

## EL ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA PRODUCCIÓN DE LECHE EN ENTIDADES CUBANAS A PARTIR DE MODELOS ECONÓMICO MATEMÁTICO

(Entregado 31/03/2015 – Revisado 27/04/2015)

### **Raúl Cobo Cuña**

Doctor en Ciencias Económicas, por la Universidad de La Habana. Investigador Agregado del Instituto de Ciencia Animal y Profesor Asistente de la Universidad Agraria de La Habana. Desde hace más de diez años imparte la disciplina de Costos en la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales de esta universidad. Su línea de investigación son los métodos económico matemáticos en el estudio e interpretación de la eficiencia económica del sector agropecuario. Trabaja en el perfeccionamiento de los sistemas de costos de entidades ganaderas.

### **Verena Torres Cárdenas**

Doctora en Ciencias Agronómicas, por la Universidad Agraria de La Habana. Investigadora Titular del Instituto de Ciencia Animal. Su línea de investigación fundamental está relacionada con la estadística multivariada, aunque ha desarrollado importantes trabajos en otras líneas de la estadística aplicada. Es la autora principal del Modelo Estadístico de Medición de Impactos, con excelentes resultados en su aplicación y reconocido con el Premio Anual de la Academia de Ciencias de Cuba y el Premio especial por su Impacto Científico, otorgado por el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente; ambos otorgados en el año 2014.

### **Anicia García Álvarez**

Doctora en Ciencias Económicas, por la Universidad de La Habana. Profesora Titular de esta misma universidad. Su línea de investigación abarca los estudios de la oferta y la demanda para las exportaciones cubanas y el uso de modelos económico matemáticos para la interpretación de diversos aspectos de la economía. Directora del Centro de Estudios de la Economía Cubana durante varios años, ha profundizado en los aspectos relacionados con la optimización de los factores productivos. Actualmente es Directora de Cuadros de la Universidad de La Habana.

### **Omelio Borroto Leal**

Doctor en Ciencias Económicas. Profesor e Investigador Titular. Ha desempeñado las funciones de Rector de la Universidad Agraria de La Habana y ha sido Director Metodológico del Ministerio de Educación Superior. Es fundador del mismo. Fue vice ministro de Ganadería del Ministerio de la Agricultura en Cuba y Director General del Instituto de Ciencia Animal por casi diez años. Es estudioso del desarrollo de la ganadería cubana e internacional. Es miembro de la Academia de Ciencias de Cuba.

**Instituto de Ciencia Animal - Cuba**

**rcobo@ica.co.cu,**

### **Resumen**

*La investigación se realizó con el objetivo de aplicar algunos modelos económico matemáticos que faciliten el análisis de los indicadores de eficiencia en la producción de leche. Se propusieron, evaluaron y probaron diferentes variables económicas y productivas que caracterizan a las entidades productoras de leche. La metodología propuesta se basa en la interpretación del comportamiento de indicadores que se combinan a partir de variables de*

*diferente naturaleza (económicas, técnicas, productivas) que sintetizan el uso de los factores de producción en sistemas ganaderos. Los modelos que se utilizan son el análisis envolvente de datos (AED) y el modelo estadístico de medición de impactos (MEMI). Este último basado en las técnicas del análisis multivariado y considerando que las aplicaciones en variables económicas han sido escasas. Se incorporó en el trabajo un estudio de caso a través de una base de datos conformada por la información de seis Unidades Básicas de Producción Cooperativa (UBPC) en el período comprendido entre enero de 2008 y diciembre de 2010. Se pudo corroborar que las herramientas estadísticas utilizadas ayudan a perfeccionar los análisis en los diferentes niveles de organización de la producción (productores, investigadores, profesores y decisores) que considera la interrelación existente en el sistema de variables, para formar índices que midan la eficiencia de la gestión. Se pudo comprobar el valor del AED y otras herramientas económico-matemáticas para definir los referentes productivos en las empresas ganaderas y su repercusión en el uso óptimo de los recursos de que dispone la ganadería en Cuba.*

**Palabras clave:** análisis multivariado, eficiencia, toma de decisiones.

### Abstract

*The research was conducted with the aim of applying some mathematical economic models that facilitate the analysis of indicators of efficiency in milk production. Were proposed, evaluated and tested various economic and productive variables that characterize entities producing milk. The proposed methodology is based on the interpretation of the behavior of indicators which combine variables from different nature (economic, technical, productive) that summarize the use of factors of production in livestock systems. The models used are the data envelopment analysis (DEA) and the statistical model for measuring impacts (MEMI). The latter based on multivariate analysis techniques and applications whereas economic variables have been rare. A case study was incorporated into the work through a database comprised of six information Basic Units of Cooperative Production (UBPCs) in the period between January 2008 and December 2010. It can be conclude that the statistical tools used help refine the analysis at different levels of organization of production (producers, researchers, teachers and decision makers) that considers the interrelationship in the system variables to form indices that measure the efficiency of management. It was proved the value of AED and other economic-mathematical tools to define productive leaders in livestock enterprises and their impact on the optimal use of the resources available to livestock in Cuba.*

**Keywords:** multivariate analysis, efficiency, decision making.

## 1. Introducción

El análisis del comportamiento de la producción en las entidades ganaderas debe pasar por el estudio de su eficiencia, aspecto este de trascendental importancia, tanto en términos técnicos como económicos y en relación con su sostenibilidad.

La actividad pecuaria se sustenta en un entorno ecológico cambiante, con procesos interrelacionados, dinámicos e inestables, lo que hace que su estudio sea de gran complejidad. Se puede afirmar que, tanto en los procesos de planeación como en las situaciones comunes de toma de decisiones,

no se puede dejar de considerar la variabilidad que manifiestan todos los elementos del sistema. Con el propósito de comprender el funcionamiento de los sistemas de producción pecuaria, se estudiaron las relaciones entre diferentes variables que expresan el comportamiento de la producción con los aspectos económicos, sociales, tecnológicos y hasta los inherentes al medio ambiente (García-Muñiz, 2007).

En el actual contexto internacional, las entidades productoras de leche buscan afianzar sus posiciones económicas y le otorgan un importante papel al estudio de la estructura de su productividad, es decir, los factores que originan la rentabilidad. En este mismo sentido, es importante conocer las diferencias entre los resultados de entidades en condiciones similares de producción pues esto permitirá a los productores afianzar sus resultados positivos o re direccionar su administración hasta conseguir mejorarlos.

En Cuba, la producción agropecuaria está muy lejos aún de lograr resultados eficientes y el sector de la ganadería es quizás, uno de los más deprimidos. La necesidad del país de optimizar los recursos disponibles en la producción de leche e incrementar ésta, revelan la importancia de estudiar la relación entre insumos y productos o entre variables de entrada del sistema de producción y los resultados del mismo.

En el análisis de la producción de leche las variables que representan los valores físicos de la misma se expresan a través de indicadores. Según Masera et al. (1999), un indicador describe un proceso específico o un proceso de control. En el caso de la ganadería, la relación existente entre el uso del recurso tierra y los resultados de la producción, permite conocer el grado de eficiencia sobre este recurso. Otra relación de importancia está definida entre la composición y variaciones en la masa ganadera y la producción total que se obtiene.

Las variables económicas que caracterizan la producción de leche son la base de la toma de decisiones más importante en las entidades dedicadas a este rubro productivo (Comerón, et al., 2000). Es difícil caracterizar una entidad dedicada a la producción de leche a través de sus indicadores, si estos se analizan aisladamente, pero cuando se les relaciona con cierta lógica, se aprecian las influencias más o menos marcadas de unos en el comportamiento de otros (Lobos Andrade, 2005).

En Cuba muchas entidades basan sus análisis en el comportamiento de la producción según la masa productiva. Ejemplo de estos son los siguientes indicadores: kg de leche/vacas totales; kg de leche por vacas en ordeño y kg de leche/hectáreas de tierra. En las entidades de mejor gestión administrativa se trabaja mucho con la relación entre el costo de producción y los volúmenes de ésta. Los indicadores que se calculan con mayor frecuencia son el costo/kg de leche o el costo/hectárea de tierra. El objetivo que se persigue con el presente trabajo es mostrar las fortalezas del análisis económico a partir del uso de modelos económico matemáticos y herramientas del análisis estadístico multivariado.

## 2. Materiales y métodos

Para mostrar las opciones de análisis que aportan los modelos económico matemáticos, se utilizó la información correspondiente al período 2008-2010 de seis Unidades Básicas de Producción Cooperativa (UBPC) de la provincia Holguín, en la zona oriental de Cuba. Esta selección se realiza por ser esta forma de producción cooperativa una alternativa surgida en

EL ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA PRODUCCIÓN DE LECHE EN ENTIDADES CUBANAS A PARTIR DE MODELOS ECONÓMICO MATEMÁTICO

lo más crudo del “período especial” de la economía cubana, en 1993 como una alternativa de producción que buscó incrementar el sentido de pertenencia de los antiguos obreros estatales al pasar a la producción agropecuaria bajo nuevas condiciones y con el otorgamiento de la tierra en usufructo, convirtiéndolos en dueños colectivos de los medios de producción.

Se utilizó la información estadística que con frecuencia mensual se envía por todas las entidades productivas a la Oficina Nacional de Estadísticas e Información (ONEI). Esta información se reporta en los modelos 0336 (resumen de indicadores productivos) y el modelo 005 (resumen de indicadores económicos). Se decidió utilizar estas fuentes de información para que la réplica de los análisis que se proponen en el presente trabajo en otras entidades, sea más fácil de realizar.

En la tabla 1 se resumen las variables que se tuvieron en cuenta para el presente trabajo. Al trabajar con seis UBPC en tres años, la base de datos que se conformó consta de 216 observaciones y 33 variables.

**Tabla 1 Resumen de variables incluidas en el análisis**

Variables		Variables	
Nombre y unidad de medida	Símbolo	Nombre y unidad de medida	Símbolo
Área Total (ha)	AT	Promedio de Trabajadores (U)	PT
Área Útil (ha)	AU	Rentabilidad (%)	Rent
Unidades Ganado Mayor por Área Total (cbz/ha)	UGM/AT	Productividad del trabajo (pesos)	P
Unidades Ganado Mayor por Área Útil (cbz/ha)	UGM/A U	Material Directo por kg producción (pesos/kg)	MDxkg
Producción de leche (kg)	ProdL	Mano de Obra Directa por kg producción (pesos/kg)	MODxkg
Vacas Totales (cbz)	VT	Gastos Indirectos de Producción por kg Producción (pesos/kg)	GIPxkg
Vacas en Ordeño (cbz)	VO	Gasto Total por kg Producción (pesos/kg)	GTxkg
Nacimientos (cbz)	Nac	Producción por Vaca Total (kg/cab)	Kg/VT
Muertes Terneros (cbz)	MT	Producción por Vaca en Ordeño (kg/cab)	Kg/VO
Ventas (pesos)	Ventas	Producción por Área Total (kg/ha)	Kg/AT
Costo de Ventas (pesos)	CVentas	Producción por Área Útil (kg/ha)	Kg/AU
Gastos Totales (pesos)	GT	Ingresos por Área Total (pesos/ha)	Ing/AT
Gastos de Material Directo (pesos)	MD	Índice de Natalidad (%)	IN
Gastos de Mano de Obra Directa (pesos)	MOD	Intervalo Parto a Parto (días)	IPP
Gastos Indirectos de Producción (pesos)	GIP	Duración de la Lactancia (días)	DL
Margen Bruto de la Actividad (pesos)	MBA	Período Seco o de vacas vacías (días)	PS
Resultado del Período (pesos)	ResPer		

**Fuente: Elaboración propia**

Para elaborar las bases de datos y realizar todos los procesamientos, se utilizó las hojas de cálculo de Excel, el software estadístico SPSS 18.0 y el software libre Frontier Analyst® Versión 4.2 para el Análisis Envoltante de Datos (DEA) por sus siglas en inglés (Data Envelopment Analysis).

Se utilizaron los procedimientos del Modelo Estadístico de Medición de Impactos (MEMI) de Torres et al. (2010), para redimensionar la matriz de datos a través del análisis de componentes principales y determinar los índices de impacto. Con este modelo también se eliminó la asignación subjetiva que hace el investigador de los factores de preponderancia de las variables de entrada y salida del sistema a la hora de aplicar el DEA.

El modelo DEA utilizado fue el siguiente:

$$Max_{u,v} h_0 = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{r0}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{i0}} \quad (1)$$

Sujeto a:

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1 \quad j = 1, 2, \dots, n$$

$$u_r, v_i \geq 0$$

Donde:

1. Se consideran  $n$  unidades productivas ( $j = 1, 2, \dots, n$ ), cada una de las cuales utiliza las mismas entradas para obtener las mismas salidas.
2.  $x_{ij}$  ( $x_{ij} \geq 0$ ) representa las cantidades de recursos o entradas  $i$  ( $i = 1, 2, \dots, m$ ) consumidos por la  $j$ -ésima unidad.
3.  $x_{i0}$  representa la cantidad de entradas  $i$  consumidas por la unidad que es evaluada.
4.  $y_{rj}$  ( $y_{rj} \geq 0$ ) representa las cantidades observadas de salidas  $r$  ( $r = 1, 2, \dots, s$ ) producidas por la  $j$ -ésima unidad.
5.  $y_{r0}$  representa la cantidad de salidas obtenidas por la unidad que se evalúa.
6.  $u_r$  ( $r = 1, 2, \dots, s$ ) y  $v_i$  ( $i = 1, 2, \dots, m$ ) representan los pesos (o multiplicadores) de las salidas y entradas, respectivamente.

El análisis a desarrollar debe permitir encontrar los coeficientes  $u_j$  y  $v_j$  positivos que maximicen la razón (1), para la UBPC evaluada, logrando una eficiencia menor o igual a la unidad.

La solución del modelo proporciona la cuantificación de la eficiencia de cada entidad productiva con respecto a las demás UBPC, así como los valores de peso permitan alcanzar dicha eficiencia (Arzubi, 2003).

Se utilizó, además, la metodología para el análisis de la eficiencia en UBPC productoras de leche de Cobo Cuña (2014), que involucra las técnicas que se citaron anteriormente.

### 3. Resultados y discusión

En la Tabla 2 se presenta un resumen del resultado económico de las diferentes UBPC que se estudian, en los tres años. En los resultados de las utilidades o pérdidas están reflejadas todas las operaciones que realizan las entidades y no solo las que se refieren a su objeto social fundamental: la producción de leche. El objetivo estatal fundamental de estas UBPC es cubrir, cada día más, el espacio de la demanda de leche del país que se garantiza en la actualidad por las importaciones que se realizan a los altos precios del mercado mundial (Carela Ramos, 2011).

**Tabla 2 Resultado (Utilidad o Pérdida) UM: MPesos**

UBPC	Resultado		
	2008	2009	2010
UBPC "A"	16.5	20.6	47.0
UBPC "B"	-84.8	-23.4	-0.8
UBPC "C"	78.9	3.8	-1.0
UBPC "D"	10.1	52.1	31.0
UBPC "E"	0.2	0.4	5.0
UBPC "F"	11.0	0.1	9.4

Fuente: Elaboración propia

EL ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA PRODUCCIÓN DE LECHE EN ENTIDADES CUBANAS A PARTIR DE MODELOS ECONÓMICO MATEMÁTICO

Se observa en el resumen de la Tabla 2 que en cinco de las seis unidades al cierre de los períodos económicos, se obtuvieron utilidades, aunque estas no fueran suficientemente altas. La UBPC “B” no logró reportar utilidades acumuladas en ninguno de los años que se estudiaron y la UBPC “C” disminuyó drásticamente su resultado, obteniendo pérdidas al cierre de la información del año 2010. En algunos períodos de las UBPC “E” y “F”, aunque los valores son positivos, están muy cerca de cero o es muy baja la utilidad.

Con los resultados anteriores, las unidades que están en condiciones de hacer distribución de utilidades a los miembros del colectivo, según los reglamentos de este tipo de organización productiva, son las UBPC “A”, “D” y en el año 2008 la UBPC “C”. Esta forma de distribución del resultado se concibió desde la creación del nuevo esquema de producción cooperativo en el año 1993 (Nova, 2000), como parte de las medidas tomadas por el país para estimular la producción de alimentos en los inicios del tenso período “especial” de la economía cubana.

Al determinar la producción de leche en relación a las vacas totales, es evidente en la figura 1 que en casi todas las unidades de producción disminuye este indicador a través de estos años y solo en las UBPC “D” y “E” se observa estabilidad.

Los resultados obtenidos en estas UBPC (fig. 1), están por debajo de los estándares que reflejan los Boletines de la Dirección de Genética del Ministerio de la Agricultura de Cuba (2012). Al cierre de ese año el promedio de kg/VT reportado por el organismo rector antes mencionado, era de 92 kg/VT/mes. Solo en el 2008 en la UBPC “B” y durante los tres años las UBPC “D” y “E” lograron superar esa media nacional.

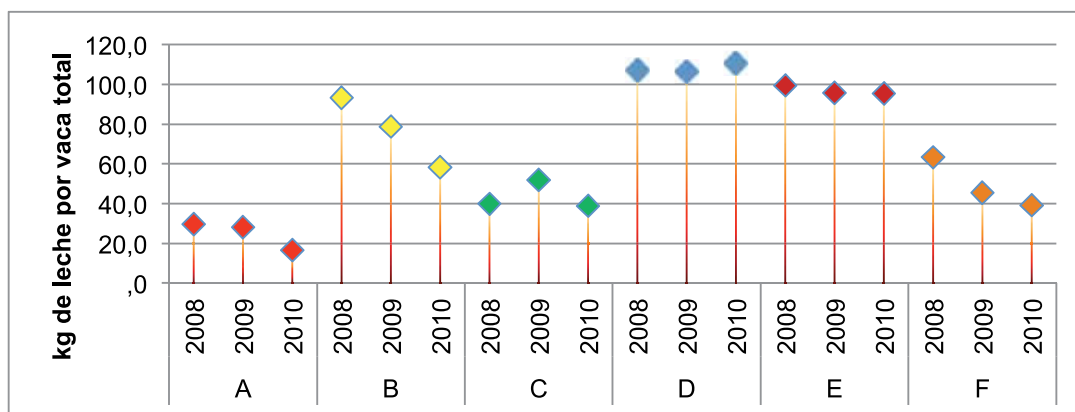


Fig. 1 Comportamiento de la media de producción de leche mensual por vaca total en UBPC seleccionadas, 2008-2010 (kg/VT)  
Fuente: Elaboración propia

Según el propio reporte, en enero de 2013 la empresa de mejor comportamiento en el país (Empresa “Niña Bonita”) alcanzó un promedio de 147 kg/VT/mes. Es necesario aclarar que este boletín solo considera las veinte empresas genéticas del país que reciben un tratamiento diferenciado, pero que pueden ser tenidas en cuenta a la hora de trazar las estrategias de desarrollo del resto de las entidades.

En el resultado que se obtiene en estas entidades deben estar implícitas un grupo de variables que no resaltan por sí mismas. Entre éstas tienen gran importancia la alimentación, el manejo y la raza. Todas las UBPC incluidas en el análisis tienen vacas de la raza Siboney de Cuba (♂ 5/8 Holstein x 3/8 Cebú).

EL ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA PRODUCCIÓN DE LECHE EN ENTIDADES CUBANAS A PARTIR DE MODELOS ECONÓMICO MATEMÁTICO

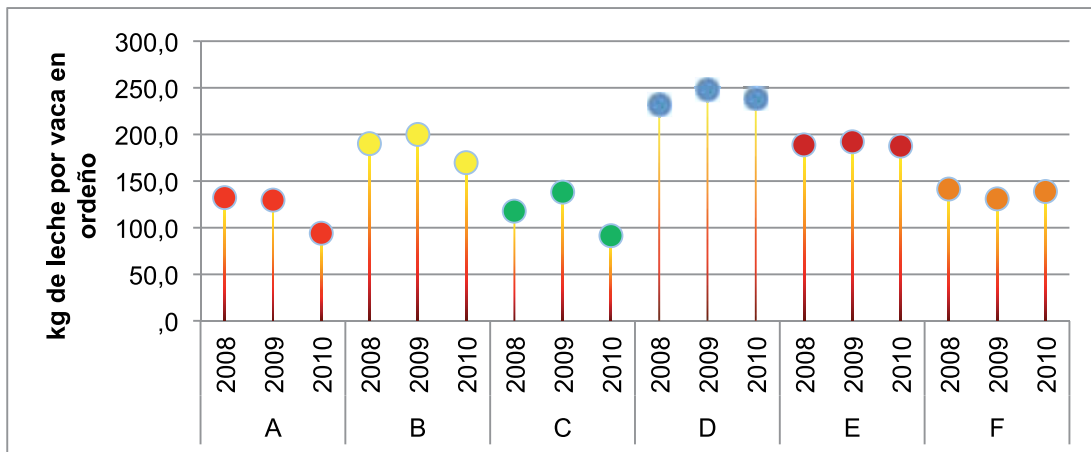


Fig. 2 Comportamiento de la media de producción de leche mensual por vaca en ordeño en UBPC seleccionadas, 2008-2010 (kg/VO)  
Fuente: Elaboración propia

Los resultados de la fig. 2 tienen correspondencia con los que se explicó anteriormente. En el caso de las UBPC “D”, “E” y “F” los resultados son similares en los tres años y no se observó deterioro de los mismo, sin embargo, no se puede decir que éstos sean buenos resultados, sobre todo en la UBPC “F” donde son más bajos. Las UBPC “A” y “C” presentaron los peores resultados en la producción con relación a las vacas en ordeño.

La UBPC “D” reporta de manera sostenida en el período de análisis producciones entre 7.7 y 8.2 kg de leche por VO/día. Estos resultados son superiores a los obtenidos por Évora et al. (2007), con la raza Siboney de Cuba; quienes estudiaron su potencial productivo bajo las condiciones económicas de Cuba en los últimos años.

Al observar la relación que existe entre la producción de leche y el área en explotación en las UBPC (fig. 3), se aprecia un bajo rendimiento por hectárea. Las entidades de mejor aprovechamiento son las UBPC “D” y “E”. En esa figura se presenta la producción por área total y la producción por área útil en cada entidad. Esto permite detectar que algunas de estas unidades tienen considerables áreas desaprovechadas.

El aludido desaprovechamiento del área por las UBPC analizadas, que se manifiesta en la fig. 3, trae como consecuencia grandes cantidades de áreas infectadas de malezas. Otro aspecto que pudo afectar este comportamiento es la diferencia entre los períodos lluviosos y poco lluviosos, que no tienen la misma regularidad todos los años y que afecta la disponibilidad de pastos y forrajes, su calidad y en particular la disponibilidad de nutrientes (Elías, 1983).



Fig. 3 Comportamiento de la media de producción de leche mensual/ha (kg/ha)  
Fuente: Elaboración propia

EL ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA PRODUCCIÓN DE LECHE EN ENTIDADES CUBANAS A PARTIR DE MODELOS ECONÓMICO MATEMÁTICO

La UBPC "A" en el año 2008 tenía en explotación el 43.3% del área total y logró recuperar terreno, para en el año 2010 alcanzar el 63.0% del área total; sin embargo, no logró niveles de producción que se acerquen a los 800 kg/ha, tal como se reporta en el balance del país (García et al., 2010).

La situación de la UBPC "B" es la más crítica de todas las entidades, ya que no logró utilizar en este tiempo más del 18.5% del área total. Esta es una condición de producción muy deteriorada que atenta contra la disponibilidad de pastos para la alimentación de la masa animal.

En el caso de la UBPC "C" logró recuperar 18.9% del área para ponerla en explotación entre los años 2008 y 2009; sin embargo, para el año 2010 cedió nuevamente el 1.2% del área recuperada. Este es un factor de alerta para la entidad.

La UBPC "D" dispuso durante todo el tiempo del análisis de más del 85% del área total, aunque debe continuar hasta incorporar toda la superficie al propósito fundamental de la entidad.

La UBPC "E" logró en el período comprendido entre el 2008 y el 2010 una importante recuperación del área disponible para el pastoreo. En el primer año tenía el 49.9% del área lista para la producción y en el 2009 logró casi duplicarla al disponer del 93.4% del área. La entidad debe mantenerse alerta ante el retroceso que se originó en el año 2010 en el que perdió el 3.8% del área recuperada.

La UBPC "F" presenta los mejores por cientos de disponibilidad del área para la producción de pastos, con niveles entre el 96.1% y el 98.3%; sin embargo no logra altos niveles de producción de leche y se mantiene distante de los valores promedios nacionales.

Todo este análisis parte de la información que se reporta mensualmente en el modelo 0336 a la ONEI y que contiene los resultados acumulados de los indicadores de producción. A continuación (tabla 3) se muestra un análisis económico que parte del modelo de información 005 que resume los resultados económicos con indicadores seleccionados de los balances de la entidad (estado de resultado y estado de situación).

**Tabla 3 Resumen del análisis económico. Período 2008-2010 (primera parte)**

UBPC	Años	Gasto total/Peso de Ingreso	Salario medio	Gasto salario/V.A.B.	Rendimiento en salario	Productividad
"A"	2008	0,82	367,16	0,47	5,14	3132,84
	2009	1,21	413,43		3,04	0,00
	2010	0,85	404,30	0,43	4,94	3782,97
"B"	2008	2,17	375,33		2,53	0,00
	2009	2,47	481,69		1,81	0,00
	2010	1,38	357,10	0,41	5,30	3465,43
"C"	2008	1,19	636,36	1,46	1,98	1745,45
	2009	1,00	523,53	0,54	3,07	3879,41
	2010	1,03	603,03	4,26	2,83	566,67
"D"	2008	0,60	641,88	0,20	7,78	12915,00
	2009	0,68	531,11	0,21	9,08	10060,00
	2010	0,74	529,89	0,31	7,24	6947,83
"E"	2008	0,95	385,36	0,52	5,55	2971,43
	2009	0,99	469,03	0,57	5,03	3297,01
	2010	0,85	429,55	0,78	6,04	2206,06
"F"	2008	0,84	533,93	0,48	3,32	4482,14
	2009	0,75	797,41	0,48	2,43	6686,21
	2010	0,86	793,75	1,28	2,44	2475,00

Fuente: Elaboración propia



EL ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA PRODUCCIÓN DE LECHE EN ENTIDADES CUBANAS A PARTIR DE MODELOS ECONÓMICO MATEMÁTICO

Como se puede observar en la tabla 3 el gasto total por peso de ingresos presenta un comportamiento muy malo en la mayoría de las UBPC, llegando a sobrepasar la tasa de uno por uno, lo que significa que la entidad no recupera lo que se invierte en el proceso de producción. La peor situación la tienen la UBPC "B" y "C" que nunca lograron cubrir sus gastos con sus ingresos y la mejor situación la presentan las UBPC "D" y "F" con ciertos márgenes de utilidad por peso de costos.

El salario medio presenta irregularidades entre los diferentes períodos en cada entidad, aspecto que puede redundar en la consecuente desmotivación de la fuerza de trabajo y en una inconveniente fluctuación de la misma. Estos movimientos en el personal repercuten indudablemente en la estabilidad productiva de las unidades lecheras. Las UBPC con mayor estabilidad y mejores salarios son la "C", la "D" y la "F".

En el caso del gasto de salario por peso de valor agregado bruto (V.A.B.), las UBPC "A" y "B" presentaron problemas para realizar el análisis, ya que el V.A.B. resultaba negativo en su determinación, aspecto limitante para definir su interpretación. La entidad de mejores resultados fue la UBPC "D" que a su vez obtuvo los mejores rendimientos de salario y la mayor productividad del trabajo.

**Tabla 4 Resumen del análisis económico. Período 2008-2010 (segunda parte)**

UBPC	Años	Capital de Trabajo	Rentabilidad	Relación costo/beneficio
"A"	2008	1208507,14	0,04	0,82
	2009	1560366,20	0,05	1,21
	2010	1800901,28	0,11	0,85
"B"	2008	1915162,55	-0,14	2,17
	2009	2173554,12	-0,04	2,47
	2010	2349715,06	0,00	1,38
"C"	2008	3516981,43	0,40	1,19
	2009	3908648,80	0,02	1,00
	2010	3953428,72	0,00	1,03
"D"	2008	2205613,09	0,02	0,60
	2009	2982200,15	0,09	0,68
	2010	2341648,92	0,06	0,74
"E"	2008	1149507,37	0,00	0,95
	2009	1950438,62	0,00	0,99
	2010	2006837,52	0,01	0,85
"F"	2008	1133190,30	0,07	0,84
	2009	1554328,50	0,00	0,75
	2010	2208525,40	0,05	0,86

Fuente: Elaboración propia

En el caso de la información que se presenta en la tabla 4 se corrobora la situación que describió anteriormente al explicar la tabla 3, es decir, un comportamiento pobre en los indicadores de rentabilidad y un elevado costo de la producción. En la tabla 4 es necesario llamar la atención sobre el comportamiento del capital de trabajo de estas entidades.

Como se puede apreciar este aumento de un año al otro de manera sostenida en todas las entidades. Este incremento se debe a una mala práctica contable de las empresas ganaderas cubanas, en la cual se quedan saldos elevados en las cuentas del inventario de la producción en proceso. Esto se debe a que todos los gastos de desarrollo de la masa que son producción en proceso al incorporar las hembras adultas como activos fijos tangibles, solo se descarga el equivalente de gastos al peso del animal según el listado oficial de precios del Ministerio de la Agricultura. Esto es un error ya que el citado listado de precios se confecciona para regular los precios de ventas, pero no para costear los activos fijos de las entidades.

EL ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA PRODUCCIÓN DE LECHE EN ENTIDADES CUBANAS A PARTIR DE MODELOS ECONÓMICO MATEMÁTICO

Hasta este punto del trabajo se presentó un análisis simple de la situación de las entidades lecheras seleccionadas. A partir de ahora se presentará un análisis más detallada y basado en la metodología para el análisis de la eficiencia en UBPC productoras de leche, elaborada por Cobo Cuña (2014), que involucra en estos estudios modelos económico matemáticos y las herramientas estadísticas que se explicaron anteriormente esta metodología se resume en la figura 4 que se presenta a continuación.

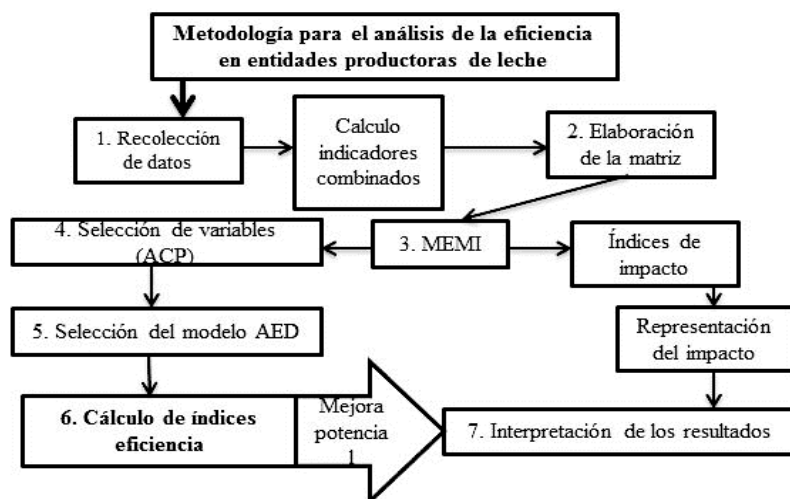


Fig. 4 Metodología para el análisis de la eficiencia  
Fuente: Elaboración propia

Paso 1: Recolección de datos primarios. Para desarrollar este trabajo se utilizaron los datos reales de las mismas seis Unidades Básicas de Producción Cooperativa (UBPC) que se caracterizaron anteriormente en el presente trabajo. La información se corresponde con el período de enero/2008 a diciembre/2010. La información se tomó de los reportes estadísticos de las entidades, los modelos enviados a la ONEI y los balances económicos.

Paso 2: Construcción de la matriz de datos. Dado que el proceso de producción de leche está influenciado por un grupo de variables de diferente naturaleza, fue necesario hacer una selección de entre todas las que era posible conocer su comportamiento en el período analizado. Se incluyeron variables combinadas que miden la eficiencia desde el punto de vista productivo, pero que a la postre representan eficiencia económica también. Esta matriz contiene todas las variables que se declararon en la tabla 1 en los materiales y métodos.

Paso 3: Aplicar el MEMI. Resultaría muy complicado realizar un AED para determinar la frontera de eficiencia de estas entidades productivas, involucrando el total de variables presentadas, aunque se reconoce la importancia de todas ellas. No obstante, no debe ser una decisión personal del analista del sistema incluir unas y discriminar otras.

En la aplicación del MEMI por Torres et. al. (2010), se define que en los estudios de los sistemas pecuarios en Cuba es suficiente considerar coeficientes de correlación mayores que 0,30 e informar sobre los valores del criterio de adecuación muestral KMO y la prueba de Bartlett sobre la matriz identidad, para garantizar la correcta aplicación de los métodos estadísticos multivariados triangulados. Se recomienda, además, utilizar el criterio de varianza acumulada mayor que 75%, con valores propios mayores que 1 ó cercanos a este valor, para las componentes principales seleccionadas y coeficientes de peso mayores o iguales a 0,60 para cada variable en cada componente. En este paso se obtiene tanto el ACP que será utilizado en el AED, como los índices de impacto y la representación que serán incluidos en la interpretación de los resultados.

EL ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA PRODUCCIÓN DE LECHE EN ENTIDADES CUBANAS A PARTIR DE MODELOS ECONÓMICO MATEMÁTICO

**Tabla 5 Valores de peso de las variables estudiadas en cada componente principal y explicación de la varianza**

Variables	Componente				
	Técnico Económico	Costos	Área	Reproducción	Costos Indirectos
AT	-0,313	0,244	<b>0,774</b>	0,065	0,127
AU	0,225	-0,064	<b>0,919</b>	0,063	-0,085
UGM/AT	<b>0,736</b>	-0,061	-0,005	-0,012	-0,300
UGM/AU	-0,107	0,521	<b>0,619</b>	-0,065	0,090
ProdL	<b>0,891</b>	0,294	0,011	0,007	-0,096
VT	0,488	0,213	<b>0,751</b>	0,062	-0,201
VO	<b>0,831</b>	0,216	0,106	0,028	-0,210
Nac	0,372	0,058	0,400	<b>0,723</b>	-0,101
MT	-0,124	-0,086	0,232	-0,040	0,086
Ventas	<b>0,696</b>	0,239	0,158	0,042	0,549
Cventa	0,207	0,581	-0,090	-0,004	0,548
GT	0,088	<b>0,844</b>	-0,062	-0,005	0,358
MD	0,185	<b>0,896</b>	0,026	0,074	-0,109
GIP	-0,095	0,218	-0,037	-0,090	<b>0,788</b>
MBA	0,602	-0,361	0,150	-0,005	<b>0,634</b>
ResPer	0,622	-0,228	0,288	0,004	0,153
PT	-0,180	<b>0,767</b>	0,038	0,084	0,278
Rent	0,362	-0,116	-0,024	-0,024	0,075
P	0,639	-0,383	0,130	-0,009	0,521
MD/kg	0,185	<b>0,896</b>	0,026	0,074	-0,109
MOD/kg	0,030	<b>0,764</b>	-0,037	0,038	-0,014
GIP/kg	-0,095	0,218	-0,037	-0,091	<b>0,788</b>
GT/kg	0,117	<b>0,798</b>	-0,183	0,010	0,351
Kg/VT	<b>0,641</b>	0,337	-0,533	-0,037	0,046
Kg/VO	<b>0,625</b>	0,397	-0,316	-0,002	0,093
Kg/AT	<b>0,903</b>	0,224	-0,183	-0,008	-0,119
Kg/AU	0,526	0,513	-0,579	-0,024	0,053
Ing/AT	<b>0,772</b>	0,207	-0,112	0,045	0,395
IN	-0,052	-0,084	-0,175	<b>0,865</b>	0,064
IPP	0,026	0,047	0,070	<b>0,962</b>	-0,062
DL	0,215	0,110	-0,263	<b>0,827</b>	-0,072
PS	-0,101	-0,001	0,275	<b>0,884</b>	-0,044
<b>Valor Propio</b>	<b>8,595</b>	<b>5,404</b>	<b>3,952</b>	<b>3,288</b>	<b>2,800</b>
<b>% Varianza</b>	<b>26,860</b>	<b>16,886</b>	<b>12,349</b>	<b>10,274</b>	<b>8,748</b>
<b>% Varianza Acumulado</b>	<b>26,860</b>	<b>43,746</b>	<b>56,094</b>	<b>66,368</b>	<b>75,117</b>

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 5 se muestran los valores propios y las varianzas explicadas y acumuladas de las cinco componentes principales seleccionadas. Se trabajó con la matriz de componentes principales rotada, que es un procedimiento mediante el que se ajustan los ejes coordenados o ejes de factores con el fin de obtener una solución más sencilla y con mayor significado teórico.

Este procedimiento se realiza para hacer que una de las cargas de la variable sea lo más alta posible para que se identifique con un solo factor, mientras que sus demás cargas sean bajas, de manera que pierda su relación con otros factores. Esta rotación no afecta el porcentaje de variabilidad del sistema explicado por el factor o componente principal. Se tomó a partir de 0.60 como el valor propio de las variables de mayor peso dentro de cada componente.

El porcentaje de coeficientes de correlación fue altamente significativo para el contraste de esfericidad de Bartlett, lo que muestra un adecuado nivel de correlación entre las variables incorporadas al análisis. El análisis de suficiencia general o coeficiente Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) fue de 0,712 lo que, según Kaiser (1970 y 1974), indica un tamaño de muestra calificado de aceptable. Luego de realizar estos análisis de suficiencia global, se decidió realizar el análisis de la adecuación individual. Según Garza et al. (2013: 345),

## EL ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA PRODUCCIÓN DE LECHE EN ENTIDADES CUBANAS A PARTIR DE MODELOS ECONÓMICO MATEMÁTICO

“Después del análisis global se tiene que analizar cada variable y esto se lleva a cabo en la anti imagen de la matriz de correlación, que es una matriz formada por el valor negativo de la correlación parcial y la diagonal de dicha matriz. El resultado es una medida que se conoce como MASi (por sus siglas en inglés y es la medida de adecuación muestral individual de cada variable), el resto son las correlaciones parciales”.

“... fuera de la diagonal de la matriz anti imagen no deberán colocarse valores grandes (valores absolutos), pero los valores del MASi, los de la diagonal principal deberán ser valores grandes. Si MASi es menor a 0.5 la variable deberá ser eliminada del estudio”

Según el modelo elaborado por Torres et al. (2008), resulta conveniente describir con una etiqueta o nombre a cada componente principal. Esta recomendación busca identificar a cada componente con las variables que tienen un mayor peso dentro de ellas y, por tanto, una mayor incidencia en la explicación de la variabilidad del sistema a través del porcentaje de cada una de las componentes. Los resultados que se resumen en la tabla 5 indican que los elementos relacionados con la variabilidad de este sistema productivo fueron explicados en un 75,1%. La componente principal 1, identificada como factor Técnico-Económico, explica el mayor porcentaje de variabilidad del sistema (26,9%) y hace referencia a las variables relacionadas con la masa ganadera, la producción de leche y los ingresos del sistema productivo.

La componente principal 2 (Costos) explicó el 16,9% y las variables con mayores pesos fueron las relacionadas con los costos del proceso productivo. Los gastos totales de la mano de obra directa no fueron incluidos en el análisis, debido a que al efectuar una primera exploración de la base de datos se detectó que esta era la única variable que afectaba la definición de la matriz de correlación, declarándola no definida positiva. Esta situación impedía el cumplimiento del test de esfericidad de Bartlett y del KMO, así como realizar el análisis de la adecuación individual a través de la anti imagen de la matriz de correlación.

La componente 3 (Área) explicó 12,3% de la variabilidad y las variables de mayor peso son las que se refieren al uso de la tierra como factor productivo imprescindible para el sistema. En la componente 4 (Reproducción), las variables de mayor peso fueron los nacimientos y el IPP, así como el período de duración de la lactancia y el período en que las vacas están totalmente improductivas (PS). En la componente 5 (Costos Indirectos), son los costos indirectos de producción la variable de mayor peso, tanto en valores absolutos como unitarios.

A continuación se presenta el AED para las variables que tuvieron mayor peso en la explicación de la variabilidad del sistema. Para un mejor análisis de la eficiencia, esta se determinará en varias etapas y a través de modelos diferentes.

El primer modelo busca determinar la eficiencia técnica por unidad productora con un rendimiento constante a escala (CCR). Con este modelo se pretende encontrar la UBPC que pueda servir de referencia al resto en cuanto a su eficiencia técnica. Según Coll y Blasco (2009), al comparar el valor observado de cada unidad con el valor óptimo que viene definido por la frontera de producción estimada (isocuanta eficiente), la unidad obtiene un patrón de comparación que le permite conocer su distancia de la unidad eficiente, es decir, obtiene el porcentaje de ineficiencia respecto a la unidad de mejor comportamiento.

Paso 4: Selección de las variables. Es posible realizar el AED con diversas combinaciones

EL ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA PRODUCCIÓN DE LECHE EN ENTIDADES CUBANAS A PARTIR DE MODELOS ECONÓMICO MATEMÁTICO

de las variables de mayor peso en cada componente y el proceso de determinación de la eficiencia se puede repetir tantas veces como sea necesario.

Antes de realizar el análisis con la selección que se mostró anteriormente, es necesario comentar la comprobación de la homogeneidad de la muestra con la que se trabaja en esta aplicación de la metodología.

Las UBPC seleccionadas tienen como actividad fundamental de su objeto social, la producción de leche. En todas estas entidades este rubro productivo representa más del 60% de los ingresos financieros. La raza predominante en la producción de todas ellas es el Siboney de Cuba, con más de un 90% de presencia en todos los casos. Las instalaciones y tecnología utilizadas son del llamado “vaquerías típicas” que se desarrolló en el país desde finales de los años sesenta y hasta los ochenta del pasado siglo, con similares condiciones técnicas. En todas estas unidades de producción la base alimentaria fundamental es la misma, los pastos. Todas las entidades son de una misma región del país (provincia de Holguín).

En este ejemplo se realizará el análisis de manera que se utilicen las variables de la componente Técnico-Económica unidas y se fraccionarán en un segundo procesamiento, a fin de poder mostrar las posibilidades de interpretación que tiene el analista del sistema.

Se puede observar en la tabla 5 que las variables Ventas e Ing/AT representan, aunque de diferente manera, los recursos financieros que capta la entidad por el producto fundamental del proceso (leche), y las variables ProdL y Kg/AT se refieren a la producción final.

Al considerar lo anterior se decidió que las variables de salida sean ProdL y Ventas y las variables de entrada UGM/AT y VO.

Paso 5: Selección del modelo. La orientación del modelo se sustentó en la maximización de las salidas, ya que el objetivo fundamental del sistema es lograr los más altos niveles de producción de leche y de ingresos, con óptimo empleo de los recursos. Se seleccionó un rendimiento constante de escala, es decir, que para cada incremento porcentual de las salidas se mantenga una relación proporcional de los elementos de entrada (Bessent et al., 1980).

Paso 6: Calcular los índices de eficiencia. Atendiendo a los resultados que se muestran en la Tabla 3.3 para las UBPC que se incluyeron en el presente estudio, se observa que tienen una eficiencia media del 82.7%, siendo la unidad “A” la que tiene la peor eficiencia con un 60.7%. Las entidades que logran una eficiencia del 100% son la UBPC “D” y la UBPC “E”. La media de eficiencia de estas unidades es similar a la obtenida en estudios de entidades dedicadas a la producción de leche por investigadores como Bravo-Ureta (1986) y Brodersen y Thiele (1998). La ponderación utilizada para cada una de estas variables de entradas y salidas es el peso que se obtuvo en el ACP (Tabla 5).

Tabla 6 Resumen de eficiencia técnica de la componente principal Técnico-Económica (a CCR)

UBPC	Eficiencia (%)
“A”	60.7
“B”	68.2
“C”	77.7
“D”	100.0
“E”	100.0
“F”	90.0
Media	82.8%

Fuente: Elaboración propia

EL ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA PRODUCCIÓN DE LECHE EN ENTIDADES CUBANAS A PARTIR DE MODELOS ECONÓMICO MATEMÁTICO

En sus trabajos, Pardo (2001) había analizado estos valores medios y llegó a determinar que pueden estar en correspondencia con el tamaño de la muestra que había sido mayor en los estudios referenciados anteriormente. Otra posible causa puede ser el criterio de selección. Se debe recordar que en el trabajo que se está exponiendo la selección de las variables y los pesos asignados a las mismas no se hizo bajo criterios subjetivos, como en el caso de los estudios citados; sin embargo, los resultados medios están por debajo de los alcanzados por Fraser y Cordina (1999), que encontraron una eficiencia media de 85.5% en estudios de explotaciones lecheras de Nueva Zelanda.

Es necesario aclarar que los referentes utilizados para el análisis de este resultado, estudiaron el comportamiento de la producción de leche bajo otras condiciones tanto de alimentación como de manejo en general, sin obviar las medioambientales y las raciales. No fue posible comparar los resultados con estudios previos realizados en la ganadería cubana, porque no se encuentran trabajos que utilicen esta técnica en Cuba para esta actividad económica.

Como se puede observar en la Tabla 6, no aparecen unidades productivas con niveles de eficiencia inferiores al 50%, pero sí cuatro de estas UBPC se encuentran por debajo del 90% de eficiencia, reportado por Jaforullah y Whiteman (1999), como un nivel que marca la alerta para los encargados de tomar decisiones en la producción.

La Fig. 5 muestra una comparación del comportamiento de las variables analizadas entre todas las UBPC, considerando a las UBPC “D” y “E” como referencia para la eficiencia técnica. Se observan las distancias del comportamiento de cada variable de mayor peso de la componente Técnico-económica con respecto a las unidades que resultaron más eficientes. La UBPC “F” es la que se encuentra más cerca del nivel de eficiencia técnica que alcanzaron en ese período las UBPC “D” y “E”.

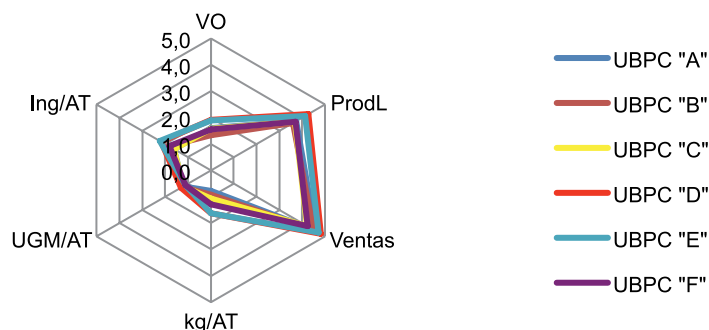


Fig. 5 Comparación del comportamiento de las variables de la componente principal 1 (Técnico-Económica). UBPC (“D” y “E”)=1

Fuente: Elaboración propia

En la fig. 6 se hace un resumen de las mejoras potenciales que se estiman para las entidades que resultan ineficientes, en comparación con las entidades eficientes. La mejora potencial es el porcentaje de reducción de las variables de entrada o de incremento de las variables de salida que debe experimentar cada una de las organizaciones productivas, para convertirse en eficiente. En este caso las cuatro UBPC ineficientes deben realizar un reacomodo de la carga animal según el área disponible. Este es un indicador que mide eficiencia en el uso de la tierra y que se relaciona con el comportamiento que presentan en las unidades que están sobre la curva de eficiencia. En la práctica este valor debe estar cercano a uno (1), según las condiciones de Cuba, pero a veces es insostenible de esta manera debido a que la base de alimentación fundamental son los pastos y no siempre tienen las mejores condiciones.

En cuanto a las VO las UBPC “A”, “B” y “C” presentan en la mejora potencial la necesidad de incrementar el número de cabezas, pero no de manera significativa ya que no llegan a in-

EL ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA PRODUCCIÓN DE LECHE EN ENTIDADES CUBANAS A PARTIR DE MODELOS ECONÓMICO MATEMÁTICO

crementar un animal en valores absolutos. En el caso de la UBPC “F”, según la producción que se obtiene, en la mejora potencial se propone disminuir el número de VO en un 40.2% para lograr la producción de leche que se obtuvo, esto representa 15.6 animales menos en ordeño. En cuanto a las variables de salidas, en la propia fig. 6 se observa que el resumen de mejora potencial propone el incremento tanto de la producción de leche, como de las ventas. En cuanto a las variables de entrada (UGM/ha y VO), la situación predominante en todas las UBPC ineficientes del sistema es que existe una carga animal por encima de las posibilidades que tiene la entidad. Por ejemplo, en el caso de la UBPC “A”, para obtener los niveles de eficiencia de las UBPC “D” y “E” debe o incrementar la producción de leche en 3312.3 litros mensuales (equivalentes a 64.6% en relación a lo que obtenía en el momento del análisis) o disminuir la carga animal a 0.5 UGM/ha. Esto significa que en la actualidad según la carga animal que tiene la entidad debía estar produciendo un 64.6% más de leche de la que realmente obtiene por mes de trabajo. En el caso de las vacas en ordeño, no hay una influencia marcada en los resultados de la entidad.

<b>60,75% A</b>			
Variable	Actual	Objetivo	Mejora Potencial
UGM/ha	1,07	0,49	-54,15%
VO	36,50	36,65	0,42%
ProdL	5127,69	8440,03	64,60%
Ventas	17780,56	29757,86	67,36%
<b>68,20% B</b>			
UGM/ha	0,88	0,39	-55,22
VO	29,20	29,36	0,55
ProdL	4614,93	6760,14	46,48
Ventas	14224,44	23834,91	67,56
<b>77,65% C</b>			
UGM/ha	1,28	1,06	-17,33%
VO	77,81	78,04	0,30%
ProdL	13744,97	17700,86	28,78%
Ventas	52969,44	68214,36	28,78%
<b>89,96 F</b>			
UGM/ha	0,64	0,30	-52,86%
VO	38,22	22,58	-40,91%
ProdL	4654,42	5173,79	11,16%
Ventas	16927,78	18816,71	11,16%

Fig. 6 Resumen de mejoras potenciales  
Fuente: Elaboración propia

A continuación se mostrará un análisis más específico de esta misma componente principal. Se seleccionó para el mismo como variable de salida ProdL y como entradas VO y UGM/AT. Los resultados fueron los siguientes:

Tabla 7 Resumen de eficiencia técnica de variables seleccionadas de la componente principal Técnico-Económica (a CCR)

UBPC	Eficiencia (%)
“A”	76.6
“B”	83.0
“C”	52.8
“D”	100
“E”	58.3
“F”	60.8
Media	71.9%

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la Tabla 7, la eficiencia media es muy inferior al 85,5% reportada como aceptable por Fraser y Cordina (1999), y al 82.8% que se obtuvo en el primer análisis que contenía a las ventas, también como variable de salida.

EL ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA PRODUCCIÓN DE LECHE EN ENTIDADES CUBANAS A PARTIR DE MODELOS ECONÓMICO MATEMÁTICO

Este resultado parece indicar que la relación entre la masa ganadera (representada por las VO y UGM/AT) y la ProdL tiene cierto deterioro en estas entidades, ya que empeora la eficiencia media del sistema. En este punto se observa que solo la UBPC “D” presenta eficiencia técnica. La Fig. 7 muestra la distribución de frecuencias que realiza el software para representar el grado de eficiencia de todas las entidades respecto de las que se encuentran sobre la isocuanta de eficiencia técnica.

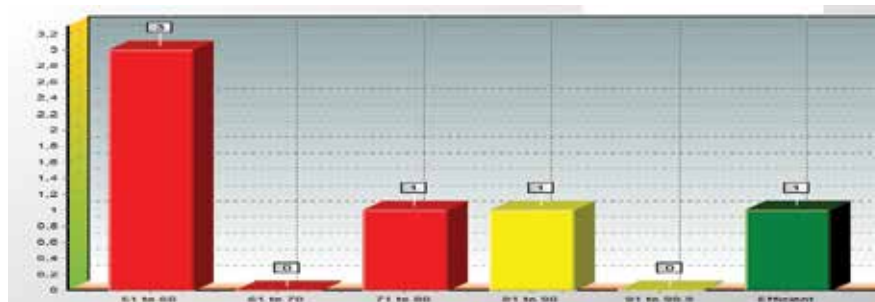


Fig. 7 Distribución de frecuencias absolutas  
Fuente: Frontier Analyst® Versión 4.2

Un análisis similar, pero considerando como variable de salida solo la variable Ventas, muestra el resultado que se presenta en la tabla 8 y que explica la determinación de las dos entidades eficientes del sistema cuando las salidas son ProdL y Ventas, ya que en este caso la entidad de mejor comportamiento fue la UBPC “E”

Tabla 8 Resumen de eficiencia técnica de variables seleccionadas de la componente principal Técnico-Económica (a CCR)

UBPC	Eficiencia (%)
“A”	56.4
“B”	51.3
“C”	66.6
“D”	94.5
“E”	100
“F”	85.5
Media	75.7%

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla 8, la eficiencia media del sistema también disminuye cuando se considera como salida una sola de las variables incluidas en el análisis integral de la eficiencia técnica que partió de la selección de la componente Técnico-Económica del ACP. A continuación se muestran los resultados del AED para las componentes principales 2, 3 y 4 que ya se presentaron en la tabla 5 anteriormente.

Tabla 9 Resumen de eficiencia técnica de las componentes principales Costos, Área y Reproducción (a CCR)

UBPC	Costos (CP2) %	Área (CP3) %	Reproducción (CP4) %
“A”	88.0	61.9	75.1
“B”	90.5	39.1	93.8
“C”	94.4	83.3	80.9
“D”	100	100	100
“E”	100	100	100
“F”	100	100	55.3
Media	71.9%	80.7%	84.2%

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en la Tabla 9 al aplicar el AED a las variables seleccionadas del análisis de componentes principales, las únicas unidades que mantienen eficiencia técnica en todos los casos son las UBPC “D” y “E”. Este procedimiento permite, además, centrar las decisiones sobre las variables que mayor variación muestran en cada unidad de producción. Por ejemplo, si hubiera que tomar un curso de acciones para optimizar el resultado de la UBPC “B”, no sería el mismo esfuerzo el que hay que dedicar a las variables que se relacionan con los costos (90,5%) que el trabajo necesario para mejorar la situación del aprovechamiento



EL ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA PRODUCCIÓN DE LECHE EN ENTIDADES CUBANAS A PARTIR DE MODELOS ECONÓMICO MATEMÁTICO

de las áreas disponibles y la carga animal (39,1%). En el caso de las variables que reflejan la reproducción, se requiere de menos esfuerzos para alcanzar el comportamiento óptimo, ya que tiene un porcentaje de 93,8 y eso puede facilitar el trabajo de los directivos de la UBPC. En el caso de la componente principal 5 (Costos Indirectos), se decidió no aplicar el AED ya que las dos variables con mayor peso expresaban una información similar (GIP y GIP/kg), en valores absolutos y unitarios.

A continuación se muestra la determinación de la eficiencia de escala de las entidades que se estudian. Para Banker et al. (1984), la eficiencia de escala es la razón entre la eficiencia técnica global y la eficiencia técnica pura. Según Álvarez Pinilla (2001), existe eficiencia técnica cuando se maximiza el beneficio y la productividad media de cada factor. Este análisis deja ver si la posición de eficiencia respecto a la frontera de las entidades presenta tendencia hacia el crecimiento o hacia el decrecimiento. Para este modelo se seleccionaron como variables de entrada el gasto total por cada kg de leche (GT/kg) y la productividad del trabajo (P), mientras que la variable de salida es el margen bruto de la actividad (MBA). Todas las variables se expresan en pesos (\$). El primer aspecto a resaltar en estos resultados es que a rendimientos de escala constantes el valor de la eficiencia técnica media de cada explotación es menor que a rendimientos de escala variables (Tabla 10).

**Tabla 10 Resumen de eficiencia AED a CCR y a BCC**

UBPC	Eficiencia a RCE (%)	Eficiencia a RVE (%)	Eficiencia Escala (%)
"A"	35.5	36.1	98.3 rec
"B"	35.6	37.3	95.4 rec
"C"	12.5	14.1	88.6 rec
"D"	100.0	100.0	100.0 ---
"E"	100.0	100.0	100.0 ---
"F"	53.2	56.7	93.8 rec
<b>Media</b>	<b>39.5%</b>	<b>57.4%</b>	<b>96.0%</b>
rec = Rendimiento de escala creciente			
--- = Entidades eficientes tanto a escala constante como a escala variable			

Fuente: Elaboración propia

Según Pardo (2001), esto significa que bajo el supuesto de RCE las entidades se comparan solo con aquéllas que tengan un tamaño similar, descontando por tanto de la eficiencia técnica, las posibles ineficiencias por concepto de escala (Muñiz, et al. 2006). De este modo, la eficiencia técnica global (medida a RCE) queda desglosada en eficiencia técnica "pura" y eficiencia de escala (resultado del análisis a RVE).

En la Tabla 10 se muestra que la eficiencia media del GT/kg de leche y la P, cuando no se tienen en cuenta las diferentes escalas, es de tan solo el 39.5% y que en ese esquema solo resultan eficientes las UBPC "D" y "F" (estas entidades representan el 33% de las seis analizadas). Al considerar en el análisis de la eficiencia de las entradas la variación de los rendimientos, la eficiencia aumenta a un 57.4% como promedio; no obstante, continúan siendo eficientes las dos mismas entidades antes citadas.

En el caso de estudio también se comprobó que los rendimientos de escala son crecientes en todas las entidades, lo que define la naturaleza del rendimiento de escala y las relaciones entre la eficiencia técnica y su rendimiento a escala variable (Brummer, 2000 y Staat, 2001). El MBA, que define la incidencia de los costos directos en los resultados de la entidad, es in-

EL ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA PRODUCCIÓN DE LECHE EN ENTIDADES CUBANAS A PARTIR DE MODELOS ECONÓMICO MATEMÁTICO

suficiente para definir rentabilidades, luego de considerar en las UBPC el resto de los costos indirectos y afecta la distribución de utilidades al colectivo de trabajadores. Este análisis en la actualidad se realiza con base al resultado del período, pero este no facilita tomar medidas sobre la base del objeto social principal de estas unidades.

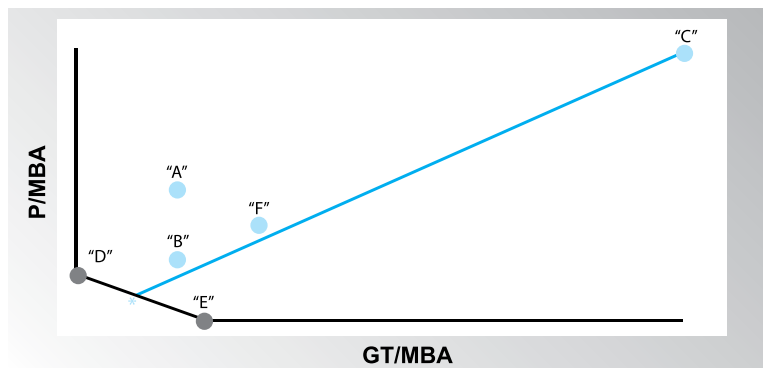


Fig. 8 Frontera de eficiencia del AED  
Fuente: Frontier Analyst® Versión 4.2

En la Fig. 8 se refleja la posición relativa de todas las explotaciones respecto a la frontera del AED de forma gráfica. Como se puede observar, las UBPC “D” y “E” están definidas sobre la frontera, mostrando el mejor resultado. En el caso de la UBPC “C”, que se encuentra más alejada de la frontera de eficiencia, tiene una ineficiencia del 87.5% lo que significa que el MBA no proyecta una recuperación fácil para la entidad.

Los análisis anteriores permiten apreciar la utilidad del AED para determinar la eficiencia real de las unidades productivas que se estudien. Se aprecia la insuficiencia de los análisis basados solo en el comportamiento de la utilidad o pérdida del período, así como de observar los comportamientos aislados de diferentes indicadores. El proceso de toma de decisiones administrativas en las entidades dedicadas a la producción de leche se torna difícil al tener que considerar aspectos tan diversos como los medioambientales, económicos, productivos y las características propias del trabajo con animales y plantas. Con el trabajo que se ha expuesto se demuestra que el AED ofrece ventajas para las decisiones administrativas, al facilitar la relación de variables de diversa índole y su correspondencia con el indicador que se desee estudiar.

A continuación se muestran los resultados de la aplicación del MEMI, utilizando las variables antes expuestas en estas mismas entidades lecheras. La Fig. 9 representa los índices de impacto de la componente principal 1 (Técnico-Económica). El gráfico muestra cómo, a pesar del resultado de eficiencia de las UBPC “D” y “E” que se obtuvo al aplicar el AED, estas no mantuvieron las relaciones positivas entre las variables de la componente durante todo el período analizado. En este caso se recomienda analizar los meses en que este índice de impacto es negativo para determinar las causas que afectaron el resultado y poder tomar las decisiones adecuadas.

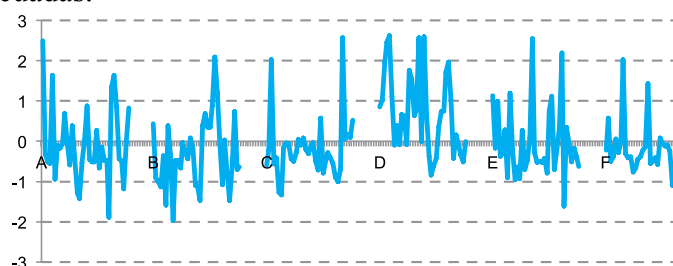


Fig. 9 Índice de impacto de las variables de la componente principal 1  
Fuente: Elaboración propia

Enero - Junio 2015

EL ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA PRODUCCIÓN DE LECHE EN ENTIDADES CUBANAS A PARTIR DE MODELOS ECONÓMICO MATEMÁTICO

En el caso de la representación gráfica de los índices de impacto de las variables agrupadas en componente principal 2, que se muestran en la Fig. 10 se puede observar que las entidades de mejor comportamiento son las UBPC “D”, “E” y “F”. Este criterio coincide con el AED realizado anteriormente y que señaló a estas mismas UBPC en la isocuanta eficiente del sistema. No obstante el comportamiento descrito, se debe reconocer que el impacto en estas unidades de mayor grado de eficiencia no ha sido homogéneo, notándose grandes fluctuaciones en el período que se analiza, por lo que los analistas del sistema deben estudiar las variaciones entre los años de estas variables para conocer las causas de estas variaciones.

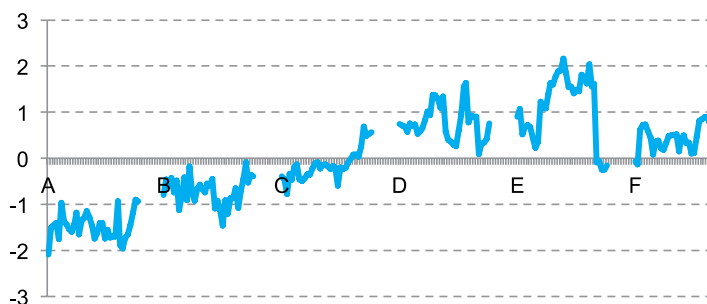


Fig. 10 Índice de impacto de las variables de la componente principal 2  
Fuente: Elaboración propia

En el caso de las entidades “A” y “B” representan el comportamiento más deficiente en relación a esta componente principal. Esta representación puede ser de utilidad para los decisores del sistema que deban tomar las medidas pertinentes. Los gráficos de las componentes principales 3, 4 y 5 se podrán consultar en el Anexo 7 del presente documento. Sobre ellos se pueden realizar similares análisis y comentarios.

El aplicar los procedimientos del modelo estadístico de medición de impactos (MEMI) como criterio de validación de los resultados obtenidos en el AED, permite hacer recomendaciones a los analistas de los sistemas de producción de leche. Los resultados que se han expuesto requieren de los criterios de los productores, investigadores o dirigentes de los sistemas de producción de leche, que puedan analizar las causas que provocaron estos comportamientos en los indicadores seleccionados.

La metodología desarrollada muestra cómo del conjunto de variables que se involucran en el sistema de producción y su combinación para formar indicadores, se pueden identificar las que más aportan a la explicación de la variabilidad del sistema. Aunque se realizó el estudio para mostrar las fronteras de eficiencia y los impactos por UBPC, se puede hacer también para diferentes períodos del año (lluvia y seca), o para conocer las diferencias entre disímiles años, o con cualquier otro objetivo. Lo más importante es que, con las habilidades necesarias, se puede caracterizar desde la eficiencia a distintas organizaciones de producción. En este ejemplo se utilizó información de entidades, pero se puede aplicar para caracterizar empresas completas o provincias.

Paso 7: Interpretación de los resultados. Este paso se expuso en la medida que se ejecutó la metodología. Se consideró pertinente hacerlo de esta manera para una mejor comprensión de los detalles y los resultados obtenidos, no obstante es necesario exponer algunas consideraciones: Los resultados del AED permiten trazar una estrategia de perfeccionamiento de los resultados productivos y por tanto de los económicos, ya que no solo se llega a conocer cuál o cuáles son las unidades eficientes, si no la propuesta de mejora potencial para que las ineficientes lleguen a estar en la curva de eficiencia del sistema. En el estudio de caso que se realizó se muestra

## EL ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA PRODUCCIÓN DE LECHE EN ENTIDADES CUBANAS A PARTIR DE MODELOS ECONÓMICO MATEMÁTICO

que hay deficiencias en el uso de la tierra, factor de producción fundamental para la ganadería, con una carga animal inadecuada para los volúmenes de producción que se obtienen.

Las variables relacionadas con los costos indirectos no aparecen como de importancia según el ACP, y aparecen en la quinta componente que es la que explica el menor porcentaje de la variabilidad total del sistema. Este aspecto llama la atención de los analistas y se sugiere revisar los aspectos contables relacionados con estas partidas para verificar su correcta contabilización y análisis. Las fig. 9 y 10 a pesar de corroborar las UBPC que fueron calificadas de eficientes en el AED, muestran fluctuaciones muy marcadas en el comportamiento de los impactos a lo largo del período analizado, lo que demuestra que el comportamiento es irregular entre los meses en estudio y se deben analizar las causas de estas irregularidades.

### 4. Conclusiones

- Se elaboró una metodología que puede ayudar a perfeccionar los análisis en los diferentes niveles de organización de la producción, que considera la interrelación existente en el sistema de variables de diferente naturaleza (económicas, técnicas y productivas), para formar índices que midan la eficiencia de la gestión.
- No se puede obviar el hecho expuesto en el trabajo de que el 89% de la producción se obtiene en las formas no estatales, por lo que la metodología descrita puede ser de mayor uso en las estructuras intermedias del sistema o para el propio Ministerio de la Agricultura, así como a profesores e investigadores.
- El uso de técnicas económico-matemáticas, como el AED y el MEMI (basado en el análisis multivariado), tiene la intención de ayudar en el perfeccionamiento de los análisis de la producción, pero es imprescindible que la información básica cuente con la calidad requerida y sea un fiel reflejo de la situación de las entidades productoras.
- Estas herramientas permiten la presentación de la mayoría de los resultados en forma gráfica, lo que ayuda a transmitir la información y a explicar los resultados.

### 5. Referencias bibliográficas:

- Álvarez Pinilla, A. (2001). La medición de la eficiencia y la productividad. España: Ediciones Pirámide.
- Arzubi, A. (2003). Análisis de Eficiencia sobre Explotaciones Lecheras de la Argentina. Universidad de Córdoba. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y de Montes. Argentina
- Banker, R. D., Charnes, A., Cooper, W. W. (1984). Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies. *Management Science*. 39(1), 1078-1092
- Bessent, A. M. & Bessent, E. W. (1980). Comparing the comparative efficiency of schools through data Envelopment Analysis. *Educational Administration Quarterly*. 16, 57-75
- Dirección Nacional de Genética (2012, 31 de diciembre). Boletín Resumen de la Información Estadística. La Habana: Ministerio de la Agricultura
- Dirección Nacional de Genética (2013, 1 de enero). Boletín Resumen de la Información Estadística. La Habana: Ministerio de la Agricultura
- Bravo-Ureta, B.E. (1986). Technical efficiency measures for dairy farms based on a probabilistic frontier function model. *Canadian Journal of Agricultural Economics*. Canada: 34, 399-415.

EL ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA PRODUCCIÓN DE LECHE EN ENTIDADES CUBANAS A PARTIR DE MODELOS ECONÓMICO MATEMÁTICO

- Brodersen, C.M. & Thiele, H. (1998). Comparison of dairy farm efficiency in market and transition economies: application of Data Envelopment Analysis to East and West Germany. 58th EAAE Seminar on Nature, Evolution and Efficiency in CEEC's & FSU.
- Brummer B. & Loy J. (2000). The Technical Efficiency Impact of Farm Credit Programs - A Case Study of Northern Germany. *Journal of Agricultural Economics*. Germany: 51(3), 405-418.
- Carela Ramos, R. (2011, 29 de julio). Reducir las importaciones es prioridad en Cuba. *Periódico Sierra Maestra*, 1
- Cobo Cuña, R. 2014. Metodología para el análisis de los indicadores económicos de la producción de leche. Tesis doctoral no publicada. Universidad de La Habana.
- Coll Serrano, V. y Blasco Blasco, O. M. (2009). *Frontier Analyst®*. Una herramienta para medir la eficiencia. Universidad de Valencia, España
- Comerón, E.A., Zehnder, R., Schneider, G., Gr&a, J., Fernández, G., Ferreiro, A. & Rocchiccioli, J., (2000). Informe de situación de los tambos de la Cuenca Central de Argentina. Resúmenes de la XXXI Reunión Anual de la Asoc. Arg. de Economía Agraria. Rosario (Santa Fe)
- Elías, A. (1983). Digestión de pastos y forrajes tropicales. En: *Los Pastos en Cuba*. Ed. Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba. Tomo 2, 187
- Evora, J. C. (2007). Estacionalidad de la producción de leche en la raza Siboney de cuba. II Congreso Internacional de Producción Animal Tropical. Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba
- Fraser, I. & Cordina, D. (1999). An application of data envelopment analysis to irrigated dairy farms in Northern Victoria. *Agricultural Systems*. Australian: 59(3): 267-282.
- García, A., Barrios, R., Robaina, L. 2010. La sustitución de importaciones de alimentos en Cuba: una aproximación al caso de las grasas comestibles. CD del Seminario Anual sobre Economía Cubana y Gerencia Empresarial. CEEC. La Habana
- García-Muñiz, J.G. (2007). Variables relacionadas con la producción de leche del ganado Holstein en agroempresas familiares con diferente nivel tecnológico. *Interciencia*. Revista de Ciencia y Tecnología de América: 32(12), 52-59
- Garza, J., Morales, B. N. y González, B. A. 2013. *Análisis Estadístico Multivariante*. McGraw Hill Interamericana S.A. México D. F.
- Jaforullah, M. & Whiterman, J. (1999). Scale efficiency in New Zealand dairy farms: a non-parametric approach. *Australian Journal of Agricultural & Resource Economics*. Australian: 43(4), 523-541
- Kaiser, H.F. 1970. A second generation Little Jiffy. *Psychometrika*: 35, 19-27
- Kaiser, H.F. 1974. An index of factorial simplicity. *Psychometrika*: 39, 59-73
- Lobos Andrade, G. (2005). Micro-negocios asociativos campesinos: análisis económico de un sistema de producción ovina, Región del Maule, Chile. Recuperado el 6 de diciembre de 2012, del sitio web de SCielo. [Enero - Junio 2015](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-Masera, O., Astier, M. & López-Ridaura, S. (1999). Sustentabilidad y Manejo de Recursos Naturales. El marco de Evaluación de MESMIS. Mundi Prensa, Mexico, S.A. de C.V.</a></p><p>Muñiz, M., Parali, J., Ruggiero, J. & Yang, Z. (2006). Evaluating alternative DEA models used to control for non-discretionary inputs. <i>Computers and Operations Research</i>: 33(5), 1173-1183</p><p>Nova, A. (2000). UBPC, Mercado Agropecuario y Propiedad. Libro: <i>Evolución y trayectoria de la agricultura cubana</i>. FLACSO. Universidad de La Habana, Cuba</p><p>Pardo, M. (2001). Medidas de eficiencia en la producción de leche: El caso de la provincia de Córdoba. Tesis Doctoral no publicada. Universidad de Córdoba.</p><p>Staat, M. (2001). The effect of sample size on the Mean Efficiency in DEA: Comment. <i>Journal of Productivity Analysis</i>. Kluwer Academic Publishers. Vol. 15(2), 117-130</p><p>Torres, V., Ramos, N., Lizazo, D., Monteagudo, F. & Noda, A. (2008). Modelo estadístico para la medición del impacto de la innovación o transferencia tecnológica en la rama agropecuaria. <i>Revista Cubana de Ciencia Agrícola</i>, La Habana: 42(2), 133-139</p><p>Torres, V., Sampaio, I. y Fundora, O. (2010). Stochastic model of the productive performance in the growing stage of water buffaloes in Cuba. <i>Cuban J. Agric. Sci. Havana</i>: 43(2), 111</p></div><div data-bbox=)