

ARTÍCULO CIENTÍFICO

Procedimiento para el análisis retrospectivo y prospectivo de sistemas lecheros

Procedure for the retrospective and prospective analysis of dairy systems

J.A Herrera¹, Anaí García², J. Suárez³ y J. A. Boirivant⁴

¹Instituto de Ciencia Animal, San José de las Lajas, Gaveta Postal No. 1, CP 32700, Mayabeque, Cuba

²Escuela Nacional de Salud Pública, La Habana, Cuba

³Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey, Universidad de Matanzas Camilo Cienfuegos, Ministerio de Educación Superior, Matanzas, Cuba

⁴Universidad de Costa Rica

Correo electrónico: jherrera@ica.co.cu

RESUMEN: Con el objetivo de proponer un procedimiento integrador para el análisis retrospectivo y prospectivo de sistemas lecheros, se realizó una investigación documental basada en una revisión bibliográfica narrativa. La información provino de dos tipos de fuente: primaria y secundaria, mientras que la estrategia de búsqueda se basó en combinaciones de palabras clave. El procedimiento, que consistió en realizar 22 operaciones –de manera ordenada–, se basó en el enfoque de ingeniería de sistema y contempló las cuatro dimensiones generales (productiva, económica, social y ambiental) que definen la sostenibilidad de los sistemas agropecuarios. Se utilizó este enfoque por considerar que el análisis de dichos sistemas se debe orientar al examen holístico de lo que en ellos ocurre, así como a proponer soluciones concretas con bases científicas. Los resultados demostraron que la secuencia de operaciones propuesta puede ser considerada como un procedimiento útil para realizar el análisis retrospectivo y prospectivo de sistemas lecheros, con un enfoque sistémico e integrador que permite interrelacionar la caracterización del sistema de producción de leche en pastoreo, el análisis de la eficiencia y el diseño de alternativas tecnológicas para la mejora de este.

Palabras clave: análisis de sistemas, producción lechera

ABSTRACT: In order to propose an integrating procedure for the retrospective and prospective analysis of dairy systems, a documentary research based on a narrative bibliographic review was conducted. The information came from two source types: primary and secondary, while the search strategy was based on combinations of key words. The procedure, which consisted in performing 22 operations –in an arranged way–, was based on the system engineering approach and involved the four general dimensions (productive, economic, social and environmental) which define the sustainability of cattle production systems. This approach was used as it is considered that the analysis of such systems should be aimed at the holistic examination of what occurs in them, as well as at proposing concrete solutions with scientific bases. The results showed that the proposed sequence of operations can be considered as a useful procedure to make the retrospective and prospective analysis of dairy systems, with a systemic and integrating approach that allows to interrelate the characterization of the dairy production system under grazing conditions, the efficiency analysis and the design of technological alternatives for its improvement.

Key words: milk production, system analysis

INTRODUCCIÓN

Los sistemas de producción de leche en el trópico americano, generalmente, se basan en los pastos durante la época lluviosa, y en los forrajes y sus formas conservadas durante el periodo poco lluvioso, con el fin de garantizar una adecuada pro-

ductividad. Estos sistemas han sido estudiados y caracterizados por diversos autores como Escobar y Berdegué (1990), Senra (1992), Holmann *et al.* (2003), Valerio *et al.* (2004), Guevara (2005), Avíles *et al.* (2010), Iraízoz *et al.* (2010), Senra *et al.* (2011), García *et al.* (2011) y Herrera (2013). Sin embargo,

la caracterización de dichos sistemas ha enfatizado en la producción, la reproducción y la salud animal, así como en aspectos económicos (Herrera, 2013).

Ello ha provocado que en los análisis técnicos de la producción lechera no se consideren, frecuentemente, aspectos productivos, económicos, edáficos, climáticos, ambientales ni sociales, con un enfoque de ingeniería de sistemas; ni se apliquen procedimientos para el análisis, la evaluación y la corrección de los sistemas ganaderos. Esto dificulta, en sentido general, los procesos de toma de decisiones para mejorar el funcionamiento de las explotaciones lecheras.

Por otra parte, un procedimiento consiste en seguir ciertos pasos predefinidos para desarrollar una labor de manera eficaz; su objetivo debe ser único y de fácil identificación, aunque es posible que existan diversos procedimientos que persigan el mismo fin —cada uno con estructuras y etapas diferentes—, y que ofrezcan más o menos eficacia (Colaboradores de Wikipedia, 2009).

El objetivo de esta investigación fue proponer un procedimiento integrador para realizar el análisis retrospectivo y prospectivo de sistemas de producción de leche en pastoreo, mediante el cual se caracteriza el proceso productivo, se analiza la eficiencia global y se diseñan alternativas tecnológicas para la mejora de dichos sistemas.

MATERIALES Y MÉTODOS

De acuerdo con lo recomendado por Fernández *et al.* (2001) se realizó una investigación documental basada en una revisión bibliográfica narrativa, que aportó información proveniente de dos tipos de fuente: primaria y secundaria. La estrategia de búsqueda se basó en las siguientes combinaciones de palabras clave: análisis de sistemas, análisis de sistemas agropecuarios, ingeniería de sistemas, ingeniería de sistemas agropecuarios, análisis multivariado de datos, análisis multivariado de datos + producción de leche, análisis envolvente de datos, análisis envolvente de datos + producción de leche, programación lineal, optimización, investigación de operaciones, programación lineal + sistemas agropecuarios y sistemas de producción de leche. Los criterios de selección fueron: credibilidad y experiencia del autor, grado de aplicabilidad y lectura crítica del artículo (Abad *et al.*, 2003; Guirao-Goris *et al.*, 2008).

Se revisaron 125 documentos y se consultó a 28 expertos a través de entrevistas abiertas, sobre los temas siguientes: la investigación de operaciones,

el análisis discriminante, los elementos económicos en sistemas agropecuarios, y el diseño de sistemas silvopastoriles y sistemas de gestión de la información en entidades pecuarias. La selección de los expertos se basó en su experiencia en el tema (un mínimo de 15 años), así como en la categoría y el grado científicos (como mínimo, ser investigador auxiliar o máster en ciencias, respectivamente). Se realizó una triangulación de la información y su sistematización, lo que permitió integrar los aportes de las tres fuentes: la literatura, el criterio de los expertos y la opinión de autores.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Descripción del procedimiento. Para la elaboración del procedimiento se definieron las dimensiones que se debían considerar durante todo el proceso, así como las etapas y las operaciones dentro de cada una de ellas. Además, se propusieron las técnicas específicas —estadísticas, matemáticas o zootécnicas— que se debían emplear en cada operación. Después se definieron los enlaces entre las operaciones, sobre la base del enfoque de sistema. Finalmente, se precisaron las salidas más relevantes que se debían obtener.

Por otra parte, se realizó un análisis crítico de las partes que componen dicho procedimiento, las técnicas y métodos, las interrelaciones y salidas más importantes, con base en la bibliografía existente, la opinión de los expertos y las consideraciones de los autores.

El procedimiento propuesto consta de tres etapas de trabajo (fig. 1), las cuales se explicarán:

- Caracterización y evaluación.
- Análisis de eficiencia.
- Diseño y análisis de alternativas tecnológicas.

Con estas etapas es posible realizar el análisis, la evaluación y la corrección de los sistemas de producción de leche en pastoreo, lo que está en correspondencia con el enfoque de ingeniería de sistema (Hart, 1979).

Etapa I. Caracterización y evaluación

Operación 1. Recopilar la información a nivel de empresa, granja o vaquería, y realizar las visitas de diagnóstico en las áreas de cada vaquería. El resultado de esta operación es la base de datos en bruto.

Operación 2. Confeccionar las bases de datos electrónicas. El resultado es la base de datos en soporte electrónico.

Operación 3. Organizar las variables por áreas de evaluación (edáficas, climáticas, ambientales, productivas, económicas, sociales; infraestructura, veterinaria, manejo, superficie ganadera y tamaño

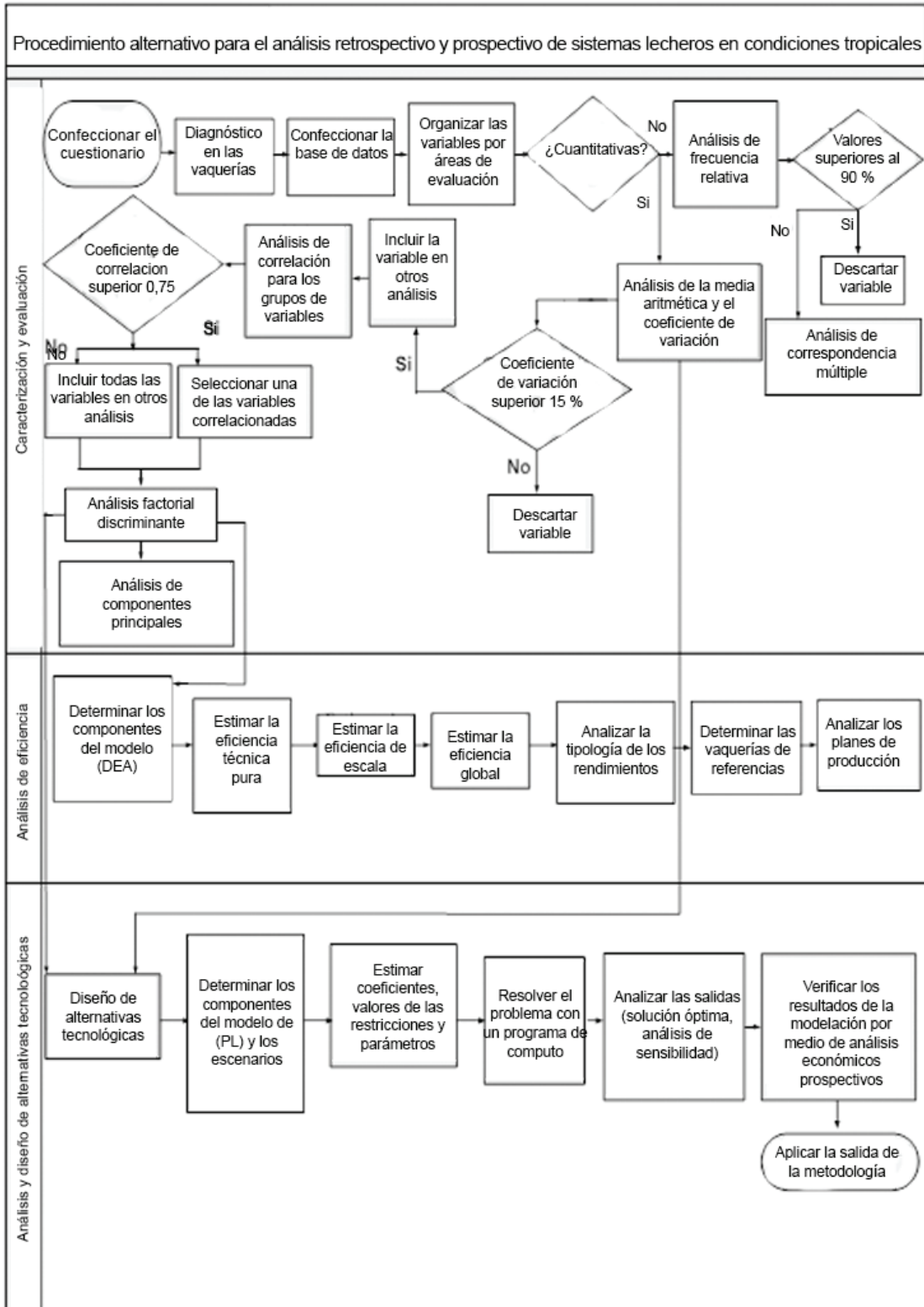


Figura 1. Diagrama de flujo del procedimiento propuesto.

del rebaño), de acuerdo con lo propuesto por García *et al.* (2010) y Righi *et al.* (2011). Se toma la información de tres años (como mínimo), y se analiza con un enfoque longitudinal (Bono *et al.*, 2008). Es recomendable categorizar las variables sociales en los casos necesarios; por ejemplo: experiencia laboral y nivel de capacitación. El resultado es el agrupamiento de las variables por áreas de evaluación.

Operación 4. Realizar un análisis descriptivo enfocado a separar las variables en cuantitativas y cualitativas; así como calcular estadígrafos de posición y dispersión para las variables cuantitativas, y los valores relativos (porcentajes) para las variables cualitativas.

Las variables cuantitativas que presenten un coeficiente de variación superior al 15 % se clasifican como variables con poder discriminante, por tanto, serán incluidas en análisis posteriores; las que no cumplan con esa condición serán descartadas. Las variables cualitativas que presenten valores relativos menores al 90 % se clasifican como variables con poder discriminante y se incluirán en análisis ulteriores; el resto serán descartadas por presentar un poder discriminante insuficiente (Valerio *et al.*, 2004). Como resultado de esta operación se obtienen los valores promedios, mínimos, máximos y el coeficiente de variación de las variables cuantitativas; así como los valores porcentuales de las variables cualitativas, además del resumen de variables con poder discriminante.

Operación 5. Con las variables cuantitativas con poder discriminante se realiza un análisis de correlación, según el área de evaluación a la que pertenezca la variable. Se calcula el coeficiente de correlación de Pearson o Spearman. En los pares que presenten coeficientes de correlación superiores o iguales a 0,75, se selecciona solamente una variable para realizar análisis posteriores (Valerio *et al.*, 2004). El resultado es la eliminación de variables o de información redundante.

Operación 6. Estratificar el grupo de vaquerías en estudio. Como variable categórica en la estratificación se selecciona una vaquería que sea preponderante en los sistemas de producción de leche (producción de leche anual, producción de leche diaria o ingreso por leche anual). Esta variable pertenecerá al área evaluativa productiva o económica, y será cuantitativa.

La estratificación permite formar tres grupos balanceados: alto, medio y bajo, según lo señalado por Hair *et al.* (1999). Para conformar estos grupos o estratos las unidades se ordenan descendente-

mente en función de los valores de la variable, y la cantidad de unidades se divide en tres para obtener el número de vaquerías que integrarán cada grupo. Según el orden, las de mayor valor conformarán el grupo de alto nivel productivo y así sucesivamente. El resultado es la categorización de las vaquerías.

Operación 7. Con los grupos formados en la operación 6 se realiza un análisis discriminante, con un enfoque longitudinal, en el cual se incluyen todas las variables cuantitativas no descartadas en la operación 5, y se verifica el supuesto básico (pruebas de igualdad de las medias de los grupos). La variable discriminante o de clasificación debe ser la que se utilizó para establecer el ordenamiento en la operación 6. Si se incumple globalmente el supuesto antes mencionado, se desecha la técnica y se utiliza otra que permita realizar una clasificación o un análisis factorial.

En esta operación se analizan los estadígrafos Lambda de Wilks: los valores próximos a 1 indican poca diferencia entre los grupos, y los próximos a 0, diferencia. En la matriz de estructura las variables se listan de acuerdo con el valor del coeficiente estandarizado en la primera función discriminante; así, su poder discriminante disminuye gradualmente. El diagrama de dispersión de los grupos debe mostrar con nitidez la formación de estos (Pérez, 2002). El resultado es el ordenamiento jerarquizado de las variables cuantitativas en cuanto a su poder discriminante.

Operación 8. Ejecutar la técnica de componentes principales, para contrastar los resultados del análisis discriminante y obtener información desde otra perspectiva (Escobar y Berdegué, 1990). En esta operación se emplean los mismos grupos conformados en la operación 6, y se verifica el cumplimiento de los supuestos básicos para la prueba –matriz de transformación de las componentes, medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin y prueba de esfericidad de Bartlett– (Torres *et al.*, 2010). Si se incumplen los supuestos, se eliminan, por tanteo, las variables de menor poder discriminante hasta cumplir con la condición anterior, o se desecha la técnica.

En la matriz de componentes rotados del análisis de componentes principales, se analizan las correlaciones superiores a 0,60, los valores propios que sean superiores o iguales a 1, el porcentaje de la varianza explicado anteriormente y las puntuaciones factoriales graficadas. El resultado de esta operación es la estimación de los factores principales que explican la varianza de las vaquerías y sus índices factoriales.

Operación 9. Las variables cualitativas con poder discriminante obtenidas en la operación 4 se someten a un análisis de correspondencia múltiple, en el que se agrega una variable cualitativa con el mismo criterio de clasificación que se utilizó en el análisis discriminante. En esta prueba se analiza la proximidad entre las distintas variables y sus correspondientes niveles, en el mapa perceptual (Hair *et al.*, 1999). El resultado es la estimación del grado de relación de las variables cualitativas con el nivel productivo de las vaquerías.

Etapa II. Análisis de eficiencia

Operación 10. Del conjunto formado por la variable categórica y las variables cuantitativas de mayor poder discriminante generadas en la operación 7, se seleccionan las que se deben emplear como insumos y productos para conformar el modelo Análisis Envolvente de Datos (AED). Esta decisión se fundamenta, de acuerdo con lo planteado por Nahed (2009), en que dichas variables marcan la diferencia entre las unidades, por lo que cualquier índice que se estime con ellas será más efectivo y objetivo que cuando se trate de variables estables en un conjunto de unidades. El modelo debe estar compuesto por el menor número de variables posible; en este sentido, Navarro y Torres (2011) concluyeron que el número de unidades debe ser igual, como mínimo, a tres veces la cantidad de variables del modelo. El análisis se realiza para el grupo de vaquerías en general. El resultado es la selección de las variables del modelo.

Operación 11. Resolver el modelo AED, para lo cual se debe especificar la orientación del estudio y el rendimiento, según la escala y las restricciones de los pesos relativos asignados a cada indicador (García, 2009); elementos que se explican a continuación:

- Orientación del análisis (maximización de los productos *vs.* minimización de los insumos). Seleccionar la maximización de los productos, ya que, según lo informado por Coll y Blasco (2006), esta es la orientación que se debe seguir cuando el interés es buscar, dado un nivel de recursos determinado, el máximo incremento proporcional de los productos dentro de las posibilidades de producción, lo cual se corresponde con las condiciones económicas actuales de Cuba.
- Rendimiento según escala (rendimiento constante a escala *vs.* variables a escala). Como en los sistemas de producción de leche es poco probable que el incremento porcentual de los productos sea igual al de los insumos (aspecto

verificable en la operación 4), la tipología de los rendimientos será regularmente variable a escala (Banker *et al.*, 1996).

- Restricciones de la importancia relativa de cada indicador de recursos o de resultados (con restricciones *vs.* sin restricciones). Seleccionar sin restricciones, es decir, pesos iniciales iguales distintos a cero. Con esta decisión se persigue que la medición de la eficiencia esté libre de la subjetividad del investigador respecto a la importancia relativa entre los diferentes indicadores (Iráizoz *et al.*, 2010).
- Soporte informático. La resolución del modelo de programación lineal AED se realiza según los supuestos antes descritos, con el empleo de softwares especializados para la estimación de eficiencia, como Macro de Excel®, Win4Deap y Frontier Analyst®.

Operación 12. Estimar la eficiencia técnica pura (ETP) de las vaquerías. En cada vaquería se obtiene un índice con valores entre 0 y 1 o entre 1 y 100 % en cada año de estudio. Las vaquerías que logren los mayores valores definirán la frontera de eficiencia y, a su vez, su índice de eficiencia será igual a 1 o 100 % (vaquerías eficientes). Aquellas que se ubiquen por debajo de la frontera alcanzarán un índice de eficiencia menor a 1 o 100 % (vaquerías ineficientes), y este tomará un valor igual a la distancia radial que separa a dicha vaquería de la frontera (Charnes *et al.*, 1981). El resultado es la identificación de las vaquerías eficientes en cada año.

Operación 13. Estimar la eficiencia de escala (EE) de las vaquerías para cada año, con el fin de conocer el grado de ineficiencia ocasionado por la escala de producción (Schuschny, 2007).

Operación 14. Estimar la eficiencia técnica global de las vaquerías (ETG), mediante la fórmula: $ETG = ETP \times EE$, para cada año. El resultado es la obtención del margen potencial de ahorro de los insumos de las vaquerías ineficientes (Navarro y Torres, 2011).

Operación 15. Analizar la tipología de los rendimientos. A través de un reporte se analiza el grado de proporcionalidad en la conversión de los insumos en productos. Esta operación se realiza para determinar, en cada año, si la vaquería funciona en condiciones de rendimientos constantes a escala o rendimientos variables (crecientes o decrecientes a escala).

Los rendimientos constantes a escala se obtienen cuando un incremento de todos los insumos en un determinado porcentaje produce un aumento de

los productos en ese mismo porcentaje. Los rendimientos serán variables decrecientes cuando un incremento de todos los insumos en un determinado porcentaje produzca un aumento de los productos en un porcentaje menor. Asimismo, los rendimientos serán variables crecientes cuando un incremento de todos los insumos en un determinado porcentaje produzca un aumento de los productos en un porcentaje mayor.

Operación 16. Determinar las unidades de referencia, que son las vaquerías eficientes que sirven como referencia a las ineficientes. El resultado es la determinación de la frecuencia de las vaquerías de referencia (Simón *et al.*, 2007).

Operación 17. Analizar la propuesta de los planes de producción mediante la siguiente fórmula: meta de producción = (valor de la variable x ETP) + holgura. Para cada producto se muestra el valor obtenido en la vaquería objeto de estudio; el valor esperado, según el óptimo aportado por el modelo DEA (Flores y Zambrano, 2010), se determina para cada año. El resultado es la determinación del nivel productivo necesario para que cada vaquería ineficiente alcance la categoría de eficiente.

Etapa III. Diseño y análisis de alternativas tecnológicas

Operación 18. Determinar el área (o las áreas) de mejoras potenciales en el sistema, sobre la base de la operación 4, complementada con la operación 7; o sea, identificar, de acuerdo con los valores cuantitativos, los indicadores que presentan valores deficientes (Escobar y Berdegué, 1990). El resultado de esta operación es el subsistema (o los subsistemas) que será objeto de la simulación.

Operación 19. Determinar los componentes del modelo (o de los modelos) de optimización, los cuales se definen a partir de los criterios de varios especialistas, mediante encuestas, entrevistas y consultas a expertos (Nahed, 2009); además, se construyen los escenarios que se deben analizar. El resultado de esta operación son las variables del modelo (o de los modelos) de optimización y los escenarios propuestos que se deben modelar.

Operación 20. Determinar los coeficientes de las variables, los valores de las restricciones y los parámetros de la función objetivo. Esta operación se realiza por medio de las tablas de requerimientos nutricionales de los animales, los valores tabulados promedios de la bromatología y el rendimiento de los pastos y forrajes, la disponibilidad de recursos

y los reportes económicos de las entidades analizadas y las proporciones aritméticas (Pérez Infante, 2010). El resultado es la estimación de los valores numéricos del sistema de ecuaciones.

Operación 21. Resolver el problema en un programa de cómputo, en el que se analizan las salidas (solución óptima y análisis de sensibilidad). El objetivo principal de este análisis es determinar, en la función objetivo y en las restricciones, la influencia de ciertos valores en la solución óptima (Alvarado, 2011); para ello se utilizan softwares especializados para la solución de problemas de optimización, como Lindo®, Lingo®, WinQSB y Macro de Excel. El resultado de esta operación son los valores óptimos de las variables del modelo que maximizan o minimizan la función objetivo y el rango permisible de cambio en la función objetivo y las restricciones, en el que la solución obtenida no varía.

Operación 22. Verificar los resultados de la modelación por medio de análisis económicos prospectivos, con los que se estiman los posibles beneficios económicos de la propuesta tecnológica. El resultado es la confirmación de la validez de los resultados de la operación 21 (Escobar y Berdegué, 1990).

CONCLUSIONES

Los resultados demostraron las posibilidades que tiene la secuencia de operaciones propuesta para ser considerada como un procedimiento útil para realizar el análisis retrospectivo y prospectivo de sistemas lecheros, la cual se distingue por presentar un enfoque sistémico e integrador, que permite interrelacionar la caracterización del sistema de producción de leche en pastoreo, el análisis de la eficiencia y el diseño de alternativas tecnológicas para la mejora de este.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abad, E.; Monistrol, O.; Altarribas, E. & Paredes, A. Lectura crítica de la literatura científica. *Enferm. Clin.* 13 (1):32-40, 2003.
- Alvarado, J. El análisis post-optimal en programación lineal aplicada a la agricultura. *Revista Reflexiones.* 90 (1):161-173, 2011.
- Avíles, J.; Escobar, P.; Fabeck, Gabrielle von; Villagran, Karen; García, F.; Matamoris, R. *et al.* Caracterización productiva de explotaciones lecheras empleando metodologías de análisis multivariado. *Revista Científica FCU-LUZ.* 20 (1):74-80, 2010.
- Banker, R. D.; Chang, H. & Cooper, W. W. Equivalence and implementation of alternative methods for determining returns to scale in date envelopment analysis. *Eur. J. of Oper. Res.* 89:473-481, 1996.

- Bono, Roser; Arnau, J. & Vallejo, G. Técnicas de análisis aplicadas a datos longitudinales en Psicología y Ciencias de la Salud: Período 1985-2005. *Papeles del Psicólogo*. 29 (1):136-146, 2008.
- Charnes, A.; Cooper, W. W. & Rhodes, E. Evaluating program and managerial efficiency: An application of data envelopment analysis to program follow through. *Manage. Sci.* 27:668-697, 1981.
- Colaboradores de Wikipedia. Procedimiento. *Wikipedia, la enciclopedia libre*, 2009. <http://es.wikipedia.org/wiki/procedimiento>. [27/02/2014].
- Coll, V. & Blasco, Olga. *Evaluación de la eficiencia mediante el análisis envolvente de datos*. España: Universidad de Valencia, 2006. <http://www.eumed.net/libros-gratis/2006c/197>. [22/01/2014].
- Escobar, G. & Berdegué, J. *Tipificación de sistemas de producción agrícolas. Informe final de proyecto*. Santiago de Chile: Red Internacional de Metodología de Investigación de Sistemas de Producción (RIMISP), 1990.
- Fernández, E.; Borrell, Carme & Plasencia, A. El valor de las revisiones y el valor de las Revisiones. *Gaceta Sanitaria*. 15 (Supl. 4):1-2, 2001.
- Flores, J. O. & Zambrano, C. La eficiencia técnica de explotaciones agrarias mixtas con producción ovina en el municipio Guanarito, Estado Portuguesa, Venezuela. En: *III Congreso de Producción Animal*. La Habana: ACPA, Instituto de Ciencia Animal. p. 4028-4035, 2010.
- García, Anaí. *Eficiencia en policlínicos cubanos propuesta de algoritmo para su medición*. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias de la Salud. La Habana: Escuela Nacional de Salud Pública, 2009.
- García, A.; Perea, J.; Acero, R.; Angón, E.; Toro, P.; Rodríguez, V. et al. Structural characterization of extensive farms in Andalusia dehesas. *Arch. Zootec.* 59 (228):577-588, 2010.
- García Ferreira, R.; Tommasino, H.; Marzaroli, J. & Gutierrez, R. Impacto de estrategias colectivas en la sustentabilidad de sistemas familiares lecheros en Uruguay. *Pastos y Forrajes*. 34 (1):109-120, 2011.
- Guevara, G. *Valoración de sistemas lecheros cooperativos de la Cuenca Camagüey*. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Veterinarias. Camagüey, Cuba: Universidad de Camagüey, 2005.
- Guirao-Goris, J.; Olmedo, A. & Ferrer, E. El artículo de revisión. *Revista Iberoamericana de Enfermería Comunitaria*. 1 (1):1-25, 2008.
- Hair, J. F.; Anderson, R. E.; Tatham, R. L. & Black, W. C. *Análisis multivariante*. 5a ed. Madrid: Prentice Hall Iberia, 1999.
- Hart, R. D. An ecological systems conceptual framework for agricultural research and development. In: *Seminar on Agricultural Production Systems Research*. San José, Costa Rica: CATIE, IICA, Iowa State University, 1979.
- Herrera, J. A. *Procedimiento integrador para el análisis, evaluación y corrección de los sistemas de producción de leche en pastoreo*. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Veterinarias. Mayabeque, Cuba: Instituto de Ciencia Animal, 2013.
- Holmann, F., Rivas, L.; Carulla, J.; Giraldo, L.; Guzman, S.; Martínez, M. et al. *Evolución de los sistemas de producción de leche en el trópico latinoamericano y su interrelación con los mercados. Un análisis del caso colombiano*. Cali, Colombia: CIAT, ILRI, Systemwide Livestock Program. Documento de trabajo No. 193, 2003. http://webapp.ciat.cgiar.org/tropileche/articulos.pdf/ArtCol_Esp_May_2003.pdf. [22/02/2014].
- Iráizoz, Belén; Rapún, M. & Zabaleta, Idoia. *Análisis de la eficiencia técnica de las explotaciones lecheras. Informe final de proyecto de investigación Eficiencia técnica y costes de producción. El sector agrario de Navarra*. Pamplona, España: Departamento de Economía, Universidad de Navarra, 2010.
- Nahed, T. J. Aspectos metodológicos en la evaluación de la sostenibilidad de sistemas agrosilvopastoriles. *Avances en Investigación Agropecuaria*. 12 (3):3-19, 2009.
- Navarro, J. C. L. & Torres, Z. Eficiencia técnica y asignativa del sector eléctrico en México en su fase de distribución: un análisis a través de los modelos de frontera DEA. *Mundo Siglo XXI*. (7):35-43, 2006-2007.
- Pérez, C. *Estadística práctica con Statgraphics*. Madrid: Editorial Pearson Educación, S. A., 2002.
- Pérez Infante, F. *Ganadería del futuro producción y eficiencia*. La Habana: Editorial PALCOGRAF, 2010.
- Righi, E.; Cittadini, E. D.; Mundet, C.; San Martino, L.; Sanz, C. & Baltuska, N. Tipología predial del sector productor de cerezas del sur de la Patagonia argentina. *Agriscientia*. XXVIII:85-89, 2011.
- Schuschny, A. *El método DEA y su aplicación al estudio del sector energético y las emisiones de CO₂ en América Latina y el Caribe. Serie de estudios estadísticos y prospectivos*. Santiago de Chile: CEPAL, División de Estadística y Proyecciones Económicas, 2007.
- Senra, A. F. Producción de leche en los sistemas que se aplican en Cuba. *Rev. cub. Cienc. agric.* 26:227-245, 1992.
- Senra, A. F.; Guevara, R.; Ray, J. V. & Reyes, J. Principales sistemas de pastoreo para la producción de leche y su adecuación a las condiciones de Cuba. En: Milagros Milera, ed. *André Voisin. Experiencia y aplicación de su obra en Cuba*. Matanzas, Cuba: EEPF Indio Hatuey, Sociedad

- Cubana de Producción y Utilización de los Pastos (SOCUP), Asociación Cubana de Producción Animal (ACPA). p. 469-488, 2011.
- Simón, Clara, Arias, A. & Simón, J. Aplicación de la técnica DEA en la medición de la eficiencia de la Universidad Complutense de Madrid. *Rev. Esp. Doc. Cient.* 30 (1):9-23, 2007.
- Torres, Verena; Martínez, O.; Noda, Aida; Medina, Yolaine & Rodríguez, Y. Evaluación de los supuestos estadísticos en el modelo estadístico multivariado de medición de impacto (MEMI), en un estudio de caso. En: *Memorias del III Congreso de Producción Animal*. La Habana: Asociación Cubana de Producción Animal, Instituto de Ciencia Animal. p. 3970-3977, 2010.
- Valerio, C.; García, A.; Acero, Raquel; Castaldo, A.; Perea, J. M. & Martos, J. *Metodología para la caracterización y tipificación de sistemas ganaderos*. España: Departamento de Producción Animal, Universidad de Córdoba. Documento de trabajo vol. 1, 2004. http://www.uco.es/zootecniaygestion/img/pictorex/14_19_10_sistemas2.pdf. [18/11/2013].

Recibido 11 de abril de 2014

Aceptado 2 de julio de 2014



Con el objetivo de promover el intercambio de experiencias que contribuyan a mitigar los efectos negativos del cambio climático en la agricultura, la ganadería y el medioambiente, el Instituto de Investigaciones Agropecuarias Jorge Dimitrov y el Comité Organizador se complacen en invitarlos al IV Congreso de agricultura en ecosistemas frágiles y degradados. Podrán participar investigadores, docentes, productores y estudiantes vinculados a la actividad agropecuaria y la conservación del medioambiente. El congreso sesionará en el hotel Sierra Maestra, de la ciudad de Bayamo, provincia de Granma, República de Cuba, del 4 al 7 de noviembre de 2015.

Temáticas

- Uso y conservación de recursos genéticos en la agricultura.
- Tecnologías sostenibles para la producción animal.
- Tecnologías sostenibles para la producción agrícola.
- Gestión de procesos de innovación rural y soberanía alimentaria.
- Gestión ambiental de agroecosistemas.

Simposios y talleres

- IV simposio: Los recursos suelo y agua en una agricultura sostenible
- IV simposio: Biotecnología y recursos fitogenéticos
- IV simposio: Tecnologías sostenibles para la producción de ganado mayor
- IV simposio: Producción agropecuaria sostenible en ecosistemas montañosos
- III simposio: Gestión de procesos de innovación rural
- II simposio: Tecnologías sostenibles para la producción de alimento animal
- II simposio: Gestión ambiental en agroecosistemas
- IV taller: Sistemas sostenibles para la producción de ganado menor

Comité organizador

Presidente: Dr. C. Mario V. Cisneros López
Vicepresidente: Dr. C. Ramiro Ramírez Fernández
Para más información, contacte a:
Dr. C. Emilio Cordoví Castillo
Correo electrónico: agromas@dimitrov.cu
Teléfonos: 48 4265/45 2105/45 2106