos crecientes como en retornos decrecientes, lo que indica una oportunidad importante de mejora como consecuencia de un mejor uso de la tecnología de producción.

El análisis de correlaciones de Spearman de los indicadores de manejo con las eficiencias corregidas por la variable entorno y por bootstrapping indican como factores de eficiencia a la fertilización, al control químico y manual mecánico de malezas, en ambos modelos, así como al uso de alimento concentrado en la suplementación animal en CRS, VRS y ESCALA. La carga animal se ha mostrado relacionada sólo con la eficiencia de escala, en tanto que la cantidad de vacas por hectárea y la producción por vaca en ordeño se han mostrado relacionadas con la eficiencia calculada bajo el modelo CRS y ESCALA, asimismo sucede con el costo unitario sólo que en este caso la correlación es negativa.

Las diferencias significativas encontradas entre estratos de tamaño de unidades de producción, donde se observa que las fincas con menor tamaño presentan mayor carga animal y mayor productividad de leche y carne por hectárea, refieren la importancia de la superficie utilizada en las mejoras tecnológicas que el productor debe llevar a cabo en la unidad de producción para incidir en las productividades parciales.

Se concluye con el interés de tener en cuenta la zona agroeconómica como variable de entorno dado que las unidades de la Zona 1 y 2 han mostrado índices de eficiencia individuales altos, relacionados a su vez con el uso de tecnologías adecuadas para la producción. Sin embargo, las condiciones agroecológicas difíciles les habían impedido manifestar sus verdaderos niveles de eficiencia. Por otro lado las unidades de las Zonas 3 y 4 con mejores precipitaciones y suelos requieren intensificar el uso de insumos para los niveles de producción que actualmente manejan, debido a que centran sus resultados en las condiciones agroecológicas favorables sin mayor esfuerzo tecnológico.

En el presente estudio se ha avanzado con el análisis de perfiles de eficientes para identificar indicadores de procesos y resultados, los cuales hacen que una unidad productiva ineficiente tenga empresas completamente eficientes que son sus referentes y que le servirán como guía para alcanzar la frontera de la eficiencia, ya que se identifican detalles de las estrategias de logro para cada Zona y para cada modelo de retornos ya sea constante o variable. Analizar por qué productores de fincas situadas en las mismas zonas agroecológicas, con los mismos problemas presentan indicadores de ineficiencia técnica relativa. ¿Por qué algunos productores adoptan decisiones adecuadas y otros no? Es un trabajo que hemos denominado *Benchmarking inverso*, porque se trata de identificar los casos no exitosos y de estudiar cuáles razones le impiden adoptar las tecnologías que les pueden ayudar a alcanzar la frontera de la eficiencia del conjunto de datos.

Por otra parte, este análisis arroja la posibilidad de disminuir la utilización de todos los insumos considerados en el modelo DEA. Un programa de extensión debe tener en cuenta estos resultados. En una primera etapa, promover la incorporación de tecnologías de uso más intensivo de recursos (siempre en concordancia con los cuidados ambientales) y en una segunda etapa mejorar la producción de la zona, incrementando los indicadores de productividad parcial.

Por último, debe considerarse la gran complejidad de los sistemas ganaderos de doble propósito, los cuales requieren sucesivas aproximaciones a los modelos de estudio de eficiencia que mejor representen su proceso productivo. Asimismo, hay que considerar la identificación de variables de entorno y factores de eficiencia en cada caso de estudio, que orienten las estrategias de mejora para cada grupo de unidades de producción con características comunes, dado que en agricultura esas particularidades definen las posibilidades reales de asumir las recomendaciones del modelo.

Queda pendiente, la discusión acerca de la falta de identificación de otros factores de eficiencia debido a la gran variabilidad de los valores de indicadores de manejo, asimismo se hace necesario en futuras investigaciones solventar algunas limitaciones que nos han impedido obtener resultados más contundentes por falta de datos, como es el caso de los precios de los inputs y outputs y las características gerenciales de los productores, entre posibles aspectos a considerar para acometer próximas investigaciones.

También se deducen algunas líneas de investigación que pueden desarrollarse a partir del presente trabajo, bien sea con la realización de análisis de la eficiencia mediante métodos de funciones distancia econométricas con el fin de comparar los resultados, o de incorporar el análisis de la eficiencia económica contando con los precios. También se puede abordar el análisis de la eficiencia incorporando el aspecto del impacto medioambiental al incluirlo como output no deseable, en un modelo que maximizaría los outputs deseables y minimizaría el output no deseable del proceso productivo.

CAPÍTULO IX. RESUMEN.

Como se ha indicado anteriormente, el objetivo general de este proyecto de investigación ha consistido en analizar los niveles de eficiencia técnica en las explotaciones de ganadería de doble propósito en Venezuela y posteriormente se han detectado los factores determinantes de la misma, con el objeto de establecer medidas que permitan su mejora.

Tras el análisis inicial de los sistemas de producción de ganadería de doble propósito en el ámbito del Lago Maracaibo, se han detectado heterogeneidades en la tecnología de producción que han dado lugar a establecer cuatro zonas agroeconómicas distintas entre sí y homogéneas en los municipios que las componen, de esta manera, se puede considerar que cada zona tendría una frontera distinta. El análisis de eficiencia por zonas, nos ha dado los perfiles de eficiencia de las empresas de cada zona por separado atendiendo a sus propias características.

Después se ha realizado el análisis de eficiencia global que incluye todas las unidades de explotación considerando una frontera para todas, pero aplicando una metodología que incorpora y corrige la heterogeneidad existente debido al efecto zona agroeconómica, se ha evidenciado un efecto entorno altamente significativo ($p < 0,01$) tanto para el modelo CRS como para el VRS.

Los factores de eficiencia identificados han sido, la fertilización, el control químico y manual mecánico de malezas, en ambos modelos, así como el suministro de alimento concentrado en la suplementación animal (en todos los modelos). La carga animal se ha mostrado relacionada sólo con la eficiencia de escala, en tanto que la cantidad de vacas por hectárea y la producción por vaca en ordeño se han mostrado relacionadas con la eficiencia calculada bajo el modelo CRS y ESCALA, asimismo sucede con el costo unitario sólo que en este caso la correlación es negativa.

Las recomendaciones para la mejora de la eficiencia surgen del análisis de los perfiles de eficientes por Zonas y difieren para cada Zona Agroeconómica.

CAPÍTULO X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agudo, R. (2012). La Producción de Leche. Un negocio a Futuro. El Circuito Lácteo Venezolano, Situación Actual y Perspectivas. En: XVI Congreso Venezolano de Producción e Industria Animal y VI Congreso Internacional de Ganadería de Doble Propósito. Asociación Venezolana de producción animal (AVPA). 5 y 6 de julio 2012. Maracaibo. Venezuela.
- Aigner, D., Lovell, C., y P. Schmidt. (1977). Formulation and estimation of stochastic frontier production function models. *Journal of econometrics*. 6, p:21-37. ISSN: 0304-4076
- Aigner, D., y S. Chu (1968). On estimating the industry production function. *American Economic Review*, 58: 826-839. ISSN: 0002-8282.
- Álvarez, A. (2001). La medición de la eficiencia y la productividad. Ediciones Pirámide. Madrid. 363p. ISBN 84-368-1586-6.
- Afriat, S. (1972). Efficiency estimation of production functions. *International Economic Review*, 13(3): 568-598. Online ISSN: 1468-2354
- Andrews D., y D., Pregibon (1978). Finding the outliers that matter. *Journal of the Royal Statistical Society, Ser. B*, 40: 85-93. Online ISSN: 1467-9868
- Arango, L. (1986). La ganadería de doble propósito. Estudio del caso colombiano. En: Panorama de la ganadería de doble propósito de la América tropical. Arango, L., Charry, A., y Vera, R. (Eds). IICA Bogotá, Colombia. P:59-74. ISBN: 9589066003
- Arzubi A. y J. Berbel. (2002^a). Determinación de índices de eficiencia mediante DEA en explotaciones lecheras de Buenos Aires. *Invest. Agr: Prod. Sanid. Anim. Vol. 17. (1-2):103-123.*
- Arzubi A. y J. Berbel. (2002^b). Un análisis no paramétrico de eficiencia en explotaciones lecheras de Argentina. *Estudios Agrosociales y pesqueros. N° 193: 1-24. ISSN: 1575-1198*
- Banker R; Charnes A. y W. Cooper. (1984). Some models for estimating technical and scales inefficiencies in Data Envelopment Analysis. *Management Science*, nº 30. Pp. 1078-1092. ISSN 1526-5501 (Online)
- Banker, R. y R. Morey (1986). The use of categorical variables in data envelopment analysis. *Management Science*. Vol 32,12. ISSN 1526-5501 (Online)
- Barreiro-Hule, J., Martínez-Paz, J. y M. Espinosa-Goded. (2008) ¿Existe relación entre comportamiento ambiental y eficiencia en agricultura? El caso del cereal de secano en Andalucía. Conferencia invitada en: III Congreso de la Asociación Hispano-Portuguesa de Economía de los recursos Naturales y ambientales. Palma de Mallorca del 4 al 6 de Julio. 21pp. Disponible en: <http://www.uibcongres.org/congresos/ponencia.xx.html?cc=146&mes=56&ordpon=5>. Recuperado enero 2012.
- Battese, G.; Coelli, T. (1988). Prediction of firm-level technical efficiency with a generalised frontier production function and panel data. *Journal of Econometrics*, 38: 387-399. ISSN: 0304-4076
- Battese G. (1992). Frontier production functions and technical efficiency: a survey of empirical applications in agricultural economics. *Agricultural Economics*. 7: 185-208. Elsevier Science Publishers B.V. Amsterdam. ISSN: 0169-5150.
- Battese, G. Coelli, T., y T. Colby (1989). Estimation frontier production functions and the efficiencies of Indians farms using panel data from ICRISAT'S Village level studies. *J. of quantitative economics*. Vol 5: 327-348. ISSN: 0971-1554.

- Bauer, P. (1990). Recent developments in the econometric estimations of frontiers. *Journal of Econometrics*, 46: 39-56. ISSN: 0304-4076
- Beltrán- Esteve, M., Gómez-limón, J., y A. Picazo-Tadeo. Impacto de las ayudas agroambientales sobre la eco-eficiencia de la agricultura de secano. (2011) En XIV Encuentro de Economía aplicada. Disponible en: <http://www.alde.es/encuentros/anteriores/xiveea/trabajos/b/pdf/105.pdf>. Recuperado octubre 2012.
- Berndt E.; Khaled, M. (1979). Parametric productivity measurement and choice among flexible functional forms. *Journal of Political Economy*, 87: 1220- 1245. E-ISSN: 1537-534X
- Bjurek, H., Hjalmarson, L., Forsund. (1988). Parametric and nonparametric estimation of efficiency in service production a comparison. Working paper. University of Gothenburg, August, 27p.
- Boles, J. (1966). Efficiency Squard- Efficiency computation of efficiency indexes. *Proceeding of the third annual meeting of the western farm economics Association*. 137-142.
- Boussofiene., A., Dyson, R., y E. Thanassoulis (1991). *Applied data Envelopment Analysis*. *European J. of Operational research*. 52: 1-15. ISSN 0377-2217.
- Boxwell, R. (1995). *Benchmarking para competir con ventaja*. Traducido de la primera edición en inglés. Editorial McGraw-Hill/Interamericana de España, S.A. ISBN: 84-481-1837-5. 203pp. ISBN: 84-481-1837-5.
- Broquet, P., y B. Golany(1996). Using Rank statistics for determining programmatic efficiency differences y Data Envelopment Analysis. *Management Science*. 42(3): 466-472. ISSN:1526-5501 (Online).
- Bunge, M. 1985. *Racionalidad y realismo*. Alianza Editorial. Madrid. 191p. ISBN: 84-206-2445-4
- Cancio Y. (2009). *Apuntes críticos sobre las interrelaciones dialécticas entre la eficiencia y las categorías relacionadas*. Facultad de Ciencias Económicas, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas (UCLV), CUBA. Disponible en: <http://www.eumed.net/ce/2009b/ycd.htm>. ISSUE: 009-10
- Castillo Juvenal (1989). El enfoque sistémico y las nuevas corrientes de investigación para el desarrollo. En III Taller nacional sobre investigación y desarrollo en sistemas de producción agrícola. Maracaibo, Venezuela.
- Castillo, M. (2006). Eficiencia técnica de la producción de vacuno en la dehesa. *Revista Española de estudios agrosociales y pesqueros*. N° 212: 139 – 153. ISSN: 1575-1198.
- Capriles, M. (1993). *Realidades sobre la producción de leche con bovinos en Venezuela*. I seminario sobre producción de leche de calidad. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Cuaderno de Agronomía. Año 2 N° 4, Valencia, Venezuela. 36 pp.
- Capriles, M. (1998). *Avances en la metodología: perfiles productivos y funcionalidad tecnológica en sistemas de producción de leche y carne con vacunos en Venezuela*. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía y Ciencias Veterinarias. Sistema de Producción con Rumiantes en los Trópicos Maracay (Mimeo), 7 pp.
- Capriles, M., E. Capriles, L. Paredes y O. Mendoza. (1999). Evaluación de la producción, diagnósticos técnicos estructurales, funcionales y mejoramiento continuo en sistema de

leche y carne con vacuno en Venezuela. XIV Jornadas Agronómicas. Universidad Nacional Experimental del Táchira. Supl. 1. 35 pp.

Carrizales, H., Paredes, L., y M. Capriles (2000). Estudio de funcionalidad tecnológica en ganadería de doble propósito en la zona de Santa Bárbara. Municipio Colón. Estado Zulia. (Estudio de casos). *Zootecnia Tropical*, 18(1):59-78.

CAVILAC. (2008). La industria lechera en Venezuela su evolución en el año 2007. Informe anual de la Cámara Venezolana de la Industria de Lácteos. 94pp.

Charnes A.; Cooper W. y E. Rhodes. (1978). Measurement the efficiency of decision making units. *European Journal of operational research*. 2,pp 429-444. ISSN 0377-2217

Charnes A.; Cooper W. y E. Rhodes. (1981). Evaluating Program and Managerial Efficiency: An Application of Data Envelopment Analysis to Program Follow Through. *Management Science*, 27 (6), pp. 668-697. ISSN 1526-5501 (Online).

Charnes, A.; Cooper, W.; Lewin, A.; y Seiford, L. (1994). *Data envelopment analysis: Theory, Methodology and Applications*. Kluwer Academic Publishers, Boston. ISBN-10: 0792394798

Coelli, T. (1996). A guide to DEAP versión 2.1. A data envelopment analysis (computer) program. CEPA Working papers, N6/08. University of New England, Armidale.. Disponible en: <http://www.owl.net.rice.edu/~econ380/DEAP.PDF>. 49 pags. Revisado enero 2011.

Coelli, T. (1998). A multi-stage methodology for the solution of orientated DEA models. *Operation research letter*. 22:143-149. ISSN: 0167-6377.

Coelli T.; Prasada D., y G. Battese (1998). *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*, Kluwer Academic Publishers. Boston. ISBN: 0-7923-8060-6.

Coelli, T., Pelelman, S., y E. Romano. (1999). Accounting for environmental influences in stochastics frontier models: with application to international airlines. *J. of Productivity Analysis*. 11:251-273. ISSN (electronic): 1573-0441.

Coelli, T., (2000). On the econometric estimation of the distance function representation of a production technology. CORE Discussion Papers 2000042, Université catholique de Louvain, Center for Operations Research and Econometrics (CORE).

Coll V., y O. Blasco (2006) Evaluación de la eficiencia mediante el análisis envolvente de datos Edición electrónica. Texto completo en: www.eumed.net/libros/2006c/197/.

Corbetta, P. (2003). *Metodología y técnicas de investigación social*. McGraw-Hill/Interamericana de España. España. pp 448. ISBN(13): 9788448156107.

Comerma J., y L. Arias. (1971). Un sistema para Evaluar las Capacidades de Uso Agropecuario de los Terrenos en Venezuela. Seminario de Clasificaciones Interpretativas con fines agropecuarios. Sociedad Venezolana de la Ciencia del Suelo. Maracay. 57 p.

DATANÁLISIS (2011). Datanálisis reporta que escasez de leche en polvo está en 50%. Disponible en: <http://www.consumid.org/detalle/14609/datanalisis-reporta-que-escasez-de-leche-en-polvo-> . Recuperado abril 2012.

Debreu, G. (1951). The coefficient of Resource Utilization. *Econometría*, 19 (3): 273-292. Online ISSN: 1468-0262.

Dios-Palomares R.; Martínez-Paz J. y F. Martínez-Carrasco. (2002) Análisis de eficiencia en el sector comercializador y manipulador hortícola de Almería. III Workshop de eficiencia y productividad. Oviedo. España, 12 de Julio. 20pp.

Dios-Palomares R. (2004^a). El análisis de eficiencia en el sector público mediante métodos frontera. Auditoria y gestión de fondos públicos. Auditoria pública N° 33:39-48. ISSN: 2174-2537.

Dios-Palomares, R.; J.M. Martínez; F. Martínez-Carrasco (2004^b). Variables de entorno en el análisis de eficiencia. Un método de tres etapas con variables categóricas. Working Paper E 2004 / 78. Fundación Centro de Estudios Andaluces. Sevilla. 23pp

Dios-Palomares R.; Martínez J. y T. de Haro. (2006^a). Análisis de eficiencia de la industria oleícola en Andalucía. Un estudio semiparamétrico con metodología bootstrap. 25pp. En línea: <http://www.revecap.com/encuentros/anteriores/ixeea/trabajos/d/pdf/dios.pdf>. 12 febrero 2009

Dios-Palomares, R.; J.M. Martínez; F. Martínez-Carrasco (2006^b). El análisis de eficiencia con variables de entorno: un método de programas con tres etapas. Estudios de Economía Aplicada. Vol 24(1):477-497. Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=30113179019>. ISSN 1133-3197.

Dios-Palomares, R.; De Haro, T., y J., Martínez (2006^c) Eficiencia técnica en el sector oleícola. Un nuevo método de factores ambientales. Documento de trabajo E 2006 / 01. Fundación Centro de Estudios Andaluces. Sevilla.19p

Dios-Palomares, R., Martínez-Paz, J., y A. Prieto. (2013). Multi-output technical efficiency in the olive oil industry and its relation to the form of business organisation. En: Efficiency Measures in the Agricultural Sector., VI, 195 p. ISBN 978-94-007-5738-7. (En imprenta)

Depablos, L., Ordoñez, J., Godoy, S. y Chicco C. (2009) Suplementación mineral proteica de novillas a pastoreo en los Llanos centrales de Venezuela. Zootecnia Tropical. Vol 27(3): 249-262. ISSN 0798-7269

Delgado R. (2009). Análisis de la evolución temporal de la eficiencia y productividad en el sector oleícola: Un enfoque no paramétrico con datos de panel. Trabajo profesional de fin de carrera. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y de Montes. Universidad de Córdoba.

Drake, L. and B. Howcroft. (1994). Relative efficiency in the branch network of a UK bank: An empirical study. Omega: The International Journal of Management Science, 22(1):83-90. ISSN: 1226-0797.

Emrouznejad, A. (2001). An extensive bibliography of data envelopment analysis (DEA). Business School. University of Warwick, Coventry CV4 7AL. Volume I-V. England.

Efron, B. (1979). Bootstrap methods: another look at the jackknife. Annals of Statistics. 7:1-16. ISSN: 0090-5364.

Efron, B. (1982). The Jackknife, the bootstrap and other resampling plans. CMBS_NSF. Regional conference series in Applied mathematics.38. Philadelphia.

Efron, B. y R. Tibshirani (1993). An introduction of the bootstrap. Nueva york. Chapman and Hall. ISBN: 0-412-04231-2.

Elyassiani E. y S. Medhian. (1993). Measuring technical and scale inefficiencies in the beer industry: non parametric and parametric evidences. The Quaterly Review of Economics and Finance, 33(4): 383-408. ISSN: 1062-9769.

Ewel J., y A., Madriz. (1968). Zonas de vida de Venezuela. Ministerio de Agricultura y Cría, Dirección de Investigación, Caracas, Venezuela. 270p.

Ewel, J.; Madriz,A. Y J. Tosi. (1976). Zonas de Vida de Venezuela. Memoria explicativa sobre el mapa ecológico. 2^{da} edición. Editorial Sucre. Caracas-Venezuela. 260p.

Färe, R; Grosskopf S. and Lovell, C.A.K. 1985. The measurement of efficiency of production, Kluwer Nijhoff Publishing, Boston. Boston-Dordrecht-Lancaster: Kluwer-Nijhoff Publishing. ISBN: 0-89838-155-X.

Farrel, M. (1957). The Measurement of productive Efficiency. Journal of the Royal Statistical Society, A CXX, part 3, pp 253-290. Online ISSN: 1467-9868.

FAO (2005) The state of food and agriculture. FAO corporate document Repository. Economic and Social Department. Editorial Production and Design Group Publishing Management Service. FAO. Roma. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/008/a0050e/a0050e00.htm>. ISBN 92-5-105349-9

FAOSTAT (2012) Base de datos estadísticos de producción de alimentos de la Organización De Las Naciones Unidas Para La Alimentación Y La Agricultura (FAO). Disponible en: <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>. Recuperado enero, 2012.

FEDEAGRO-MAT (2008). Volumen de la producción. Grupo Animal. Disponible en: <http://www.fedeagro.org/produccion/Rubros.asp>. Recuperado: octubre 2009.

Fernández, 1992. Aspectos técnicos y económicos de la ganadería bovina de doble propósito de la Cuenca del Lago de Maracaibo. En: Ganadería mestiza de doble propósito. Carlos Gozález-Stagnaro Ed. Facultad de Agronomía y Facultad de Ciencias Veterinarias. La Universidad del Zulia. P: 537-572. ISBN: 960-296-253-8.

Fernández , Y., y Flórez, R. (2006). Aplicación del modelo DEA en la gestión pública. Un análisis de la eficiencia de las capitales de provincia españolas . Revista Iberoamericana de contabilidad de gestión. N° 7: 165-202. ISSN:1696-294X

Fraser, I., y D. Cordina. (1999). An application of data envelopment analysis to irrigated dairy farms in Northern Victoria, Australia. Agricultural Systems, 59(3):267-282.

Fried, H., y C. Lovell (1996). Searching for the Zeds. II Georgia productivity workshop. University of Georgia.

Fried, H., Schmidt, S., y S. Yaisawarng (1999). Incorporating operating environment into a nonparametrics measure technical efficiency. J. of Productivity Analysis. 12: 249-267. ISSN (electronic): 1573-0441.

Fried, H., Lovell, C., Schmidt, S., y S. Yaisawarng (2002). Accounting for environmental effects and statistical noise in Data Envelopment Analysis. J. of Productivity Analysis. 17: 157-174. ISSN (electronic): 1573-0441.

Gaceta Ganadera. (2010). Disponibilidad aparente de carne de res en Venezuela. Disponible en: www.gacetaganadera.com. Recuperado noviembre 2010.

Gaceta Ganadera. (2011). Disponibilidad aparente de carne de res en Venezuela. Disponible en: www.gacetaganadera.com. Recuperado noviembre 2011

- Gamarra J. (2004). Eficiencia técnica relativa de la ganadería doble propósito en la Costa Caribe. Centro de estudios económicos regionales. N° 53. Cartagena, Colombia. 75p.
- García E., y V., Coll Serrano. (2003) Competitividad y eficiencia. En Estudios de Economía Aplicada. Vol 21. N° 003. Asociación de Economía Aplicada (ASEPELT) Madrid-España. P: 423-450.
- Gómez-Limón, J., Picazo-Tadeo, A., y E. Reig-Martínez (2011). Eco-efficiency assessment of olive farms in Andalusia. Working Paper WPAE-1105. Departamento de Estructura Económica. Universidad de Valencia, España. Disponible en: <http://www.Estructuraeconomica.es>. Recuperado Octubre 2012. ISSN: 2172-3036.
- González-Araya M. y Valdés-Valenzuela, N. (2009). Método de selección de variables para mejorar la discriminación del análisis de eficiencia aplicando modelos DEA. Ingeniería Industrial. Año 8 N°2:45-56. ISSN on line: 07-18-8307.
- González E.; Álvarez A. y C. Arias. (1996). Análisis no paramétrico de eficiencia en explotaciones lecheras. Investigación Agraria, Vol. 11, N° 1. Abril, 173-190. ISSN: 0213-635X.
- Greene, W.H. (1980^a). Maximum likelihood estimation of econometric frontier functions. Journal of Econometrics, 13: 27-56. ISSN: 0304-4076.
- Greene, W.H. (1980^b). On the estimation of flexible frontier production model. J. of Econometrics. 13(1): 101-115. ISSN: 0304-4076.
- Gutiérrez, A. (2012). Bases para la formulación de una nueva estrategia agroalimentaria. En: Encuentro de Organizaciones sociales. Universidad Católica Andrés Bello, Caracas 5 al 10 de marzo de 2012. Disponible en: http://www.saber.ula.ve/dspace/bitstream/123456789/34833/1/Gutierrez_PonenciaSAV_UCAB_4_2012.pdf. Recuperado mayo 2012.
- Gutiérrez, H. (2005). Calidad total y productividad. México, McGraw Hill Interamericana editores, S.A. P:25-26. ISBN: 10-970-10-4877-6.
- Guerra, G. (1992). Análisis de los procesos económicos y sociales en la administración y uso de la mano de obra. Manual de Administración de Empresas Agropecuarias. Editorial Instituto de Capacitación para la Agricultura. ISBN 92- 9039-181-2. Costa Rica. 580 pp.
- Hall, P., Härdle, W., y L. Simar (1995). Iterated bootstrap with application to frontier models. J.of Productivity Analysis. 6:63-76. ISSN (electronic): 1573-0441.
- Haro, T.; Parra, C.; y A. Titos. (1999). Indicadores de cambio de productividad total de los sectores industriales andaluces. Ed. Instituto de Estadística de Andalucía (IEA). Sevilla.
- Hart Robert. (1979). Agroecosistemas. Conceptos básicos. CATIE. Turrialba-Costa Rica. 201p.
- Holdridge, L. R. 1967. «Life Zone Ecology». Tropical Science Center. San José, Costa Rica. (Traducción del inglés por Humberto Jiménez Saa: «Ecología Basada en Zonas de Vida», 1a. ed. San José, Costa Rica: IICA, 1982).
- Holmann, F.; Rivas, L.; Carullo, L.; Guzmán, M.; Martínez, B.; Medina A. y A Farrow. (2003). Evolución de los sistemas de producción de leche en el Trópico Latinoamericano y su interrelación con los mercados: Un análisis del caso Colombiano. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), International Livestock Research Institute (ILRI) and Systemwide Livestock Program (SLP). Documento de Trabajo # 193. Cali.

- Hurtado J. 1998. Metodología de la investigación holística. SYPAL-Fundacite Anzoategui. Eds. Primea edición. Caracas. Venezuela. 594p.
- Hurtado J. 2010. Metodología de la investigación. Guía para la comprensión holística de la Ciencia. 4ta Edición. CIEA-SYPAL. Editorial Quirón. Bogotá- Caracas. 1327p. ISBN: 978-980-6306-66-0
- INE (2012) Situación dinámica y demográfica. Población total, por sexo al 30 de Junio, 1990-2015, (base Censo, 2001) Disponible en: <http://www.ine.gov.ve/documentos/Demografia/SituacionDinamica/Proyecciones/html/PoblacionSexo.html>. Recuperado enero 2012.
- Iráizoz, B. y M. Rapún (2001). Eficiencia técnica de la industria agroalimentaria de Navarra. Proyecto CICYT "Estructura productiva y política comercial de la Industria Agroalimentaria de Navarra". Navarra.
- Ivancevich, J; Lorenzi, P, Skinner, S. y P., Crosby (1996) Gestión: Calidad y competitividad, Mexico: Irwin. 800p. ISBN: 84-8086-199-1
- Jaforullah M. y J. Whiteman (1999). Scale efficiency in the New Zealand dairy industry: a non-parametric approach. The Australian Journal of Agricultural and Resource Economics, 43 (4), pp 523-541. On line ISSN 1467-8489.
- Jenkins, I. y M. Anderson (2003). A multivariate statistical approach to reducing the number of variables in data envelopment analysis. European Journal of Operational Research. 147: 51-61. ISSN 0377-2217.
- Jondrow, j., Lovell, C., Materov, I.,y P., Schmidt (1982). On the stimation of technical inefficiency in the sthochastic frontier production function model. J. of Econometrics. 19<: 233-238. ISSN: 0304-4076.
- Kärlof, B., y S., Östblom. (1993). Benchmarking: A Signpost to Excellence in Quality and Productivity. John Wiley & Sons eds. 326p.
- Kirner, L., Ortner M. y J.Hambrush. (2007). Using technical efficiency to classify Austrian dairy farms. Die Bodenkultur. 58 (1-4): 15-24. ISSN: 0006-5471
- Land, K., Lovell, C., y S. Thore (1993). Chance-constrained Data Envelopment Analysis. Managerial and Decision Economics. Vol. 14(6): 541-554. ISSN (electronic): 1099-1468.
- Lecca, E. y Lizama E. (2005) Fronteras de eficiencia para operadores de decisiones. Revista de la facultad de ingeniería Industrial. UNMSM: Vol 8(1):77-82. ISSN: 1560-9146 (impreso) / ISSN: 1810-9993 (electrónico)
- Leibenstein H. (1966). Allocative efficiency Vs X-efficiency. American Economic Review. 56: 392-415. ISSN: 0002-8282.
- Lins, M., y M., Moreira. (1999). Método I-O stepwise para seleção de variáveis em modelos de análise envoltória de dados. Pesquisa Operacional, 19, 39-50. ISSN: 0101-7438
- Lovell, C., y P. Schmidt (1988). A Comparison of Alternative Approaches Measurement Of Productive Efficiency. En: Drognaci, A., y R., Färe eds. Application of Modern Production Theory: Efficiency and Productivity. Kluwer. Boston. ISBN: 0-89838-182-7
- Lovell, C., 1993. Production frontier and productive efficiency. In: Fried, H.O., Lovell, C.K., Schmidt, S.S. (Eds.), The Measurement of Productive Efficiency. Techniques and Applications. Oxford University Press, Oxford, pp. 3-67. ISBN: 0-19-507218-9.

- Lovell, C., Pastor, J.T. 1995. Units Invariant and Translation Invariant DEA Models. *Operations Research Letters*, 18: 147-151. ISSN: 0167-6377.
- Loreto M. 2001. Medidas de eficiencia en la producción de Leche: el caso de la provincia de Córdoba. Tesis presentada para optar al grado de Doctor en Veterinaria. Facultad de Veterinaria, Departamento De Producción Animal. Universidad De Córdoba. España. Disponible en: http://www.uco.es/zootecniaygestion/img/pictorex/13_17_20_Loreto_1.pdf. 325pp.
- Lozano, A., Pastor, J.T., y J.M. Pastor (2002). An efficiency comparison of european banking systems operating under different environmental conditions. *J. of productivity Analysis*. 18:59-77. ISSN (electronic): 1573-0441.
- Lund, P.; G. Hill. (1979). Farm size, efficiency and economies of size. *Journal of Agricultural Economics*, 30(2): 145-158. ISSN (electronic): 1477-9552.
- LUZ-FONACIT-IICA (2005). Sistema Nacional de Información y Registros para la Ganadería de doble propósito. Disponible en: <http://www.Gdp.infoagro.info.ve>. Recuperado marzo 2007.
- Martín R. (2008). La evaluación de la eficiencia técnica. Una aplicación del DEA a la universidad de la laguna. XV Jornadas de la Asociación de la Economía de la Educación. Universidad de La Laguna. Formación Universitaria, Vol. 1 (2):17-26. Disponible en: <http://www.scielo.cl/pdf/formuniv/v1n2/art04.pdf>. Recuperado enero 2012.
- Martínez, J.; Noguera N.; Peters W. y Clavero T. (1995). Suelos y pastos de referencia en la Región Machiques-Colón. *Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ)*. 12 (1): 59-69. ISSN 0378-7818.
- Materán, M., Reichel, H., Suarez, G., Urdaneta, F., Peña, M. y Casanova, A. (1999). Construcción y caracterización de arreglos tecnológicos en sistemas de producción bovina de doble propósito en los municipios Rosario y Machiques de Perijá, estado Zulia, Venezuela. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*. 16 Supl. 1: 243-251. ISSN 0378-7818.
- Mathijs, E.; Dries, L.; Doucha, T.; y J. Swinnen. (1999). Production efficiency and organization of Czech dairy farm. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 5(2): 312-324. ISSN: 0021-8596.
- McCarty, T., y Y, Yaisawarng (1993). Technical efficiency in New Jersey School district en: Fried, H., Lovell, C., y s. Schmidt (eds). *Measurement of productive efficiency techniques and applications*. New York. Oxford University Press. 423p. ISBN: 0-19-507218-9
- Meeusen, W.; J., Van Den Broeck (1977). Efficiency estimation from Coob- Douglas production function with composed error. *International Economic Review*, 18: 435-444. Online ISSN: 1468-2354.
- Moreno, A., y D. Trillo. (2001). El análisis de Correlación Canónica como instrumento para la evaluación de la eficiencia. Informe técnico. Consultado Julio 2012. Disponible en: <http://eprints.ucm.es/6743/> 34p.
- Morillo F. y Urdaneta F. (1998). Sistemas de producción con bovinos para los trópicos americanos. En *Memorias de la conferencia Internacional sobre la ganadería en los trópicos*. Instituto de Ciencias Alimenticias y Agropecuarias. Florida State University. Gainesville, Florida, USA. p: 80-104.

- Muñiz, M. (2001). Introducción de variables de control en modelos DEA. En: La medición de la eficiencia y la productividad, Álvarez, A. (ED). Ediciones Pirámide. Madrid. P: 197-217. ISBN 84-368-1586-6.
- Nava, M.; Urdaneta, F. y Casanova, A. (2008). Gerencia y productividad en sistemas ganaderos de doble propósito. Revista Venezolana de Gerencia. Año13, N°43. 468-491. ISSN 1315-9984.
- Nava, M., Urdaneta, F., y A., Casanova (2009). Comportamiento económico y financiero de sistemas de ganadería de doble propósito (*Taurus-Indicus*). ISSN: 0798-2259
- Ordóñez, J. (2002). Evaluación económica de los sistemas de producción de leche. En: Avance de la ganadería de doble propósito. C. González-Stagnaro, E. Soto-Belloso, L. Ramírez Iglesia (eds). Fundación GIRARZ. Ediciones Astro-Data S.A. Cap. XL: 636-643. Maracaibo-Venezuela. ISBN 980-296-933-8.
- Ortega L; Ward R. and C. Andrew. (2007). Technnical efficiency of the dual purpose cattle system in Venezuela. Journal of agricultural and applied economics 39(3) 719-733.
- Pardo M. (2001) Medida de Eficiencia en la producción de leche: El caso de la provincia de Córdoba. Tesis Doctoral. Facultad de Veterinaria. Departamento de Producción animal. Universidad de Córdoba. 346p.
- Paredes, L., Hidalgo, V., Vargas, T., y A. Molinett. (2003). Diagnósticos estructurales en los sistemas de producción de ganadería doble propósito en el municipio "Alberto Árvulo Torrealba" del estado Barinas. Zootecnia Tropical. Vol.21:87-102. ISSN 0798-7269.
- Paredes, L. (2010). Perspectivas de la producción de leche en Venezuela en el contexto Socio Económico Actual. Mundo Pecuario. Vol I (2):127-142. ISSN 1856-111X.
- Pastor J.T. (1994). How to discount environmental effects in DEA. An application to bank branches (Documento de trabajo IVIE) Valencia.
- Pastor, J. M., (1995). Productividad eficiencia y cambio Técnico en los bancos y cajas de ahorro españolas: un análisis frontera no paramétrico. Tesis Doctoral. Departamento de Análisis económico. Universidad de Valencia.
- Pastor J.T., Ruiz, J., e I. Sirvent (1999). A statistical test for detecting influential observations in DEA. European Journal of Operational Research. 115: 542-554. ISSN 0377-2217.
- Pastor, J. (2000). Global efficiency measures in DEA. En: II Oviedo Workshop.
- Pastor J.T., Ruiz, J., e I. Sirvent. (2002). Statistical test for nested radial DEA models. Operations research. 50:728-735. ISSN (electronic): 1526-5463.
- Pearson de Vaccaro, L. (1986). Sistemas de producción bovina predominantes en el trópico latinoamericano. In Arango Nieto, Álvaro Charry y Raúl Vera. Panorama de la ganadería de doble propósito en la América Tropical. ICA. CIAT. Colombia p 29p.
- Peña M; Urdaneta F; Arteaga G; y A Casanova. (1997). Caracterización del recurso animal en sistemas de ganadería bovina de doble propósito. Rev. Fac. Agron. (LUZ).14: 573-587. ISSN: 0378-7818.
- Peña, M., Urdaneta, F., Arteaga, G. y Casanova A. (1998). Niveles gerenciales en sistemas de ganadería de doble propósito (*Taurus – Indicus*). II. Análisis discriminante. Revista Científica. FCV-LUZ. Vol. VIII, N° 2, Pág. 186-194. ISSN 0798-2259.

Peña ,2012. Análisis de la gestión empresarial en bovinos doble propósito y su relación con la eficiencia técnica. Caso Municipios Catatumbo y Colón, Estado Zulia. Tesis doctoral. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y de Montes Departamento de Estadística, Investigación operativa y Organización de empresas. Universidad de Córdoba. España. 280p.

Pérez, P., C. Álvarez, J. García, S. López, J. Villanueva, H. Chalatte, E. Ortega y J. Gallegos. 2004. Caracterización y problemática de la cadena bovinos de doble propósito en el estado de Veracruz. http://www.colpos.mx/veracruz/SubMenu_Publi/Avances2004/CADENA_BOVINOS_DE_DOBLE_PROP%D3SITO.html#_ftn2. Recuperado octubre 2005.

Porter M. (1980). *Competitive strategy: techniques for analysing industries and competitors*. Free press. New York. 397p. ISBN: 0-684-84148-7.

Psychoudakis, A.; Dimitriadou, E. (1999). An application of Data Envelopment Analysis in a sample of dairy farms. *Rivista di economia, agricoltura e ambiente*, 10(3): 46-50.

Quiroga, R., y B. Bravo-Ureta. (1996). Modelos de beneficio para explotaciones lecheras: un análisis de formas funcionales alternativas. *Investigación Agraria: Economía*, 11(3): 521-543. ISSN: 0213-635X.

Raghbendra, J.; Puneet, C.; Santanu, G.; Jha, R.; Chitkara, P.; y S. Gupta, (2000). Productivity, technical and allocative efficiency and farm size in dairy farming in India: a DEA approach. *Applied Economics Letters* 7 (1): 1-5. ISSN (electronic): 1466-4291.

Read L., and E. Thanassoulis. (2000). Improving the identification of returns to scale in data envelopment analysis. *Journal of the Operational Research Society*, Vol. 51, pp 102-110. ISSN: 0160-5682. EISSN: 1476-9360.

Rhodes, E. (1978) *Data envelopment analysis and related approaches for measuring the efficiency of decision making units with an application to program follow through in U.S public school education*. PhD Thesis Carnegie-Mellon University, School of Urban and Public Affairs, Pittsburg.

Richmond, J. (1974) Estimating the efficiency of production. *International Economic Review*. Vol 15 (2): 515-521. Online ISSN: 1468-2354.

Rivas, L. y Holmann, F. (2002). *Sistemas de doble propósito y su viabilidad en el contexto de los pequeños y medianos productores en América Latina y Tropical*. Curso Internacional de Actualización en el manejo de ganado bovino de doble propósito. Veracruz. México. 38 p.

Rodríguez J. (2003). *Estudio de la gestión del agua de riego y aplicación de las técnicas de benchmarking a las zonas regables de Andalucía*. Tesis doctoral Universidad de Córdoba. Departamento de Agronomía. 332p.

Romero I. (1995) *El Sur del Lago de Maracaibo*. Universidad de los Andes. Centro de Investigaciones Ecológicas de los Andes Tropicales (CIELAT): Disponible en: http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/21221/1/revista2pag_32y33_N.pdf. Recuperado en marzo de 2009.

Rouse, P., (1996). *Alternative Approaches to the treatment of environmental factors in DEA: an evaluation*. En: *II Georgia productivity workshop*.

Rouse, P., Chen L., and J.A. Harrison. (2007) *Benchmarking the performance of dairy farms using Data Envelopment analysis*. The university of Auckland, New Zeland.

Disponible en: <http://www.pma.otago.ac.nz/pma-cd/papers/1052.pdf> 12p. Recuperado mayo 2009.

Rugiero, J. (1998). Non discretionary inputs in Data envelopment Analysis. *European J. of operationl research*. 111: 461-469. ISSN 0377-2217.

Rugiero, J. (2004) performance evaluation when non-discretionary factors correlate with technical efficiency. *European Journal of operational Research* 159: 250-257. ISSN 0377-2217.

Rusielik, R.; Switlyk, M. (1999). The DEA method application in efficiency measurement of dairy farm in Poland in 1990 and 1995. *Oeconomika*, 36: 179-190.

Russell, N., y T. Young. (1983). Frontier production function and the measurement of technical efficiency. *Journal of Agricultural Economics*. 34: 139-149. ISSN (electronic): 1477-9552.

Salvador, M. y Gargallo, P. (2006). Análisis factorial. [en línea] 5campus.com, Estadística <http://www.5campus.com/leccion/factorial> [11 de octubre del 2011]

Schmidt, P. (1976). *Econometrics*. Department of Economics. University of North Caroline. Marcel Dekker Inc. ed. New York Basel. 265p. ISBN: 08247-8735-8.

Seaver, B., y Triantis, K. (1989). The implications of using messy data to stimate production-frontier-based technical efficiency measures. *Journal of business & Economics statistics*. 7: 49-59. ISSN (electronic): 1537-2707.

Seiford, L., y R. Thrall, (1990). Recent developments in DEA: The mathematical approach to frontier análisis. *Journal of econometrics*, N° 46: 7-38. ISSN: 0304-4076.

Seiford, L. (1996). Data Envelopment Analysis: The Evolution of the State of the Art (1978-1995), *Journal of Productivity Analysis*, 7(2/3): 99-138. ISSN (electronic): 1573-0441.

Senra, L., Nanci, L., y L. Meza. (2005). Revisao dos métodos totais de selecao de variaceis em DEA. En: *Anais do XXXVII SBPO- Simposio Brasileiro de Pesquisa Operacional*. Pp: 398-405. Gramado. Brasil.

Sengupta, J. (1987). Transformations in Stochastics DEA models. *J. of econometrics*. 46:109-123. ISSN: 0304-4076.

Seré C., and L. de Vaccaro. (1985). Milk production from Dual –Purpose Systems in tropical latin america. *Milk production in developing countries*, A.J. Smith, ed. University of Edimburg, Scotland, UK, trowbridge: redwood Burn LTD. P: 459-475. ISBN: 85224-528.9.

Sexton, T., Silkman, R., y A. Hogan. (1986). Data Envelopment Análisis: critique and extensions. En: *Measuring Efficiency: an assessment of Data Envelopment Analysis*, Ed. R. Silkman. San Francisco: Jossey Bass. p: 73-105.

Sharma, K.R.; Zaleski-Hm y Leung-Ps. (1999). Technical, allocative and economic efficiencies in swine production in Hawaii: a comparison of parametric and nonparametric approaches. *Agricultural Economics*, 20(1): 23-35. Online ISSN: 1574-0862

Sherman y Gold (1985). Bank branch operating efficiency evaluation wiyh Data Envelopment Analysis. *J. of Banking and Finance*. 9:297-315. ISSN: 0378-4266.

- Silva D., Peña M. E., Urdaneta F. y Casanova A. (2010) Registros de control e indicadores de resultados ganadería bovina de doble propósito. Revista Científica de la Facultad de Ciencias Veterinarias. Vol. XX, N° 01: 89 – 100. ISSN 0798-2259.
- Simar, L., y P., Wilson (1998) Sensitivity analysis of efficiency scores: how o bootstrap in non parametric frontier models. Management Science. 44:49-61. ISSN:1526-5501 (Online).
- Simar, L., y Wilson, P. (1999). Etimating and bootstrapping Malmquist indexes. European J. of Operational research. 115:459-471. ISSN 0377-2217.
- Simar, L., y Wilson, P. (2000^a). Statistical inference in nonparametric frontier models: the state ofthe art. J. of Productivity Analysis. 13(1): 49-78. DOI: 10.1023/A:1007864806704.
- Simar, L., y Wilson, P. (2000^b). A general methodology for bootstrapping in nonparametric frontier models. J. of Applied Statistics. 27(6):779-802. ISSN (electronic): 1360-0532
- Simar, L., y P. Wilson. (2004) Estimation and inference in two stage, semiparametric models of production processes, April, mimeo.
- Singh, R., Bhatnagar, D., y B. Singh. (1995). Economic efficiency of milk production system under rural conditions. Indian Journal of Animal Research, 29(1): 7-32. Online ISSN: 0976-0555.
- Soares de Mello, J., Gomes, E., Meza, L., y M. Lins. (2004). Selección de variables par el incremento del poder discriminatorio de los modelos DEA. Revista Escuela de Perfeccionamiento en Investigación Operativa. 24: 40-52. ISSN 0329-7322
- Soto-Belloso, E. (2004). La ganadería de doble propósito en Venezuela. Memorias XII Congreso Venezolano de Producción Animal. Maracay, 22-25/11, Edo. Aragua. Venezuela: 221-229. Disponible en: http://www.avpa.ula.ve/congresos/memorias_xiicongreso/pdfs/11_conferencias/11_conferencia_sotobeloso_pag221-229.pdf. Recuperado junio 2010
- Spedding, C.R.W. (1979). Ecología de los sistemas agrícolas. Editorial Blume. Madrid. 320p. ISBN 84-7214-181-0.
- Spendolini, M. 1994. Benchmarking. 1^a edición en español. Grupo editorial Norma. Bogotá Colombia: 248p. ISBN: 958-04-2746-1.
- Stevenson, R., (1980). Likelihood funtions for generalized stochastic frontier stimation. Journal of econometrics. 13(1): 58-66. ISSN: 0304-4076.
- Strauss, E., Fuenmayor, W., y J., Romero (1992) Síntesis Municipal. Atlas - Estado Zulia. Segunda Edición. 100-109pp.
- Thanassoulis, E. (2001). Introduction to the theory and application of Data Envelopment Analysis. A foundation text with integrated software. Kluwer Academic Publisher. Boston. 312p. ISBN: 0-7923-7429-0.
- Thompson, G.D. (1992). Choice of flexible functional forms: review and appraisal. Western Journal of Agricultural Economics, 13: 169-183. ISSN: 0162-1912.
- Toledo J. (1994). Ganadería bajo pastoreo: parámetros de sostenibilidad. Simposio sobre ganadería y recursos naturales en América Central: Estrategias para la sostenibilidad. CATIE-AID. Costa Rica

Urdaneta F., Martínez E., Delgado H., Chirinos Z., Osuna D y L Ortega. (1995) Caracterización de los sistemas de producción de ganadería bovina de doble propósito de la Cuenca del Lago de Maracaibo. En: Manejo de la ganadería mestiza de doble propósito Casa editora: Editorial ASTRODATA. Ciudad: Maracaibo, Venezuela. ISBN: 960-296-253-8.

Urdaneta, F., M. E. Peña, G. Arteaga y A. Casanova. (1997). Composición de costos operativos e ingresos y su relación con el nivel gerencial en sistemas de ganadería de doble propósito. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal, 5 (Supl.1):652-655. ISSN 1022-1301

Urdaneta, F; Reichel, H; Suárez, G; Peña, M; Materán, M y Casanova, A. (1999). Eficiencia productiva de arreglos tecnológicos en sistemas de producción de doble propósito en los municipios Rosario y Machiques de Perijá, estado Zulia, Venezuela. Rev. Fac. Agron (LUZ). 16(1):252-258. ISSN 0378-7818.

Urdaneta, F; Materán, M. y Peña, M. (2004). Tipificación tecnológica del sistema de producción con ganadería bovina de doble propósito (Bos Taurus x Bos Indicus). Rev. Cient. Vol. XIV(3): 254-262. ISSN 0798-2259.

Urdaneta F., Peña M.E., Rincón R., Romero, J. y Rendón-Ortín M. (2008) Gestión y tecnología en sistemas ganaderos de doble propósito (*Taurus-Indicus*). Revista Científica. Vol. XVIII, N°6, 715-724. ISSN 0798-2259.

Urdaneta F., Peña M.E., González B., Casanova A., Cañas J., y Dios- Palomares R. (2010a) Eficiencia técnica en fincas ganaderas de doble propósito de la cuenca del lago de Maracaibo, Venezuela. Rev. Cient. FCV-LUZ. Vol. XX (6): 649 – 658. ISSN 0798-2259.

Urdaneta F., Casanova A., Cañas J., y Dios Palomares R. (2010b). Estudio no paramétrico de la eficiencia técnica en ganadería de doble propósito tropical con variable de entorno. En: Memorias XIII Encuentro de Economía Aplicada. Universidad Pablo Olavide. Sevilla España 10 y 11 de junio de 2010. 21p. Disponible en: <http://www.alde.es/encuentros/anteriores/xiiiieea/trabajos/pdf/193.pdf>. Recuperado octubre 2012.

Urdaneta F. y R. Dios-Palomares. (2011^a). Análisis de eficiencia técnica en sistemas ganaderos de doble propósito. Estrategias de mejora para el negocio ganadero. En, Innovación & tecnología en la ganadería de doble propósito. C. González-Stagnaro, N. Madrid-Bury, E. Soto-Belloso (eds). Fundación GIRARZ. Ediciones Astro data S.A. Maracaibo, Venezuela. Cap VIII: 81-93. ISBN: 978-980-6863-10-1.

Urdaneta F., R. Dios Palomares; A., Casanova y J.A., Cañas (2011^b). El efecto de la zona como variable de entorno en la eficiencia técnica de la ganadería de doble propósito de Venezuela. En: Memorias del V Congreso de productividad y Eficiencia de la Universidad de Córdoba (EFIUCO) 19 y 20 de mayo de 2011. 23p.

Urdaneta, F., Dios Palomares, R., y J.A., Cañas (2011^c). Estudio comparativo de la eficiencia técnica de sistemas ganaderos de doble propósito en las zonas agroeconómicas de la Cuenca. VIII Congreso de Economía Agraria. Madrid, 14-16 de septiembre de 2011. 20p.

Urdaneta, F., Dios Palomares, R., y J.A., Cañas. (2012). Factores de eficiencia para la producción de carne en sistemas ganaderos de doble propósito. En: XXVII Cursillo sobre bovinos de carne. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay, 18 y 19 de octubre de 2012. 31p.

- Pearson de Vaccaro L. (1986). Sistemas de producción bovina predominantes en el trópico latinoamericano. En Panorama de la ganadería de doble propósito en la América tropical. Ed. Arango, L., Charry A. y Vera, R. ICA-CIAT. Bogotá. Colombia. P: 29-43.
- Vargas, T. (2000). Calidad de la leche: Visión de la industria láctea. En Volumen de Memorias X Congreso Venezolano de Zootecnia. Guanare. Conferencia. P: 297-302.
- Varian, H. (1992). Microeconomía intermedia: un enfoque moderno. 2^{da} edición. Antoni Bosh ed. 765p. ISBN: 8485855558 9788485855551.
- Velasco J., y J. Ordóñez. 1998. Valor económico absoluto y relativo de algunos caracteres biológicos, en un sistema bovino de doble propósito Zuliano. Revista Científica. Facultad Ciencias Veterinarias. Universidad del Zulia, 3 (Supl. 1):27- 29. ISSN 0798-2259.
- Velasco, J.; Ortega, L., Urdaneta F.; y E., Sánchez (2009). Relación entre el nivel de tecnología y los índices de productividad en fincas de doble propósito localizadas en la cuenca del Lago de Maracaibo. Rev. Cient. Vol. XIX (1): 84-92. ISSN 0798-2259.
- Velasco, J.; Ortega, L.; Sánchez, E. y Urdaneta F. (2010). Análisis de sensibilidad del nivel tecnológico adoptado en fincas ganaderas de doble propósito del estado Zulia, Venezuela. Rev. Cient. Vol. XX (1): 67-73 pp. ISSN 0798-2259.
- Verde O. (1992). Mejoramiento genético de ganaderías doble propósito en el Trópico. En memorias del VII Congreso Venezolano de Zootecnia. Universidad de Oriente (UDO), Maturín Estado Monagas, <http://avpa.ula.ve/docuPDFs/viicongreso/ponencia5.pdf> revisado el 11 de marzo de 2009
- Wagner, J., y D. Shimshak (2007). Stepwise selecting of variables in data envelopment analysis: procedures and managerial perspectives. European Journal of operational Research, 180: 57-67. ISSN 0377-2217.
- Walpole, R., y R. Myers. (1999) Probabilidad y estadística para ingenieros 6ta Prentice Hall Hispanoamérica(Ed). Mexico. P:461-523.ISBN: 970-17-0264-6
- Welsh R. (1982). Influence functions and regression diagnostic. En: Modern Data Analysis. Ed. R. Launer y A. Siegel. New York: Academic Press. P: 149-169. ISBN: 0-12-438180-4
- Wilson P. (1993). Detecting outliers in deterministic non parametric frontier models with multiple outputs. Journal of Business & economic statistics. Vol 11(3):310-323. ISSN (electronic): 1537-2707.
- Wilson P. (2005). Fear 1.0: A software package for frontier efficiency analysis with R. Disponible en: <http://www.clemson.edu/economics/faculty/wilson/courses/bcn/papers/fear.pdf>. Revisado marzo 2008.
- Zanella, A., Camacho, A., y G. Díaz (2012). Benchmarking countries environmental performance. J.of Operational research Society. Doi: 10.1057/JORS 212.62

CAPITULO XI. ANEJOS

Anexo 11.1: Distribución de la muestra por estratos

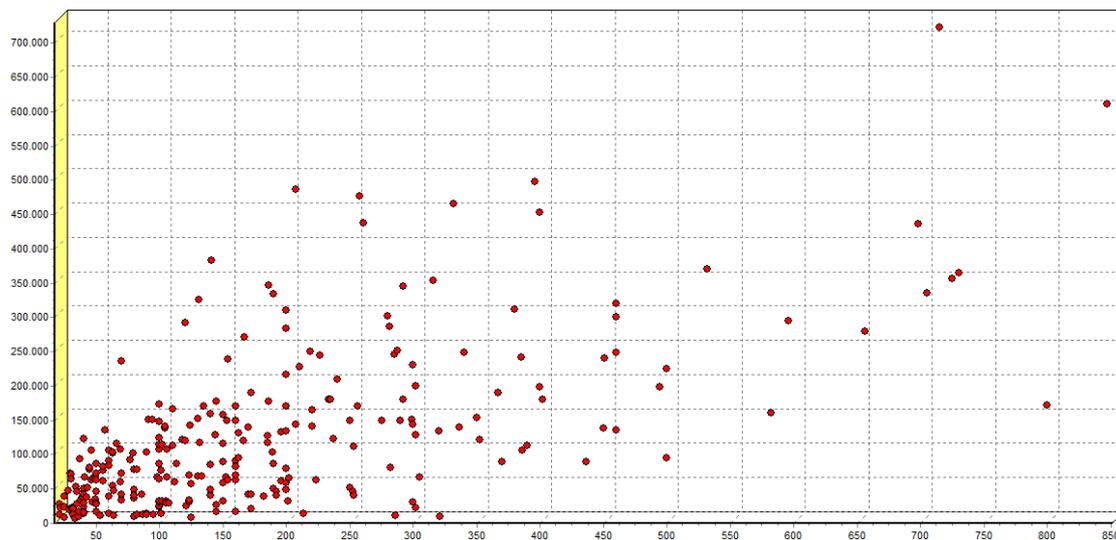
MUNICIPIO	ESTRATOS					SUBTOTAL POBLACION	ESTRATOS					SUBTOTAL AL MUESTRA
	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5	
BARALT	221	191	78	18	8	516	21	18	7	2		48
CABIMAS	50	52	20			122	5	5	2			12
LAGUNILLAS	67	60	19	8		154	6	6	2	1		15
MIRANDA	97	92	20	9		218	9	9	2	1		21
SANTA RITA SIMÓN	18	39	28			85	2	4	3			9
BOLÍVAR VALMORE	21	16				37	3	1				4
RODRIGUEZ	265	275	118	21	17	696	25	26	11	2	2	66
MARA	202	75	43	8		328	19	7	4	1		31
PAEZ	152	90	35		4	281	15	9	3			27
JESUS E. LOSSADA	78	159	134	18	21	410	7	15	13	2	2	39
LA CAÑADA	26	81	70	14		191	2	8	7	1		18
MACHIQUES	127	169	214	75	76	661	12	16	21	7	7	63
ROSARIO	59	129	244	48	37	517	6	12	23	5	4	50
CATATUMBO	167	273	148	30	24	642	12	23	5	4	2	46
COLON	76	192	205	49	28	550	7	18	20	5	3	53
F.J.PULGAR	48	29				77	5	3				8
J.M.SEMPRUN	75	90	59	12		236	7	9	6	1		23
SUCRE	91	67	57	13	12	240	9	6	5	1	1	22
	TOTAL POBLACIÓN					5961	TOTAL MUESTRA					555

Anejo 11. 2. Factores de regresión de componentes principales para la ubicación de cada municipio en el espacio tridimensional

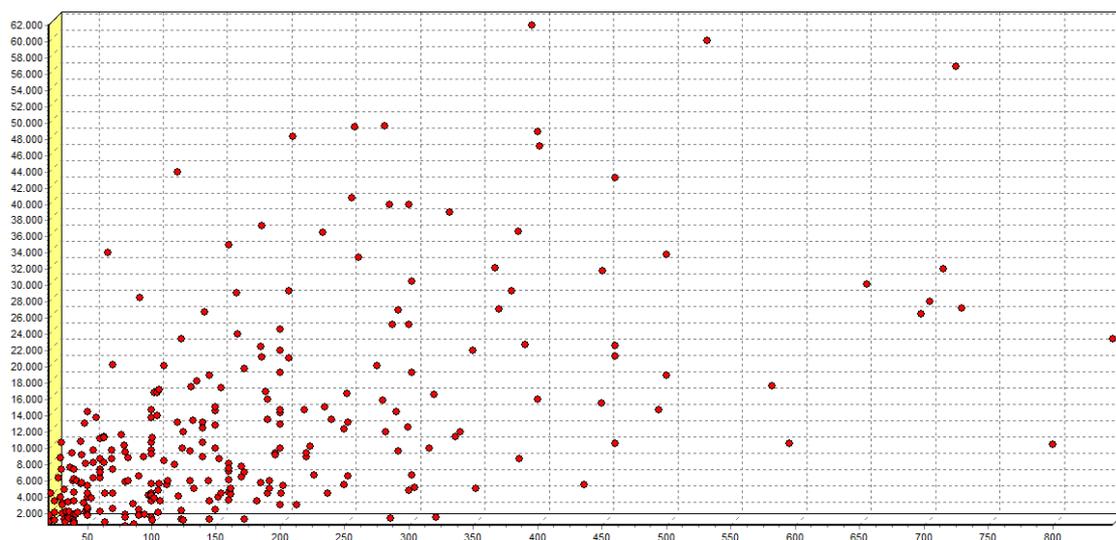
Municipio	FAC 1	FAC 2	FAC 3
PAEZ	-0,81196	-0,38423	-2,01979
MARA	-0,93697	-0,34973	-1,57493
MIRANDA	-0,20833	-0,72421	-1,11414
COL	-0,59345	-0,98097	1,00295
LA CAÑADA	0,27427	-1,17693	0,1174
JELOSSADA	0,01372	-0,97983	0,88889
ROSARIO	-0,18433	-0,82402	1,00402
VRODRIGUEZ	-0,34837	-0,3933	1,15768
MACHIQUES	-0,40728	1,18936	0,65056
BARALT	0,05022	0,48367	0,49854
JMSEMPRUM	-1,28228	2,15294	0,2182
CATATUMBO	0,31719	1,20669	-0,03373
COLON	2,53105	0,29041	-0,44025
SUCRE	1,58651	0,49015	-0,35541

Anejo 11.3. Coeficientes de Correlación de la producción anual de leche (L) y la producción anual de carne (KG) con el tamaño de la unidad de producción (HA).

L vs HA =0,65

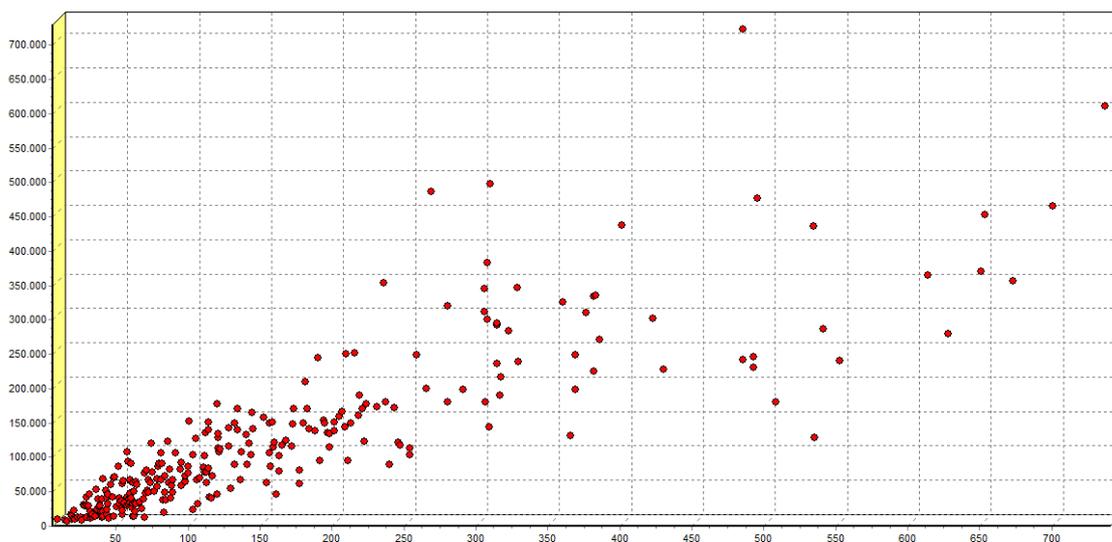


KG vs HA =0,58

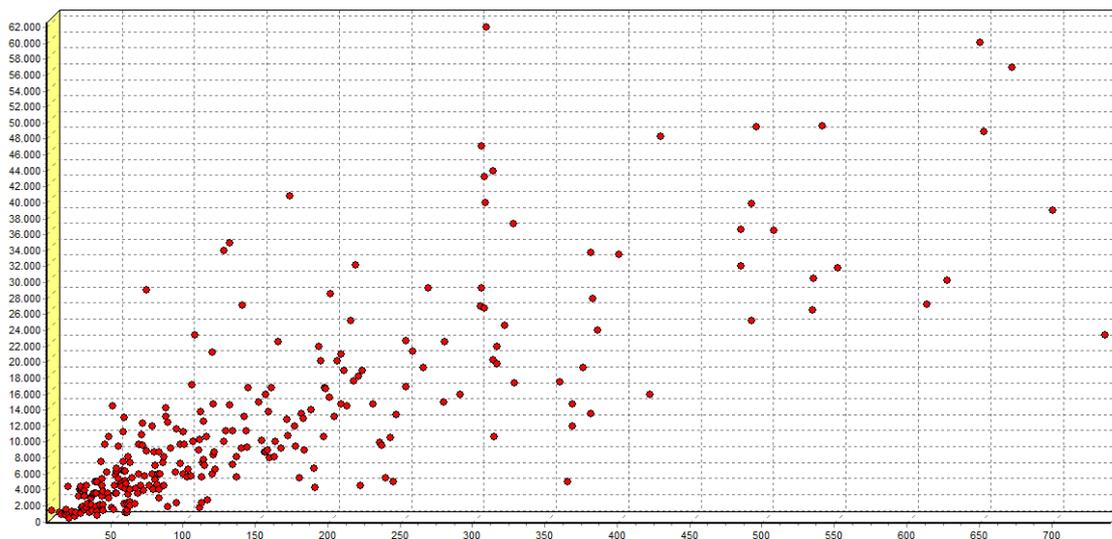


Anejo 11.4. Coeficientes de Correlación de la producción anual de leche (L) y la producción anual de carne (KG) con el número de unidades animales (UA)

L vs UA =0,85

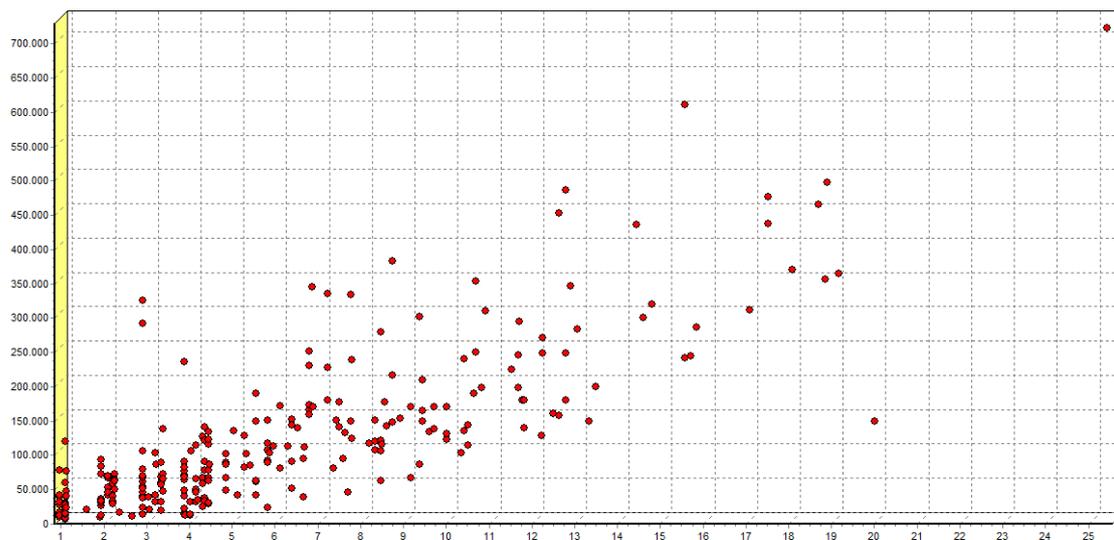


KG vs UA = 0,79

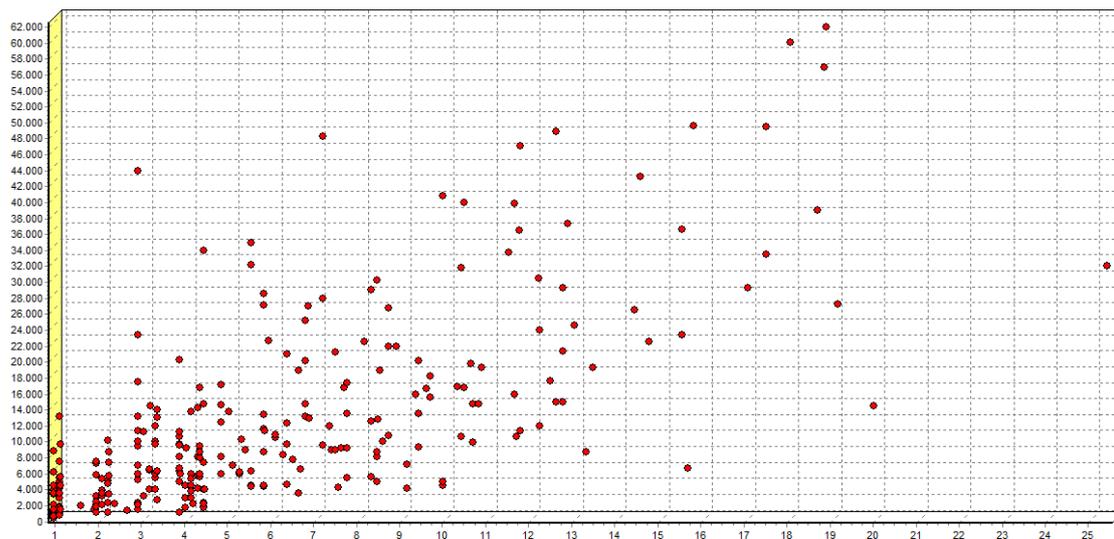


Anejo 11.5. Coeficientes de Correlación de la producción anual de leche (L) y la producción anual de carne (Kg) con las Unidades Trabajo hombre (UTH).

L vs UTH = 0,82

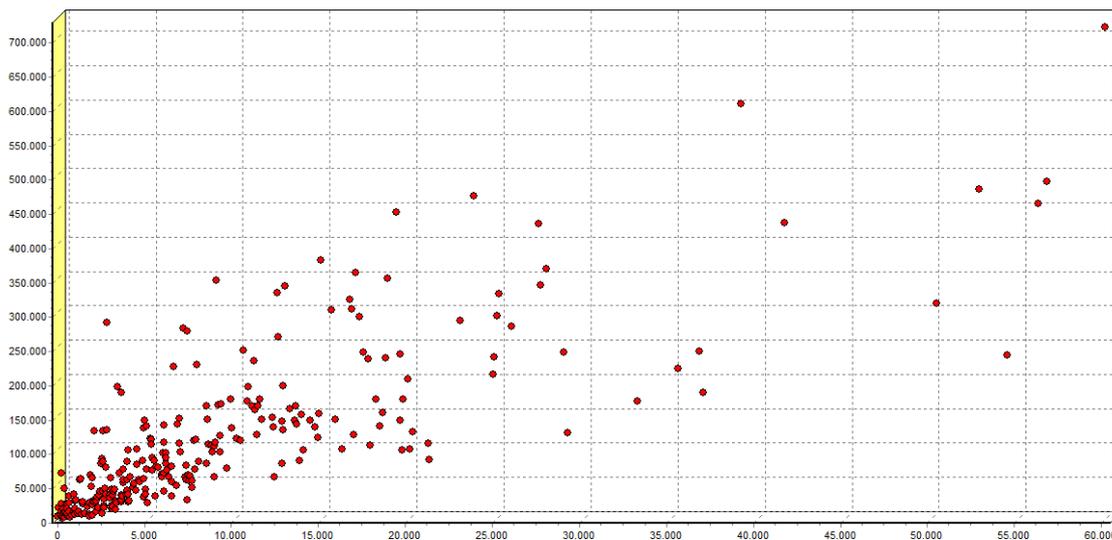


KG vs UTH = 0,70

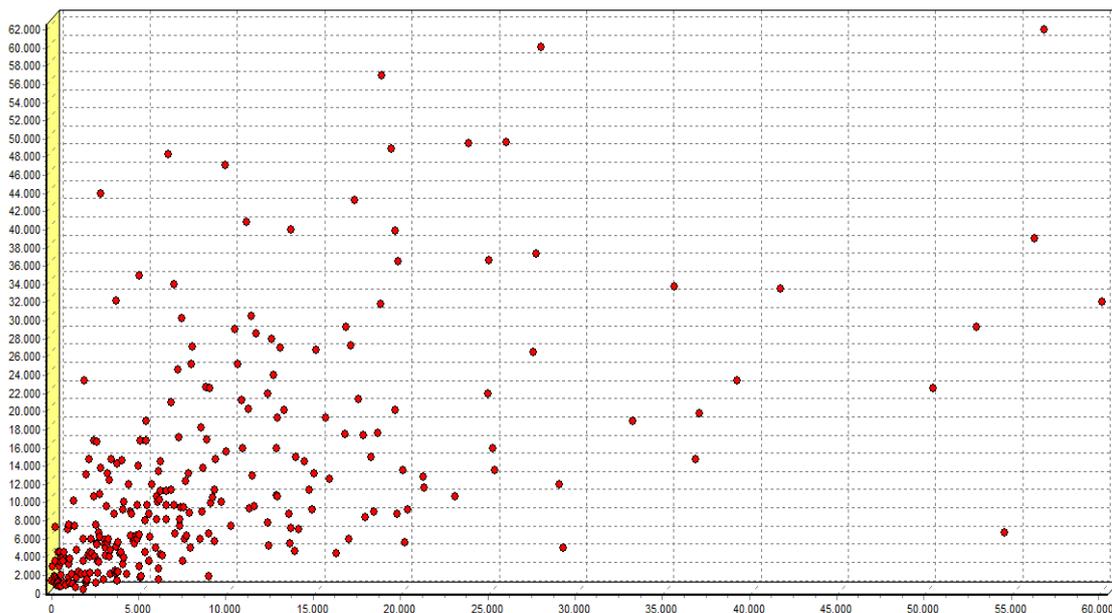


Anejo 11.6. Coeficientes de Correlación de la producción anual de leche (L) y la producción anual de carne (Kg) con los Costos variables (CV)

L vs UTH = 0,80

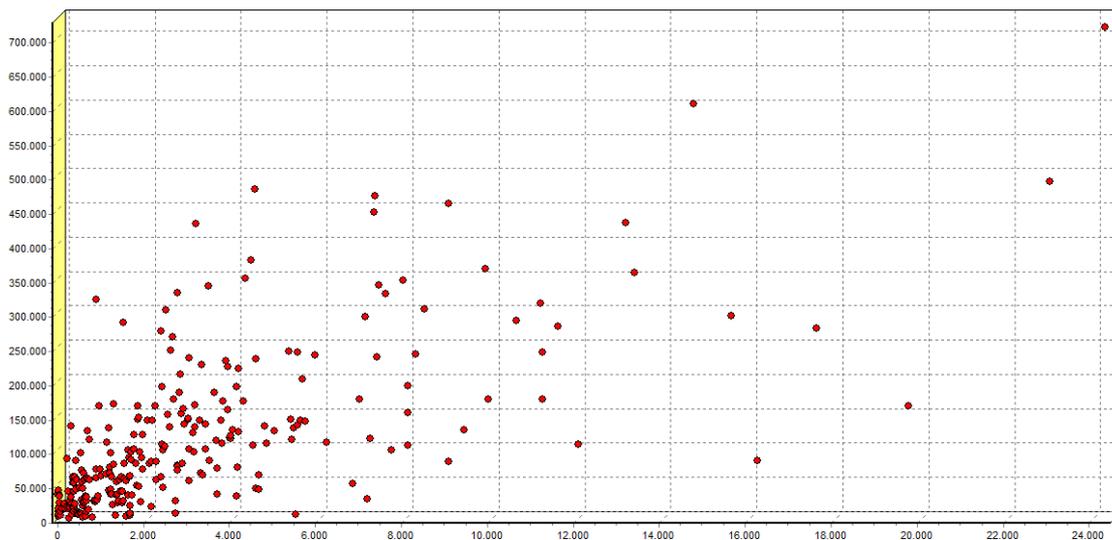


KG vs UTH = 0,56

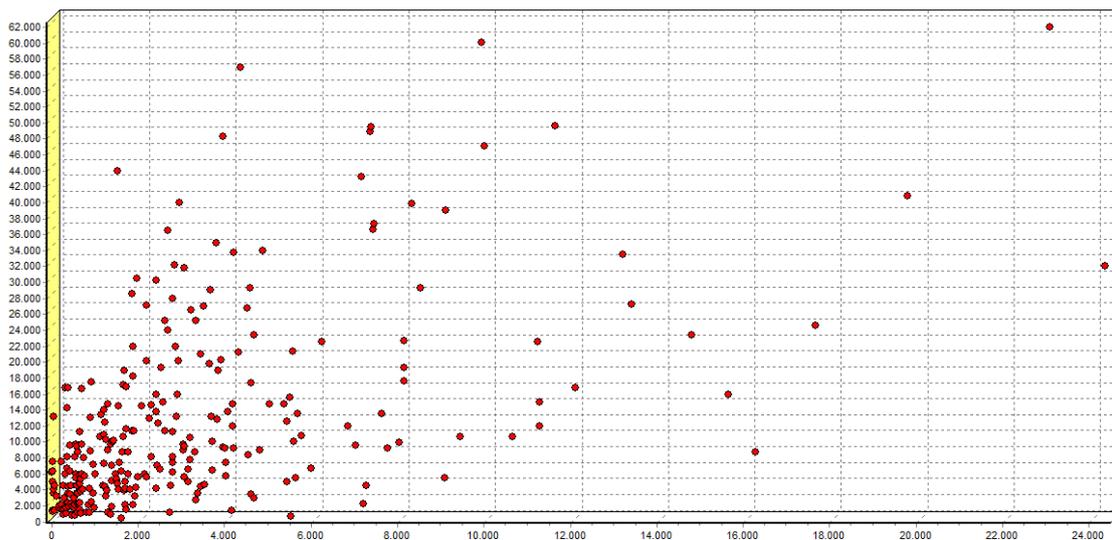


Anejo 11.7. Coeficientes de Correlación de la producción anual de leche (L) y la producción anual de carne (Kg) con Costos fijos (CF)=0,68

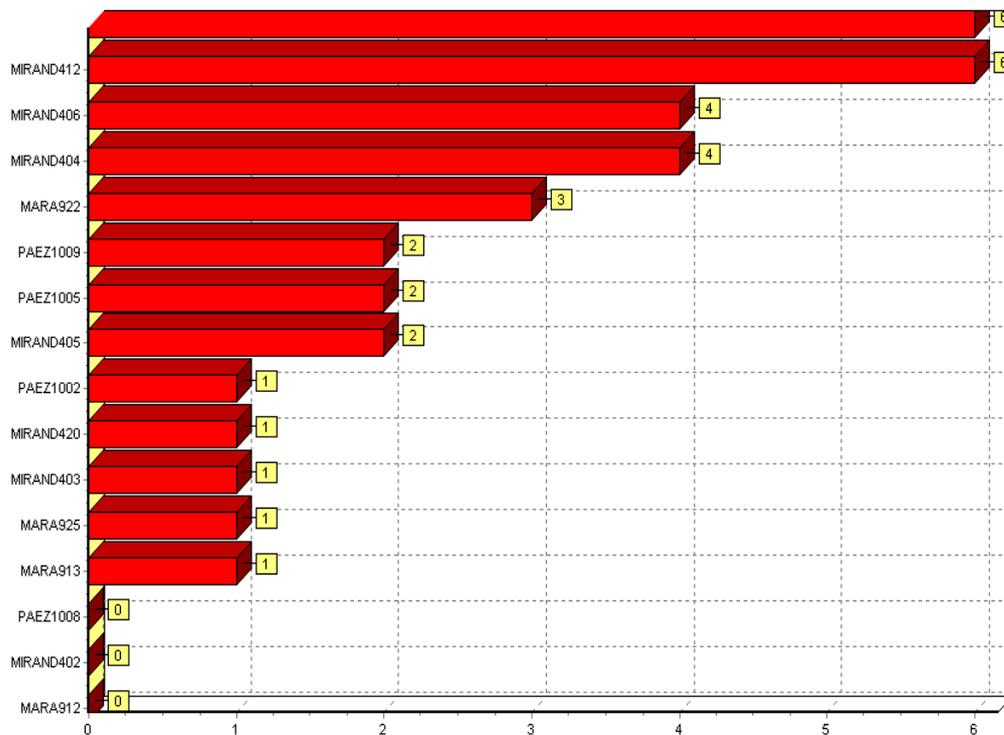
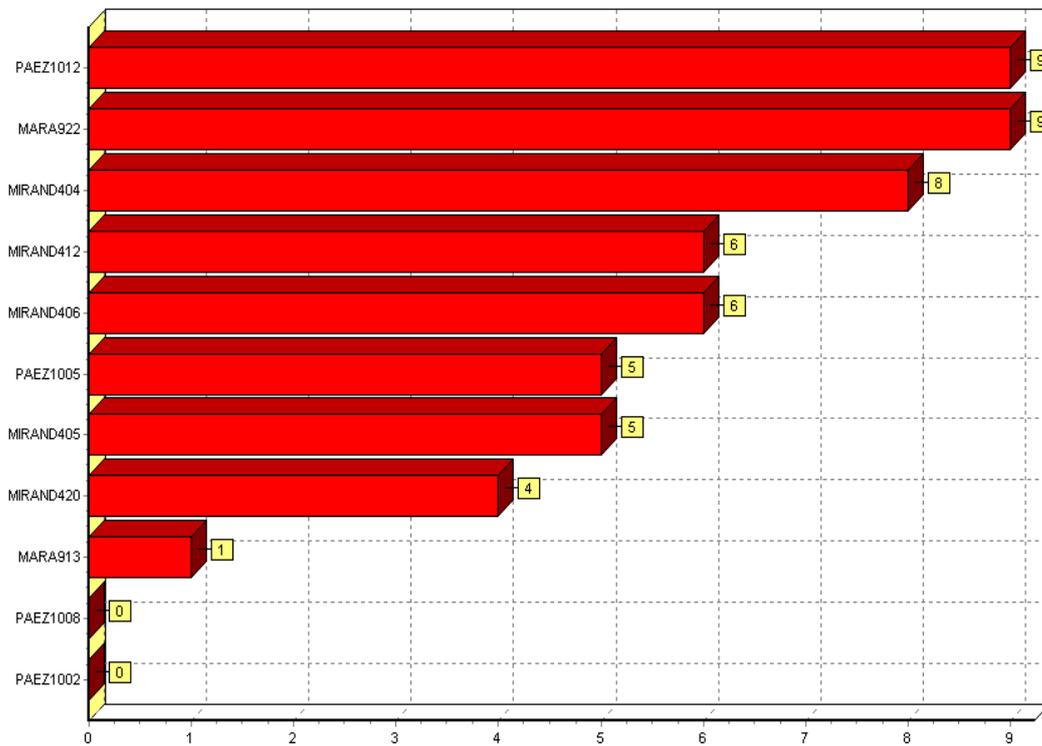
L vs UTH = 0,68



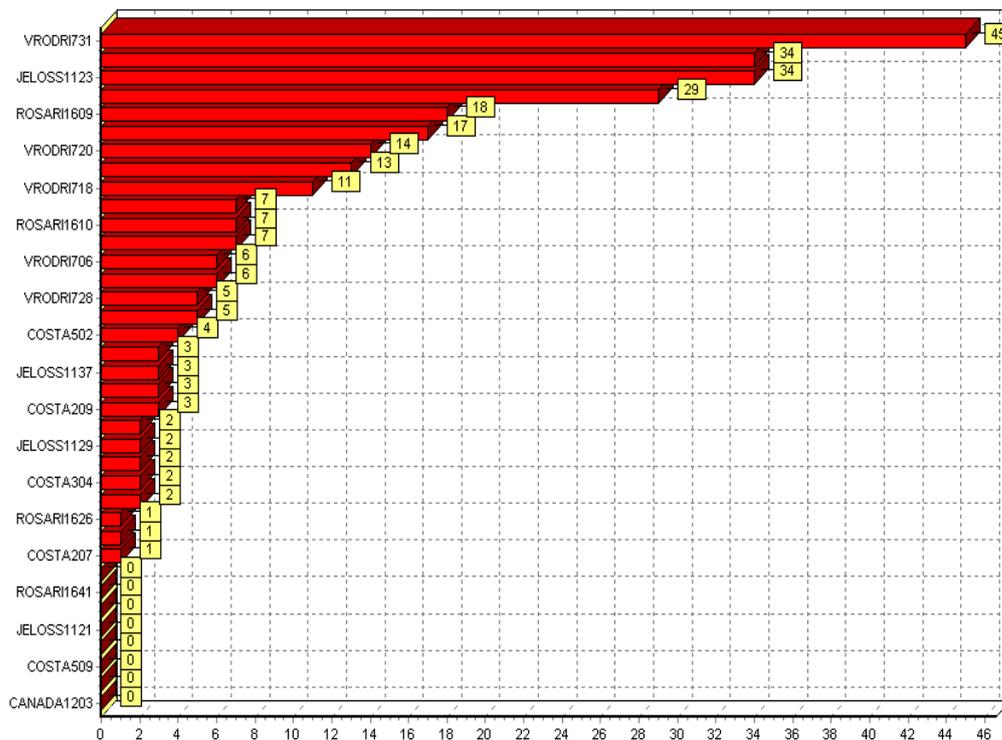
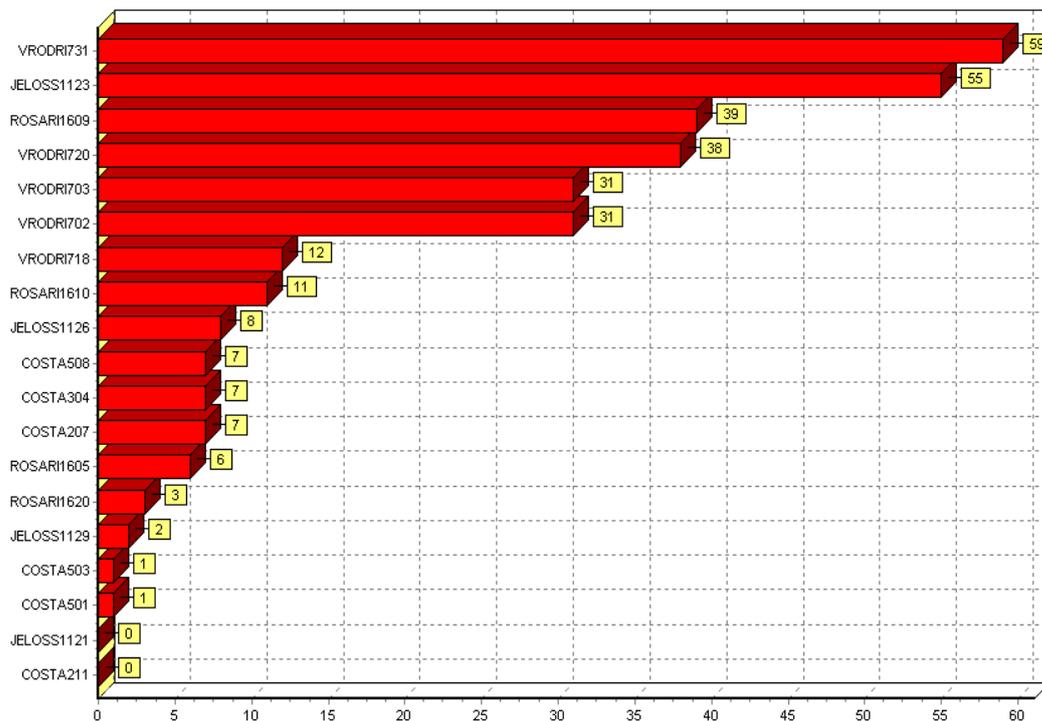
KG vs UTH = 0,54



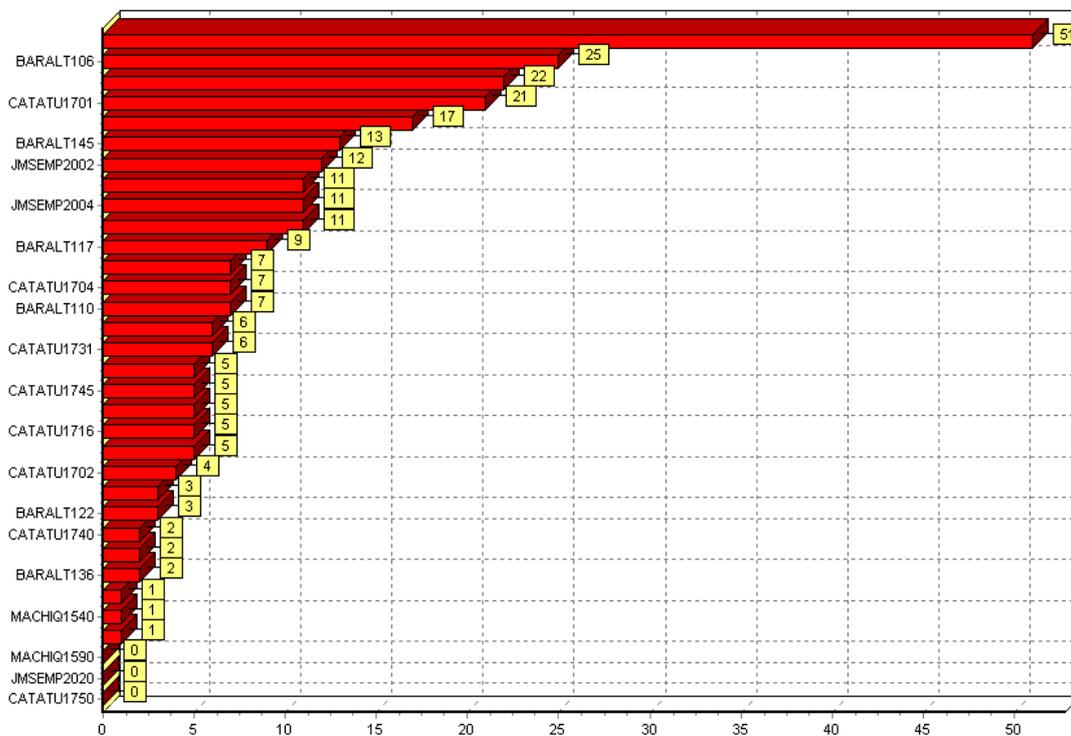
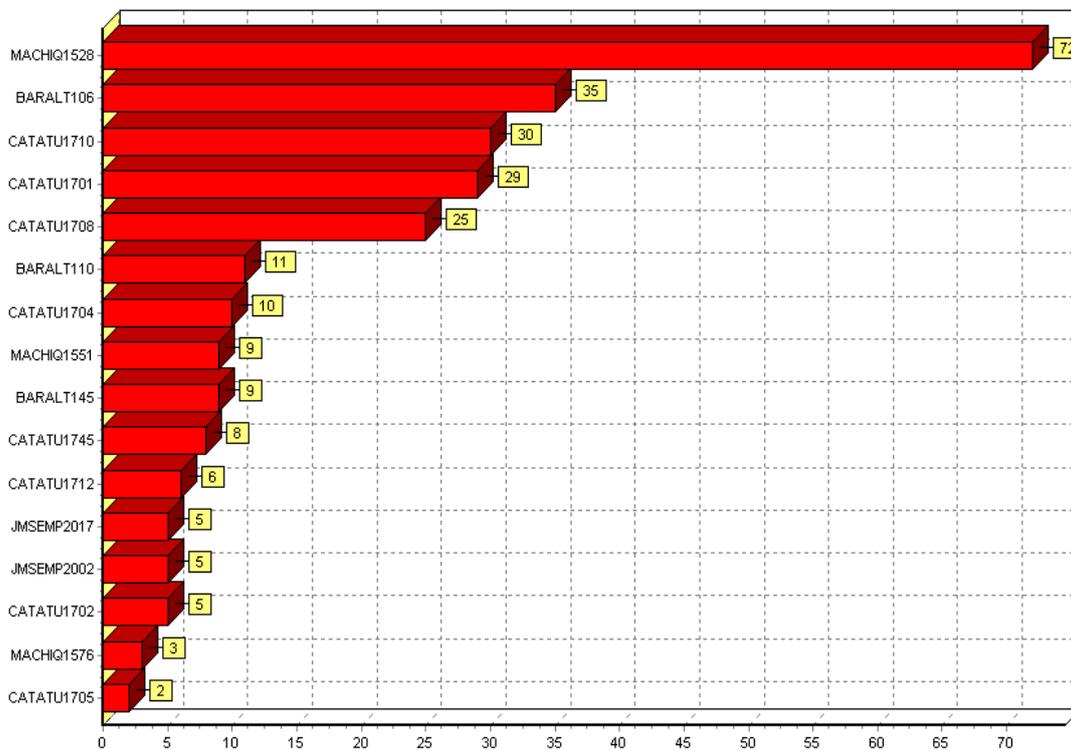
Anejo 11.8. Referentes Zona 1 (CRS y VRS)



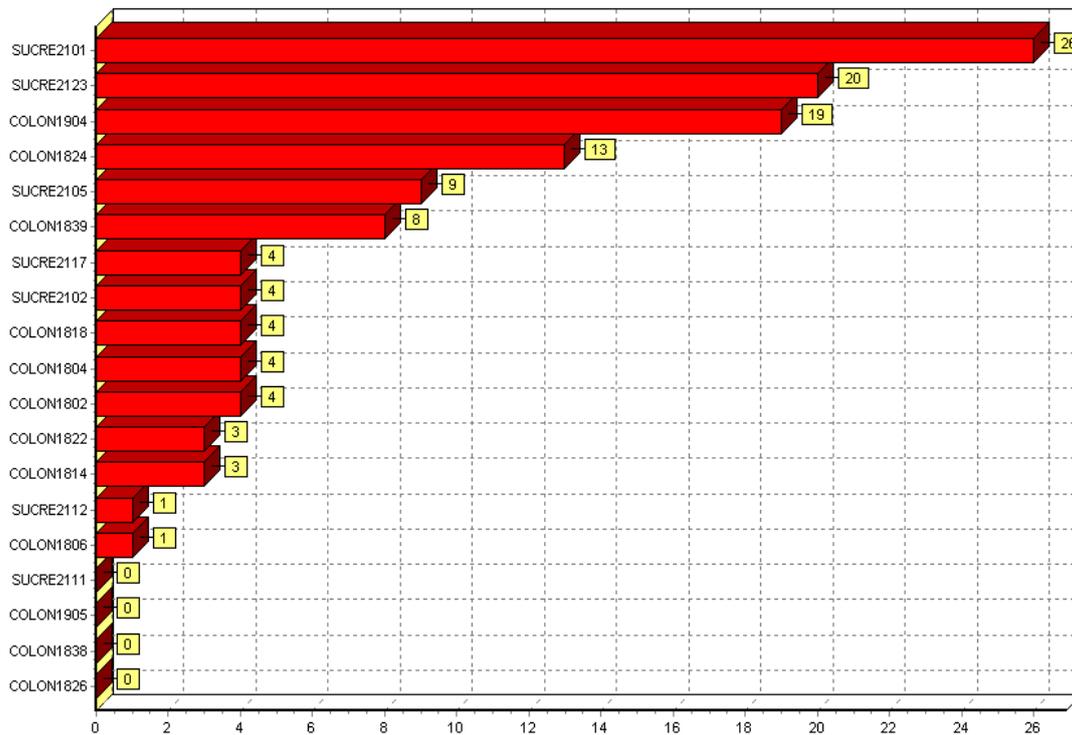
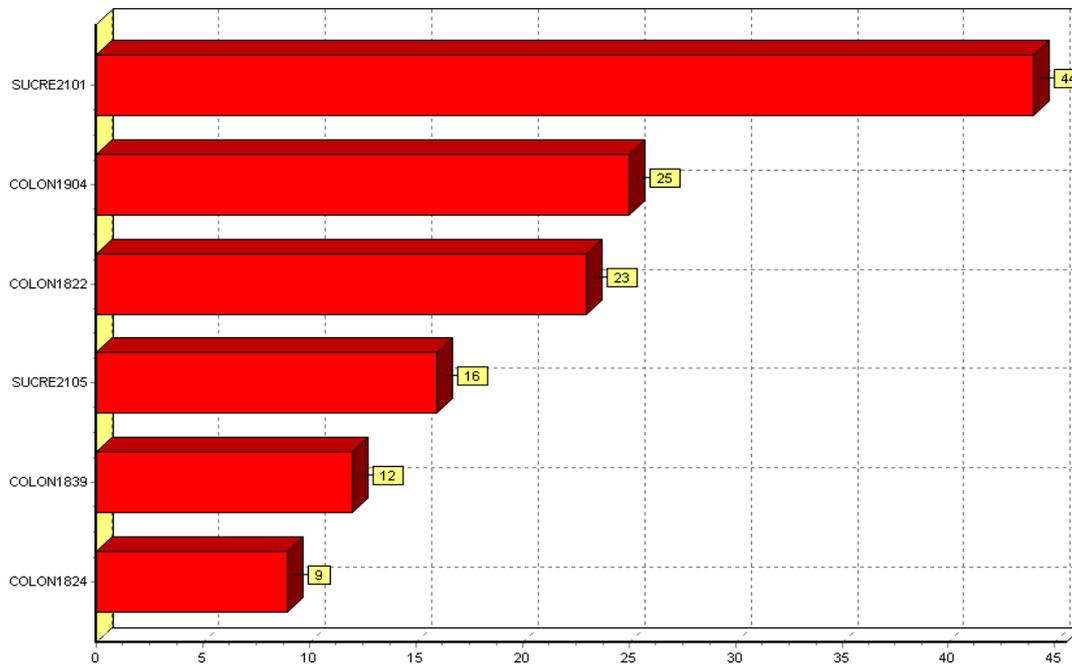
Anejo 11.9. Referentes Zona 2 (CRS y VRS)



Anejo 11.10. Referentes Zona 3 (CRS y VRS).



Anejo 11.11. Referentes Zona 4 (CRS y VRS).



Anejo 11.12. Tablas de frecuencia cruzadas de las Zonas Agroeconómicas con frecuencia de uso de prácticas agronómicas para el manejo de pastos (Prueba de X^2)

Uso de Fertilizante (Pvalor $X^2=0,002$)	Zona Agroeconómica			
	1	2	3	4
Si	38,9%	34,3%	19,2%	12,7%
No	61,1%	65,7%	80,8%	87,3%

Usa control químico de malezas (Pvalor $X^2=0,006$)	Zona Agroeconómica			
	1	2	3	4
Si	66,7%	83,3%	67,3%	85,7%
No	33,3%	16,7%	32,7%	14,3%

Controla plagas (Pvalor $X^2=0,180$)	Zona Agroeconómica			
	1	2	3	4
Si	5,6%	3,7%	10,6%	11,1%
No	94,4%	96,3%	89,4%	88,9%

Utiliza riego (Pvalor $X^2=0,000$)	Zona Agroeconómica			
	1	2	3	4
Si	41,7%	25,9%	23,1%	4,8%
No	58,3%	74,1%	76,9%	95,2%

Utiliza Control manual mecánico de malezas (Pvalor $X^2=0,592$)	Zona Agroeconómica			
	1	2	3	4
Si	61,1%	49,1%	55,8%	54,0%
No	38,9%	50,9%	44,2%	46,0%

Realiza rotación de potreros (Pvalor $X^2=0,002$)	Zona Agroeconómica			
	1	2	3	4
Si	61,1%	49,1%	55,8%	54,0%
No	38,9%	50,9%	44,2%	46,0%

Anejo 11.13. Tablas de frecuencia cruzadas de las Zonas Agroeconómicas con frecuencia de uso de algunos insumos para la alimentación animal (Prueba de X^2)

Suministra alimento concentrado (Pvalor $X^2=0,000$)	Zona Agroeconómica			
	1	2	3	4
Si	55,6%	53,7%	56,7%	9,5%
No	44,4%	46,3%	43,3%	90,5%

Suministra sales (Pvalor $X^2=0,01$)	Zona Agroeconómica			
	1	2	3	4
Si	86,1%	89,8%	96,2%	100,0%
No	13,9%	10,2%	3,8%	,0%

Suministra minerales (Pvalor $X^2=0,007$)	Zona Agroeconómica			
	1	2	3	4
Si	66,7%	74,1%	81,7%	92,1%
No	33,3%	25,9%	18,3%	7,9%

Suministra melaza (Pvalor $X^2=0,000$)	Zona Agroeconómica			
	1	2	3	4
Si	66,7%	72,2%	85,6%	95,2%
No	33,3%	27,8%	14,4%	4,8%

Suministra harina de maíz (Pvalor $X^2=0,000$)	Zona Agroeconómica			
	1	2	3	4
Si	13,9%	9,3%	22,1%	,0%
No	86,1%	90,7%	77,9%	100,0%

Anejo 11.14. Cálculo de los tipos de retornos con SPSS

- 1.- SI ESCALA = 1 retorno=0
- 2.- SI VRS-NIRS >0 retorno =1
- 3.- SI VRS-NIRS = 0 retorno =-1

Tenemos las siguientes variables:

CRS (retornos constantes)
 VRS (retornos variables)
 NIRS (retornos no crecientes)
 ESCALA (eficiencia de escala=crs/vrs)

- a) Se calcula VNIRS= VRS-NIRS
- b) Se calcula la nueva variable con “transform recode in different variable”

Input= ESCALA	Output= RETCON
Old values	New values
Desde 0,99 a 1	1
else	0

Esta variable tiene un 1 en los casos en que hay retornos constantes y 0 en los demás

- c) Se fabrica una nueva variable con “transform recode in different variable”

Input= VNIR	Output= RETNCON
Old values	New values
Hasta 0,01 ó 0,011	-1
else	1

Esta variable tiene 1 en crecientes y -1 en retornos decrecientes y constantes

- d) Se fabrica la nueva variable con transform compute que sea

$$\text{Tiporetorno} = \text{retcon} + \text{retncon}$$

Así, al sumar conseguimos: los ceros en constantes, 1 en crecientes y -1 en decrecientes

	Recode into different variable	Recode into different variable	Compute variable
input	escala	vnir	Tiporetorno
output	retcon	retncon	retcon+ retncon
creciente	0	1	1
decreciente	0	-1	-1
constante	1	-1	0

Anejo 11.15. Programas DEA desde SPSS para R, sin entorno y con Bootstrap para calcular los outliers e índices de eficiencia en las dos orientaciones y para VRS, CRS, ESCALA y NIRS. (Desarrollados por Rafaela Dios-Palomares)

<u>ORIENTACION (INPUT or=1, output or=2)</u> <u>PONER EL NOMBRE DEL FICHERO SIN EXTENSION EN fichero</u> <u>RESUELVE PARA LOS TRES CASOS:</u> <u>RTS (variables ,rt=1 , no crecientes rt=2, constantes rt=3)</u> <u>Y TAMBIEN CALCULA LA EFICIENCIA DE ESCALA</u>	
<pre> #Cambiar estos datos para cada caso ***** or=1 fichero<-"data271dp" ny<-2 nx<-5 #***** fiche<- paste(fichero,"sav",sep=".") fichesal<-paste("sal", fichero) library(FEAR) library(foreign) p<- read.spss(fiche,to.data.frame =T) pn<-as.numeric(as.matrix(p)) nv<-length(p) nd<-length(p[[1]]) pmn<-matrix(pn,nd,nv) ix<-ny+1 fx<-ny+nx y<-pmn[,1:ny] yt<-t(y) x<-pmn[,ix:fx] xt<-t(x) </pre>	<pre> #DETECTAR OUTLIERS tmp=ap(xt,yt,NDEL=12) windows() ap.plot(RATIO=tmp\$ratio) tmp lista<-list(y,x) rts<-matrix(1,3) for (rt in 1:3) { reboot<- boot.sw98(YOBS=yt,XOBS=xt, NREP=2000, DHAT=NULL, RTS = rt, ORIENTATION=or, alpha=0.05, CI.TYPE=2, XREF=NULL, YREF=NULL,DREF=NULL, OUTPUT.FARRELL=TRUE,NOPRINT=FALSE,errchk=T RUE) ; reb1<-reboot\$dhat ; fi1<-1/reb1; lista [[rt+2]]<-fi1 reb<-reboot\$dhat.bc ; fi<-1/reb ; lista [[rt+6]]<-fi; rts[rt,1]<-rt} lista[[6]]<-lista[[5]]/lista[[3]] lista[[10]]<-lista[[9]]/lista[[7]] write.table(lista,file=fichesal) # lista [[1]] Y # lista [[2]]X # lista [[3]] VRS # lista [[4]] NIRS # lista [[5]] CRS # lista [[6]] escala # lista [[7]] VRS boot # lista [[8]] NIRS boot # lista [[9]] crs boot # lista [[10]] escala boot </pre>