

La evaluación de la eficiencia técnica como herramienta para la mejora de la sustentabilidad: Caso práctico en sistemas pastoriles

Monografías do IBADER - Serie Pecuaria

Elena Angón
José Perea
Cecilio Barba
Antón García



La evaluación de la eficiencia técnica como herramienta para la mejora de la sustentabilidad: Caso práctico en sistemas pastoriles

Autores: Elena Angón, José Perea, Cecilio Barba y Antón García.

A efectos bibliográficos a obra debe citarse:

Angón, E., Perea, J., Barba, C., García, A. (2017). La evaluación de la eficiencia técnica como herramienta para la mejora de la sustentabilidad: Caso práctico en sistemas pastoriles. Monografías do Ibader - Serie Pecuaria 4. Ibader. Universidade de Santiago de Compostela. Lugo

Esta publicación foi sometida a un proceso de revisión por pares.

Deseño e Maquetación: L. Gómez-Orellana

ISSN edición dixital: 1988-8341

Depósito Legal: C 173-2008

Edita: IBADER. Instituto de de Biodiversidade Agraria e Desenvolvemento Rural. Universidade de Santiago de Compostela, Campus Universitario s/n. E-27002 Lugo, Galicia.

<http://www.ibader.gal>

info@ibader.gal

Copyright: Instituto de Biodiversidade Agraria e Desenvolvemento Rural (IBADER).

Esta monografía foi realizada co patrocinio de:

La evaluación de la eficiencia técnica como herramienta para la mejora de la sustentabilidad: Caso práctico en sistemas pastoriles

Elena Angón

Departamento de Producción Animal. Universidad de Córdoba

José Perea

Departamento de Producción Animal. Universidad de Córdoba

Cecilio Barba

Departamento de Producción Animal. Universidad de Córdoba

Antón García

Departamento de Producción Animal. Universidad de Córdoba



Monografías do IBADER - Serie Pecuaria
Lugo 2017

Monografías do IBADER

Instituto de Biodiversidade Agraria e Desenvolvemento Rural

Temática e alcance

O Instituto de Biodiversidade Agraria e Desenvolvemento Rural (IBADER) é un instituto mixto universitario, situado na cidade de Lugo e conformado pola Universidade de Santiago de Compostela, as Consellerías da Xunta de Galicia con competencias en Medio Ambiente e Medio Rural e a Deputación de Lugo.

Unha das actividades do IBADER é a publicación e difusión de información científica e técnica sobre o medio rural desde unha perspectiva pluridisciplinar. Con este obxectivo publícanse a revista Recursos Rurais e as Monografías do IBADER, espazos orientados a fortalecer as sinerxías entre colectivos vinculados ao I+D+I no ámbito da conservación e xestión da Biodiversidade e do Medio Ambiente nos espazos rurais e nas áreas protexidas, os Sistemas de Producción Agrícola, Gandeira, Forestal e a Planificación do Territorio, tendentes a propiciar o Desenvolvemento Sostible dos recursos naturais.

A Revista científico-técnica Recursos Rurais publica artigos, revisións, notas de investigación e reseñas bibliográficas. A revista inclúe unha Serie Cursos, que publica os resultados de reunións, seminarios e xornadas técnicas ou de divulgación. As Monografías do IBADER divulgan traballos de investigación de maior entidade, manuais e textos de apoio a docencia ou investigación e obras de divulgación científico-técnica.

A revista Recursos Rurais atópase incluída na publicación dixital Unerevistas da UNE (Unión de Editoriales Universitarias Españolas) e na actualidade inclúese nas seguintes bases de datos especializadas: CIRBIC, Dialnet, ICYT (CSISC), Latindex, Rebiun e REDIB.

Política de revisión

Todos os traballos publicados polo IBADER, deben ser orixinais. Os traballos presentados serán sometidos á avaliación confidencial de dous expertos anónimos designados polo Comité Editorial, que poderá considerar tamén a elección de revisores suxeridos polo propio autor. Nos casos de discrepancia recorrerase á intervención dun terceiro avaliador. Finalmente corresponderá ao Comité Editorial a decisión sobre a aceptación do traballo. Caso dos avaliadores propoñeren modificacións na redacción do orixinal, será de responsabilidade do equipo editorial -unha vez informado o autor- o seguimento do proceso de reelaboración do traballo. Caso de non ser aceptado para a súa edición, o orixinal será devolto ao seu autor, xunto cos ditames emitidos polos avaliadores. En calquera caso, os orixinais que non se suxeiten ás seguintes normas técnicas serán devoltos aos seus autores para a súa corrección, antes do seu envío aos avaliadores.

IBADER
Instituto de Biodiversidade Agraria e Desenvolvemento Rural
Universidade de Santiago de Compostela
Campus Universitario s/n
E 27002 Lugo, Galicia (España)

Tfno 982 824500
Fax 982 824501

<http://www.ibader.gal>
info@ibader.gal

ÍNDICE

| | |
|--|----|
| INTRODUCCIÓN..... | 5 |
| SUSTENTABILIDAD..... | 6 |
| Concepto de sustentabilidad | 6 |
| Sustentabilidad de los sistemas ganaderos..... | 7 |
| EFICIENCIA TÉCNICA..... | 9 |
| Concepto de eficiencia..... | 9 |
| ¿Cómo medimos la eficiencia? | 11 |
| Técnicas paramétricas | 13 |
| Técnicas no paramétricas | 14 |
| Análisis envolvente de datos | 15 |
| El concepto de benchmarking..... | 22 |
| Tipos de benchmarking | 23 |
| Etapas del proceso de benchmarking | 23 |
| APLICACIONES EN VACUNO LECHERO PASTORIL..... | 25 |
| CONCLUSIONES | 36 |
| BIBLIOGRAFÍA..... | 37 |

INTRODUCCIÓN

Actualmente la viabilidad económica de los sistemas ganaderos de vacuno de leche se entiende como el indicador de la estabilidad del sector a largo plazo y del nivel de competitividad de las explotaciones. Aquellas explotaciones no viables económicamente, deben llevar a cabo estrategias de mejora que le permitan continuar con la actividad. En los últimos años, la disminución del número de animales y del número de explotaciones ganaderas, frente al aumento de la producción lechera, indica un enfoque hacia la intensificación productiva. Esta intensificación de la producción podría afectar a la sustentabilidad del sistema desde sus tres vertientes: social, económica y ambiental.

Crear modelos de producción sustentables en ganadería es un trabajo relevante para promover la competitividad de los sectores ganaderos. Debemos responder a preguntas del tipo:

¿Cómo se puede ser más eficiente y competitivo y al mismo tiempo favorecer un desarrollo sustentable?

Este monográfico pretende profundizar en los conceptos de sustentabilidad y en especial en la relación que tiene con la eficiencia técnica y medioambiental y la asignación de los recursos naturales



SUSTENTABILIDAD

CONCEPTO DE SUSTENTABILIDAD

El concepto de sustentabilidad surge en 1988 con el Informe Brundtland: Nuestro futuro común (Comisión Mundial del medio Ambiente y del Desarrollo, 1988) indicando que la protección del medio ambiente requiere de la elaboración de políticas económicas con una fuerte perspectiva medioambiental teniendo en cuenta, además, la relación existente entre la protección de los recursos naturales y su nivel de demanda por parte de la sociedad o dimensión social de la sostenibilidad.

El desarrollo sostenible es aquél que "satisface las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades"

De acuerdo a Toro-Mújica *et al.* (2011), la sustentabilidad se ampara en la interrelación existente entre sus tres dimensiones

- La dimensión medioambiental se refiere al mundo físico donde se desarrolla la actividad ganadera. Los atributos de esta dimensión pueden de naturaleza no renovable o de naturaleza renovable.
- La dimensión social se relaciona con el papel que las poblaciones humanas, y las fuerzas culturales y sociales y otras fuentes de acción colectiva, desempeñan para influir en el comportamiento de las personas como individuos y como miembros de las familias, grupos y comunidades.
- La dimensión económica se relaciona con la evaluación de la viabilidad de las actividades productivas. En nuestro caso los ganaderos, deben evaluar los costes generados en el sistema productivo y analizar las combinaciones de factores y las cantidades de producto que se puede esperar con cada combinación

Dicho desarrollo sostenible preserva los recursos de la tierra, el agua, así como los genéticos de plantas y animales, no degrada el medio ambiente, es técnicamente apropiado, económicamente viable y socialmente aceptable.

Por otro lado, conceptos como **Economía Verde** y **Responsabilidad social** empiezan a incorporarse en todos los ámbitos de la sociedad. Existe una aceptación de que la sobreexplotación de los recursos naturales sin su ordenamiento conlleva un agotamiento de los mismos y compromete el patrimonio genético, los hábitats, la provisión de alimentos y los propios medios de vida.

SUSTENTABILIDAD DE LOS SISTEMAS GANADEROS

En los años 90 se desarrolló el concepto de sustentabilidad en sistemas ganaderos, existiendo grandes diferencias al concepto utilizado actualmente. Estos cambios han venido motivados fundamentalmente por la naturaleza de los sistemas y la evolución que han sufrido. Por un lado, se pueden observar sistemas más o menos intensificados donde prevalecen objetivos más productivistas y donde predomina la versión de sostenibilidad débil. Por el contrario, podemos observar los sistemas extensivos y ecológicos, donde se pone de manifiesto el equilibrio de las dimensiones sociales, económicas y ambientales y predomina la versión de sostenibilidad fuerte.

Al mismo tiempo existen numerosos sistemas multifuncionales y heterogéneos donde se combina la ganadería y la agricultura. En todos los casos, la evaluación de la sustentabilidad del sistema pasa en primer lugar por conocer en profundidad la estructura del sistema ganadero.

Los sistemas ganaderos son sistemas abiertos con una gran complejidad donde intervienen números factores: físicos, sociológicos, económicos, políticos, etc. Estos factores condicionan las diferentes prácticas de producción, la ubicación, la demografía, los mercados y el potencial productivo.

En la Figura 1 se muestra la actividad ganadera dentro de un **enfoque ecosistémico**, con sinergias entre actividades, con un carácter multifuncional, que se orientan fundamentalmente a garantizar la viabilidad económica. De acuerdo a Herrero *et al.* (2010), los sistemas ganaderos se comportan como sistemas dinámicos donde la interrelación de los elementos que componen el sistema, genera una complejidad inherente a su propia naturaleza como se muestra en la

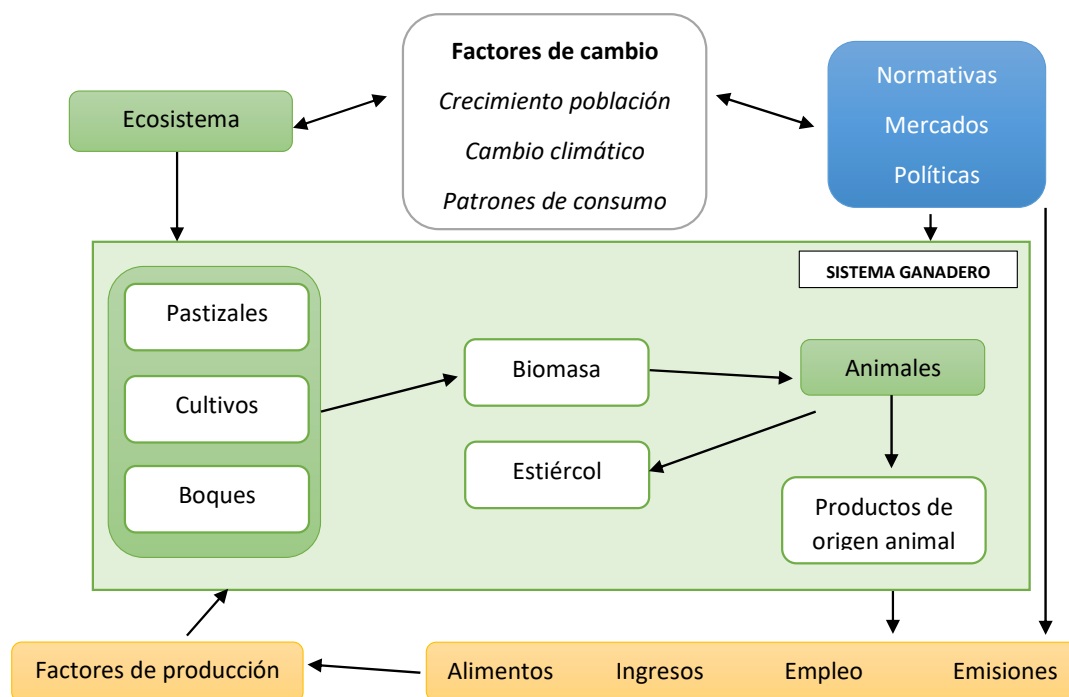


Figura 1. Principales interacciones en sistemas ganaderos multifuncionales (adaptado de Herrero *et al.* 2010)

EFICIENCIA TÉCNICA

CONCEPTO DE EFICIENCIA

El objetivo de cualquier ganadero es organizar la producción de tal manera que se facilite la toma de decisiones en lo referente al uso de los factores productivos, a cambio de obtener un beneficio empresarial (Gaspar, 2007). De esta manera, el productor debe decidir qué factores o insumos va a emplear y en qué niveles, actuando a corto plazo sobre el ciclo productivo o planificando a largo plazo la estrategia de producción. En los últimos años han ido surgiendo conceptos como el de eficiencia y productividad y al mismo tiempo se han empleado técnicas de comparación según el comportamiento de las explotaciones, como veremos más adelante.

- **Eficiencia:** es la capacidad de las unidades de producción para generar el máximo nivel de producto u output a partir de un uso óptimo de recursos o inputs (Figura 2). La eficiencia técnica se apoya en muchos casos de las técnicas benchmarking, donde se parte de la idea general de que la explotación eficiente puede ser utilizada como referente para medir el desempeño de las otras explotaciones competitivas (Iribarren et al., 2011).

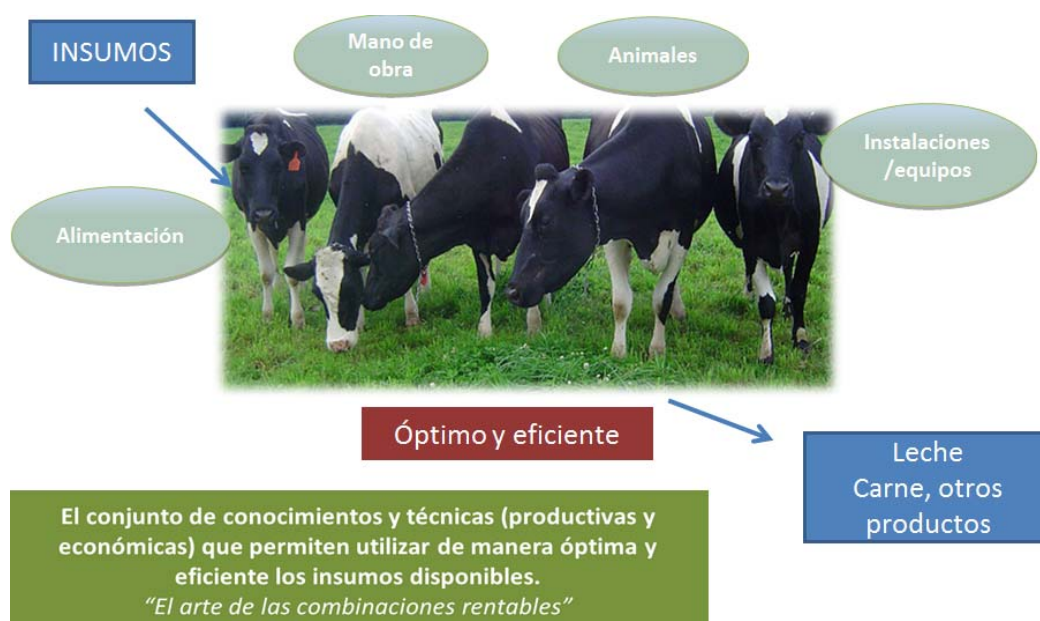


Figura 2. La eficiencia productiva del sistema agropecuario.

- **Productividad:** se hace referencia al concepto de productividad media de un input, es decir, al número de unidades de un output producidas por cada unidad empleada del input (Álvarez, 2001).

En el sector ganadero destacan numerosos trabajos en vacuno de leche, fundamentalmente bajos sistemas intensivos de producción (Tauer, 2001, Pardo, 2001, D'Haesse *et al.* 2007, Stokes *et al.* 2007). También destacan Fousekiset *al.* (2001), Galanopouloset *al.* (2011) y Theodoridis *et al.* (2012) en pequeños rumiantes o Sharma *et al.* (1999), Lansink and Reinhard (2004) y Galanopouloset *al.* (2006) en el sector porcino.

En la Figura 3 se puede observar la relación existente y la influencia del sistema de producción en el nivel de eficiencia. De acuerdo a la revisión bibliográfica realizada por Angón (2013), se observa la agrupación en el cuadrante superior derecho de los sistemas de ganado lechero intensivos y en el cuadrante opuesto los pastoriles fundamentalmente. Los sistemas con base territorial y con uso intensivo de la tierra y alta dependencia de insumos externos muestran una eficiencia técnica media en torno al 87%; en tanto que los sistemas mixtos, se sitúan en niveles inferiores, entre el 61-72%. El sistema pastoril pampeano muestra una eficiencia de 77% y un comportamiento similar a los sistemas ecológicos estudiados en Alemania.

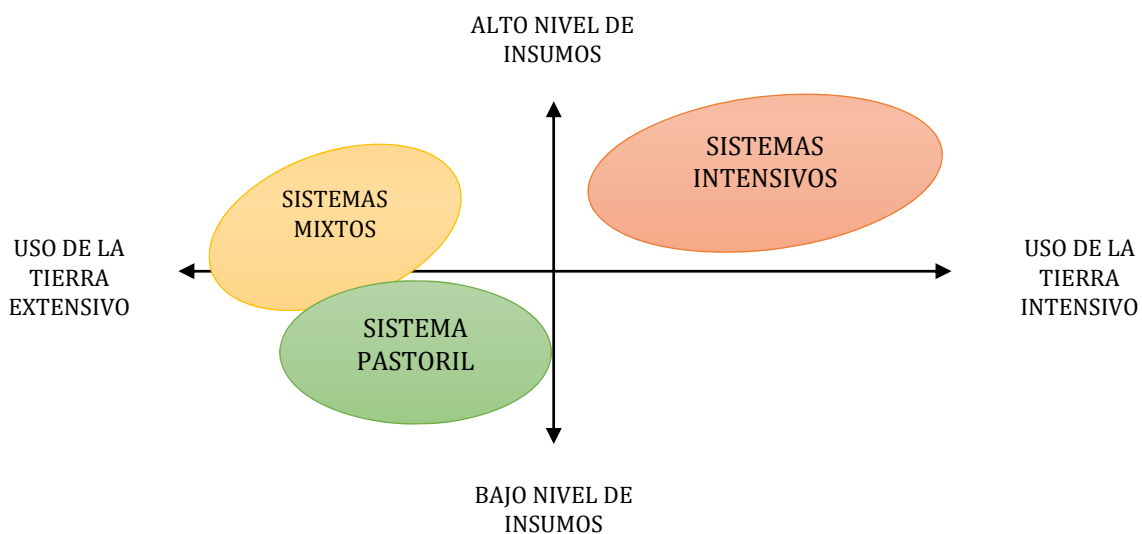


Figura 3. Clasificación de sistemas lecheros según el nivel de eficiencia en el uso de insumos

¿CÓMO MEDIMOS LA EFICIENCIA?

Inicialmente las herramientas para la medición de la eficiencia se basaban en estimaciones de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO). Farrell (1957) ideó un método para determinar la eficiencia y propuso como alternativa el cálculo de la eficiencia relativa, es decir, la desviación observada respecto a aquella situación que reflejara mayor eficiencia productiva en un grupo representativo y homogéneo. Cada unidad de producción o explotación se compara con aquellas que se consideran eficientes en la frontera de producción, entendida como el máximo resultado que puede alcanzar una unidad productiva si utiliza adecuadamente una serie de insumos o recursos dados.

Con una perspectiva a largo plazo, la eficiencia implica la maximización del beneficio y la minimización de los costes. Farrell (1957), por un lado, desarrolló un método para el cálculo empírico de la eficiencia y, por otro, separó sus componentes técnico y asignativo, donde, la eficiencia técnica (ET) se refiere a la eficiencia de transformación de los inputs en output, y la eficiencia asignativa (EA) a la proporción de inputs necesarios para generar el mínimo coste para la producción de un determinado nivel de output. El modelo de Farrell parte del supuesto de la existencia de rendimientos constantes a escala, por lo que la tecnología puede representarse como un isocuanta unitaria, que indica las combinaciones eficientes de inputs que permiten producir una unidad de output.

En la Figura 4 se representa el modelo de Farrell sobre el que se construye una curva isocuanta (curva SS') con una función de producción conocida de tipo Cobb-Douglas (Cobb and Douglas, 1928). Los dos inputs (X_1 , X_2) se ubican en los ejes como la razón de utilización de cada factor por unidad de output (Y).

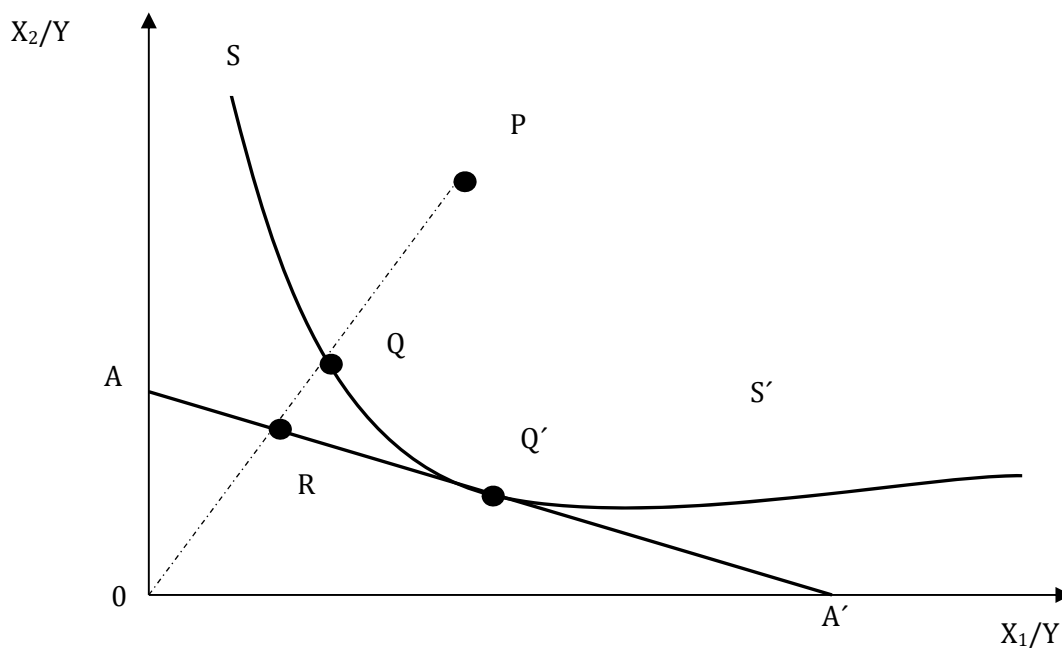


Figura 4. Modelo de eficiencia de Farrell.

La unidad de producción Q combina los inputs en la misma proporción que P , aunque obtiene OP/OQ veces más output que P . Por tanto, el ratio OQ/OP puede ser considerado como una medida de la eficiencia técnica de la unidad de producción P . De acuerdo a Álvarez (2001), sólo aquellas unidades de producción o explotaciones ubicadas en la isocuanta (SS'), es decir, las que operan sobre la función de producción, son eficientes desde el punto de vista técnico.

Respecto al componente asignativo de la eficiencia, sólo existe una combinación de inputs que minimiza el coste de producción, dados unos precios de los factores. Los precios de los inputs definen la recta de isocostos AA' , de pendiente negativa. Las unidades de producción que se sitúen en el punto Q' serán eficientes desde el punto de vista técnico y asignativo. Se debe señalar que P y Q tienen el mismo grado de eficiencia asignativa, aunque la primera no sea técnicamente eficiente y la segunda sí. De este modo, para medir la eficiencia asignativa se debe primero “eliminar” su ineficiencia técnica. En otras palabras, la eficiencia técnica no necesariamente implica a la eficiencia económica, pero si se alcanza la eficiencia económica, ésta sí implica a la eficiencia técnica (Toro-Mujica et al., 2011).

Una explotación será eficiente cuando lo sea desde la doble perspectiva: técnica y económica. En este sentido, la eficiencia económica (EEc) de una unidad productiva o explotación puede ser definida como el cociente OR/OP, siendo la eficiencia total igual al producto de la eficiencia técnica y asignativa (Farrell, 1957):

$$EE_c = ET \times EA = \frac{OQ}{OP} \times \frac{OR}{OQ} = \frac{OR}{OP}$$

Técnicas paramétricas

A partir de una función Cobb-Douglas y empleando programación matemática, Aigner y Chu (1968) fueron los pioneros en utilizar formas funcionales para estimar la eficiencia. Su modelo es:

$$\ln Y = \ln \beta_0 + \sum \beta_j \ln X_j - \mu, \quad \mu \geq 0$$

donde β es un parámetro desconocido a estimar y μ es una variable aleatoria no negativa, asociada con la ineficiencia técnica. Los parámetros de la función se estiman mediante programación matemática o técnicas econométricas (Álvarez, 2001; Murillo-Zamorano, 2004).

El principal inconveniente del enfoque paramétrico consiste en que la forma funcional elegida es una hipótesis impuesta a los datos que no puede ser contrastada, sin embargo, tiene la ventaja de permitir la realización de inferencias estadísticas sobre los resultados obtenidos (Iráizoz *et al.*, 2003).

Considerando la dirección que puede tomar la medida de la eficiencia tenemos dos maneras para calcular el índice de eficiencia técnica:

1. **Orientación input:** a partir del ratio de los inputs necesarios para producir un determinado nivel de output, sobre los inputs empleados. Para ello, empleamos el índice de eficiencia técnica de Koop (1981) que relaciona el uso de inputs en la frontera (\hat{I}_i) con respecto al nivel de uso real para un output dado, e igual proporción de utilización de inputs (I)

$$ET = \frac{\hat{I}_i}{I} \quad i = 1, \dots, n$$

2. **Orientación output:** a partir del ratio entre los outputs producidos (producción real) y los outputs potenciales (en la frontera de producción). En este caso se utiliza el índice de eficiencia técnica de Timmer (1971), estimando la eficiencia técnica relativa a partir de la frontera de producción de tipo Cobb-Douglas:

$$ET = \frac{O_i}{\hat{O}_i} \quad i = 1, \dots, n$$

donde O_i es el valor del output producido y \hat{O}_i es el valor de output potencialmente obtenible

Cuando la función de producción presenta rendimientos constantes a escala, ambas medidas del índice de eficiencia son equivalentes.

Técnicas no paramétricas

En una primera etapa, la aproximación no paramétrica define el conjunto de procesos productivos factibles de un sistema de producción con una tecnología dada, y esto es la frontera que envuelve a los datos observados, calculada de una manera empírica (Murillo-Zamorano, 2004).

En este modelo las unidades de producción eficientes se unen linealmente, conformando una envolvente de posibilidades de producción para el resto de las unidades ineficientes. El segmento que une dos unidades productivas eficientes próximas entre sí constituye un límite eficiente y, a la vez, indica de qué manera pueden combinarse los insumos para obtener un punto eficiente proyectado, correspondiente a una unidad ineficiente (Arzubi, 2003).

Este modelo presenta una mayor flexibilidad, adaptándose a modelos multiproducto, además de imponer condiciones menos restrictivas en lo relativo a la tecnología de referencia. Sin embargo, su incapacidad para incluir perturbaciones aleatorias hace que

sus resultados sean muy sensibles a errores de medida y de especificación del modelo (Iráizoz *et al.*, 2003).

Análisis envolvente de datos

El análisis envolvente de datos o **Data Envelopment Analysis (DEA)**, es una técnica de programación matemática introducida inicialmente por Charnes, Cooper y Rhodes (1978). Dichos autores consideraron la inclusión de múltiples inputs y múltiples outputs; y proponen que el cálculo de la eficiencia técnica relativa de una unidad productiva o explotación sea calculado por un modelo de programación fraccional. Esta técnica permite la construcción de una superficie envolvente, o frontera eficiente, a partir de datos disponibles del conjunto de unidades productivas o explotaciones (DMU; Decisión Market Unit), de manera que dicha envolvente está determinada por las explotaciones eficientes, mientras que aquellas que no se encuentran sobre la envolvente son consideradas ineficientes.

Las DMU eficientes que constituyen la frontera son consideradas las mejores prácticas, y se toman como referentes respecto a las ineficientes. Esta técnica se denomina *benchmarking*, y en los últimos años ha sido ampliamente utilizada debido a las ventajas que presenta y su continua mejora. En el sector ganadero destaca los trabajos de Angón *et al.*, 2015, Gaspar *et al.* (2009); Galanopoulos *et al.* (2011), Iribarren *et al.* (2011), Theodoridis *et al.* (2012) y Urdaneta *et al.* (2010) entre otros.

Los modelos DEA se pueden clasificar en función de:

- El tipo de medida de eficiencia que proporcionan: índices radiales y no radiales.
- La orientación del modelo: orientación input, orientación output y orientación input-output.
- El tipo de rendimientos a escala, que caracterizan la tecnología de producción; así, la combinación de factores para obtener un conjunto de productos se puede caracterizar por la existencia de rendimientos a escala constantes o variables.

La metodología DEA presenta ciertas limitaciones; es más sensible a errores de medición, puede ser fácilmente influenciada por la presencia de observaciones atípicas que sesguen

la eficiencia, no es posible aplicar test de hipótesis y funcional mal cuando el número de DMU es bajo. Sin embargo, presenta una serie de ventajas que justifican su uso en la evaluación y medición de la eficiencia técnica en numerosos sectores productivos (Figura 5)

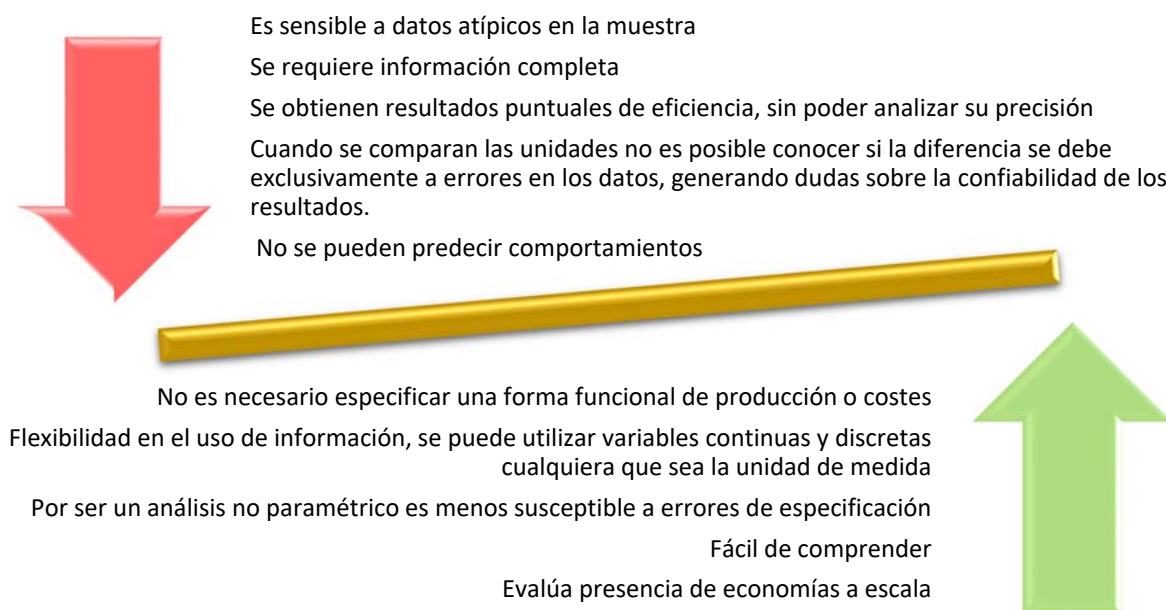


Figura 5. Ventajas y desventajas de la metodología DEA.

MEDIDAS DE EFICIENCIA ORIENTADAS AL INPUT O AL OUTPUT

Siguiendo a Charnes, Cooper y Rhodes (1981), la eficiencia puede ser caracterizada con relación a dos orientaciones básicas, en cuyo caso se habla de dos modelos:

- Modelo con orientación input: este enfoque busca la máxima reducción proporcional en el vector de inputs mientras se opere en el conjunto de posibilidades de producción. Una DMU no sería eficiente desde el punto de vista técnico sí puede reducir cualquier input sin modificar la cantidad de su output.
- Modelo con orientación output: dado el nivel de inputs, se busca el máximo incremento proporcional de los outputs, permaneciendo dentro del conjunto de

posibilidades de producción. Una DMU puede ser identificada como eficiente si es posible incrementar cualquier output sin incrementar ningún input.

DESARROLLO MATEMÁTICO DEL MODELO DEA

Suponemos n DMU para evaluar la eficiencia. Cada DMU consume m inputs diferentes para producir s outputs también diferentes. Así, el modelo dual se forma a partir de las siguientes matrices:

$$X = \begin{pmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{pmatrix} \quad Y = \begin{pmatrix} y_{11} & y_{12} & \dots & y_{1n} \\ y_{21} & y_{22} & \dots & y_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ y_{s1} & y_{s2} & \dots & y_{sn} \end{pmatrix}$$

donde X es la matriz de inputs ($i = 1, \dots, m$) e Y es la matriz de outputs ($i = 1, \dots, s$). Se asume que $x_{ij} \geq 0$ y $y_{ij} \geq 0$. La eficiencia, en el modelo dual, se representa en términos matriciales, de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} & \text{Min } \theta \\ & Y \lambda \geq y_o \\ & \theta x_o \geq X \lambda \\ & \lambda \geq 0 \end{aligned}$$

Donde:

θ es un escalar que multiplica al vector de inputs. El valor minimizado dará la medida de la eficiencia de la DMU evaluada.

λ es un vector de constantes $n \times 1$. Multiplica a la matriz de inputs y outputs.

n número de DMU.

X es la matriz de inputs de todas las DMU.

Y es la matriz de outputs de todas las DMU.

x_o es el vector de coeficientes inputs de una DMU.

y_o es el vector de coeficientes output de una DMU.

Este modelo corresponde con el **modelo de rendimientos constantes a escala (CRS)** de orientación inputs, donde se busca la mínima proporción de θ a la que se puede reducir el vector de inputs x_o dejando inalterado el nivel de producción en y_o . La proyección de cada DMU sobre la frontera viene dada por $(y_o, \theta x_o)$.

El índice de eficiencia técnica está acotado entre 0 y 1. Un valor de 1 significa que no es posible reducir las cantidades de inputs empleados; por lo tanto, la explotación se considera eficiente. Los valores inferiores a 1 corresponden a explotaciones ineficientes.

Este modelo puede reorientarse a output, es decir, maximizar la cantidad de output manteniendo constante la asignación de inputs. De este modo el modelo dual quedará transformado en la siguiente expresión:

$$\begin{aligned} & \text{Max } \emptyset \\ & X \lambda \geq x_o \\ & \theta y_o \geq Y \lambda \\ & \lambda \geq 0 \end{aligned}$$

Donde ahora \emptyset representa el incremento proporcional de output que podría obtenerse, manteniendo constante la asignación de los inputs. El valor de la eficiencia vendría dado por $\theta = 1/\emptyset$.

Suponiendo rendimientos constantes a escala (CRS), el valor de la eficiencia técnica estimado para una misma explotación será igual en ambas orientaciones (input u output). Sin embargo, el resultado no será el mismo para el supuesto de rendimientos variables de escala (VRS).

MODELO DEA DE RENDIMIENTOS VARIABLES A ESCALA (VRS)

Asumir rendimientos constantes a escala sólo es apropiado cuando se considera que todas las DMU operan en la misma escala. Esto viene dado por la restricción $\lambda \geq 0$, que permite cualquier valor positivo de λ , por lo que las explotaciones de gran escala son comparadas con las de pequeña escala y viceversa.

Puede ocurrir:

$\lambda > 1$, de esta manera se está comparando una DMU con otras que operan a una escala más reducida, lo que indica la existencia de rendimientos decrecientes.

$\lambda < 1$, se compara una DMU con otras de una escala mayor, indicando que los rendimientos a escala son crecientes.

$\lambda = 1$, la DMU opera en una escala óptima.

Por tanto, si las no se encuentran operando en la misma escala, no se puede distinguir la ineficiencia técnica en su sentido estricto de la ineficiencia causada por no operar en la escala óptima (Pardo, 2001).

Por este motivo, Banker, Charnes y Cooper (1984) sugirieron una extensión del modelo anteriormente descrito hacia situaciones con rendimientos variables a escala (modelo VRS), para situaciones en que se deban tener en cuenta las diferentes escalas de las explotaciones. De esta manera se obtendrá una nueva medida de eficiencia técnica, así como una medida de la eficiencia de escala. En el modelo VRS se incorpora una nueva restricción de convexidad ($e \lambda = 1$), donde e corresponde al vector de unos ($e = (1, \dots, 1)$). El modelo queda de la siguiente manera (orientación inputs):

$$\begin{aligned} & \text{Min } \theta \\ & -y_o + Y \lambda \geq 0 \\ & \theta x_o - X \lambda \geq 0 \\ & \lambda \geq 0 \\ & e \lambda = 1 \end{aligned}$$

La expresión de ese modelo representa la máxima reducción posible en el vector de inputs (orientación inputs) mediante la minimización de una única variable que modifica las escalas del vector de inputs.

La restricción propuesta permite descomponer a la eficiencia técnica (o eficiencia técnica global, ETG) en dos, eficiencia técnica pura (ET) y eficiencia de escala (EE). Para ello deben calcularse los dos modelos, CRS y VRS, con los mismos datos. La ineficiencia de escala se manifiesta cuando existen diferencias entre las dos mediciones de la misma explotación. La eficiencia técnica global se calcula bajo el supuesto de que la tecnología satisface las propiedades de rendimientos a escala constantes (ETG o ET_{CRS}); mientras que la eficiencia

técnica pura coincide con la medición a rendimientos variables de escala (ET o ET_{VRS}). Por tanto, se cumple que la ET_{CRS} es el producto de las dos eficiencias, que se puede representar de la siguiente manera (Coelli et al., 2005):

$$ET_{CRS} = ET_{VRS} \times EE$$

$$EE = \frac{ET_{CRS}}{ET_{VRS}}$$

El modelo descrito anteriormente corresponde a un modelo input-orientado. La expresión matemática del modelo VRS output-orientado es la siguiente:

$$\begin{aligned} & \text{Max } \phi \\ & \phi - y_o + Y \lambda \geq 0 \\ & x_o - X \lambda \geq 0 \\ & e \lambda = 1 \\ & \lambda \geq 0 \end{aligned}$$

Donde $\phi = 1/\theta$

EFICIENCIA DE ESCALA

En el caso de que existan ineficiencias de escala, interesa conocer si se debe a rendimientos de escala crecientes o decrecientes. Esto se puede determinar imponiendo la restricción de rendimientos escala no crecientes (Coelli *et al.*, 2005). Se realiza sustituyendo la restricción $e \lambda = 1$ por $e \lambda \leq 1$.

$$\begin{aligned} & \text{Min } \theta \\ & -y_o + Y \lambda \geq 0 \\ & \theta x_o - X \lambda \geq 0 \\ & \lambda \geq 0 \\ & e \lambda \leq 1 \end{aligned}$$

Si el nuevo valor observado es igual a VRS, significa que la DMU está operando en el sector de la curva de rendimientos decrecientes a escala (drs); mientras que lo contrario indica que se está operando en el sector de rendimientos crecientes a escala (irs).

TRATAMIENTO DE HOLGURAS O SLACKS

Se denomina holgura o *slack* a la distancia entre el punto eficiente proyectado radialmente a la unidad de producción eficiente de referencia. Su medida dará la ineficiencia de holgura.

Para que una DMU sea considerada eficiente, se deben cumplir dos condiciones:

- La eficiencia técnica deber ser 1.
- Las holguras deben ser iguales a 0.

La Figura 6 ilustra el problema de un modelo orientado a input, en el que las DMU C y D son eficientes y por, tanto, definen la frontera; mientras que A y B son consideradas ineficientes en relación a C y D.

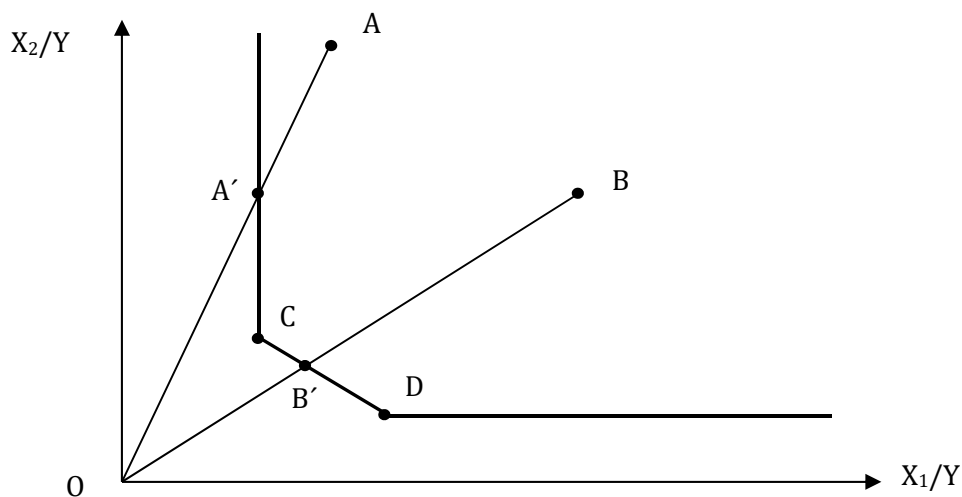


Figura 6. Estimación de las holguras o *slacks*

En términos de Farrell la eficiencia técnica de A y B se encuentra dada por OA'/OA y OB'/OB , respectivamente. Esta distancia es lo que se conoce como ineficiencia radial del input o exceso de input. Sin embargo, es cuestionable si el punto A' es un punto eficiente, ya que podría reducirse el consumo de X_2 (por la cantidad CA') y aún producir el mismo output. La distancia $A'C$ representa la holgura de la DMU A (Coelli *et al.*, 2005).

Para poder resolver esta cuestión se recurre a la programación matemática, maximizando la suma de las holguras requeridas para desplazar los puntos situados en la frontera al punto considerado eficiente (Pardo, 2001).

Los programas utilizados pueden realizar los tratamientos de las holguras de tres maneras diferentes:

- DEA en una etapa: solamente realiza la primera etapa del problema de programación lineal para la medida de la eficiencia radial, obviando las holguras.
- DEA en dos etapas: realiza las dos etapas del problema de programación lineal para la estimación de las holguras.
- DEA multietapa: donde se realiza una secuencia de programación lineal para identificar el punto eficiente proyectado de manera que a la vez se miden las holguras.

El concepto de *benchmarking*

La herramienta *benchmarking* se basa en el conocimiento de uno mismo y de la competencia. El objetivo es lograr niveles adecuados de competitividad mediante la aplicación de las mejores prácticas dentro del sector (Rouse *et al.*, 2007). Diferentes autores han definido el concepto:

- Como un proceso sistemático y continuo para evaluar los productos, servicios y procesos de trabajo de las organizaciones que se reconocen como representantes de las mejores prácticas, con el propósito de realizar mejoras organizacionales (Spendolini, 1994).
- Como el proceso de identificación, aprendizaje y adaptación de prácticas y procesos sobresalientes de cualquier organización, en cualquier parte del mundo, para ayudar a otra organización a mejorar sus procesos y mediante esto su desempeño. Es la comparación y medición contra otra organización para conocer filosofías, políticas, prácticas e indicadores que la hacen destacada (APQC, 1995; citado por Andersen, 1995).

La aplicación de estas técnicas conlleva:

- El desarrollo de ventajas competitivas.
- El estudio de las mejores prácticas de cualquier sector.
- La comparación del desempeño entre explotaciones para alcanzar una mejora en su organización y/o producción.
- Finalmente, se implementa un proceso continuo de mejora.

Las técnicas de *benchmarking* son empleadas, en un marco de aprendizaje y adaptación continua, junto al estudio de la eficiencia mediante Data Envelopment Analysis (DEA).

Tipos de *benchmarking*

Actualmente nos encontramos en un entorno enormemente competitivo, donde las empresas han de compararse con las mejores prácticas, para ganar ventaja competitiva. Esta comparación se puede realizar desde varios puntos de vista, indicando diferentes tipos de *benchmarking* (Zairi, 2012):

- Competitivo: enfocado hacia los productos generados, servicios ofertados y/o procesos de trabajos de los competidores directos del mismo sector productivo.
- Interno: es una forma de *benchmarking* de colaboración que muchas empresas grandes utilizan para identificar las mejores prácticas dentro de los departamentos u otras divisiones de la empresa. Se basa en un **aprendizaje cooperativo** interno.
- Funcional o genéricos: dirigido a organizaciones que pueden o no ser competidores directos, sin importar el sector productivo al que pertenezcan.

Etapas del proceso de *benchmarking*

La aplicación del proceso de *benchmarking* comprende las siguientes etapas generales (Figura 7):

1. Identificación de las empresas que van a ser sometidas al análisis.
2. Recopilación de la información relevante para el objetivo de la comparación.

3. Evaluación de la eficiencia para identificar aquellas empresas ineficientes y compararlas con sus pares de referencia para obtener los objetivos de producción.
4. Una vez obtenidos los objetivos se analizan cada una de las explotaciones proponiendo cambios en el proceso para mejorar la competitividad.
5. Generar un informe a las empresas con un conjunto de recomendaciones para la ejecución real del cambio.
6. Por último, recoger nuevamente información para evaluar los cambios producidos. De esta manera, se le da continuidad al proceso de mejora.

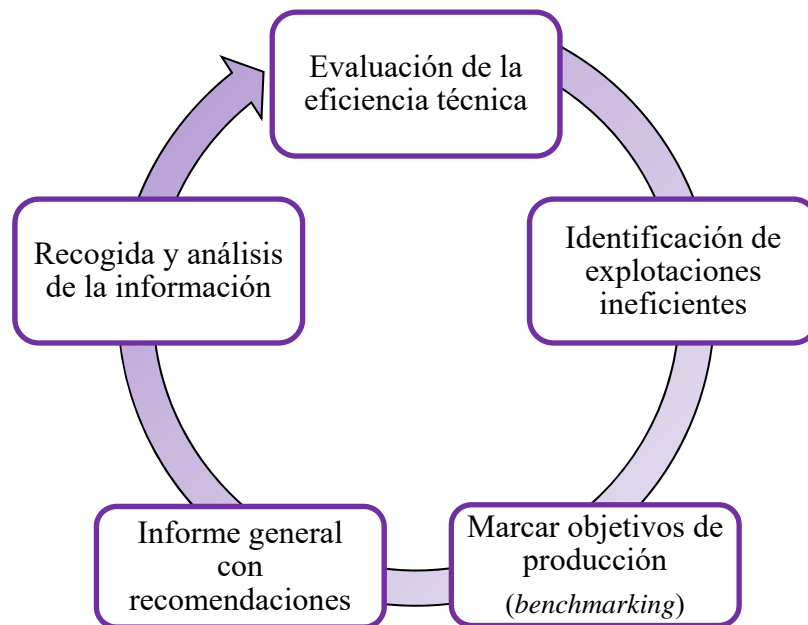


Figura 7. Etapas de *benchmarking*

APLICACIÓN EN VACUNO LECHERO PASTORIL

Como ya hemos visto, la técnica no paramétrica DEA tiene numerosas aplicaciones en ganadería y especialmente en sistemas ganaderos de carácter extensivo, donde es fundamental la preservación del medio ambiente (p. ej. minimizando el consumo de inputs) y el adecuado uso de los recursos naturales (p. ej. minimizando la producción de outputs indeseables). La aplicación de la metodología DEA nos va a permitir resolver preguntas como:

1. ¿Cuál es la eficiencia relativa de cada explotación de manera independiente considerando simultáneamente todas las variables de insumos y productos?
2. ¿Cuánto tienen que incrementar su producción y/o reducir su consumo de insumos para que las explotaciones alcancen la eficiencia?

Los resultados obtenidos y la puesta en marcha de las técnicas de *benchmarking* o *best practice*, permiten la implementación de medidas correctoras en el proceso de toma de decisiones, favoreciendo así la sustentabilidad del sistema. Para ello debemos seguir el siguiente esquema mostrado en la Figura 8.

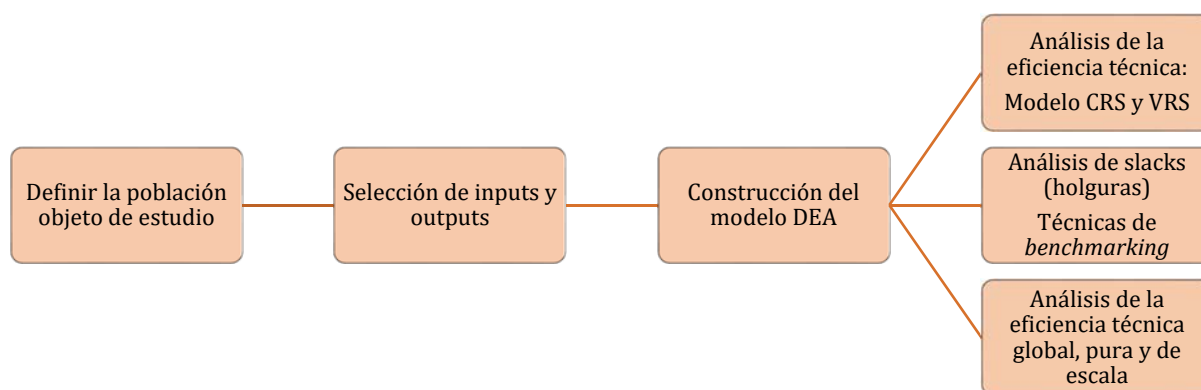


Figura 8. Esquema de la metodología DEA y el uso de *benchmarking*

Existen numerosas herramientas informáticas para el cálculo de la eficiencia técnica a través de técnicas no paramétricas. Entre todos cabe destacar el software llamado **DEAP V2.1** (*Data Envelopment Analysis (Computer) Program Versión 2.1*) desarrollado por Tim Coelli en CEPA (The Centre for Efficiency and Productivity Analysis). Este software es sencillo, robusto y permite emplear las técnicas de *best practice* o *benchmarking*.

En la web <http://www.uq.edu.au/economics/cepa/deap.php> se puede encontrar el programa que hemos empleado para el cálculo de la eficiencia técnica y las mejores prácticas en el caso de vacuno de leche pastoril.

EXPLOTACIONES DE VACUNO DE LECHE EN LA PAMPA (ARGENTINA)

Sistema de producción basado en el pastoreo con diferentes niveles de suplementación

- **Área de estudio:** cuenca lechera de la provincia de La Pampa
- **Población:** 172 explotaciones lecheras
- **Censo:** 26.408 cabezas en ordeño
- **Superficie:** 32.467 km²
- **Climatología:** inviernos benignos y veranos suaves, con lluvias estacionales concentradas en primavera.
- **Precipitación media anual:** 724 mm y **temperatura media** de 15°C



¿Cómo se puede ser más eficiente y competitivo y al mismo tiempo favorecer un **desarrollo sustentable**?

En una primera etapa debemos seleccionar a inputs y el output que queremos evaluar. Asimismo, debemos decidir la orientación que se le da al cálculo de la eficiencia técnica (orientación inputs u orientación output).

En los sistemas pastoriles los **inputs** que describen con mayor precisión el sistema productivo son: mano de obra, tamaño del rebaño, área de los pastos y el consumo de concentrado. En relación al **output**, en este caso será la producción de leche anual como

producto principal de estas ganaderías. En Argentina, no existen restricciones en la producción, como actualmente en España con la eliminación de la cuota láctea, por lo tanto, se adoptó un **modelo orientado al output**.

Una vez elegidos los inputs y el output que describen mejor al sistema lechero pampeano, debemos generar el archivo de entrada de datos que ejecutara el software (-dta.txt). Como se aprecia en la Figura 9, debemos colocar en la primera columna el output, seguida de las columnas correspondientes a cada uno de los inputs.

| Output | Inputs | | | |
|---------|--------|-------|--------|---------|
| 18409 | 2.6 | 45 | 100 | 0.01 |
| 47525 | 1.82 | 50 | 70 | 0.001 |
| 48242 | 1.82 | 45.5 | 9.5 | 0.001 |
| 52963 | 3.12 | 55 | 55 | 0.5 |
| 67300 | 4.16 | 30 | 5 | 39.46 |
| 75600 | 1.56 | 50 | 13 | 0.001 |
| 76170 | 1.21 | 33.5 | 25 | 0.001 |
| 84735 | 3.64 | 28.5 | 68 | 3.83 |
| 112167 | 1.85 | 100 | 63 | 253.5 |
| 117907 | 1.69 | 55 | 17 | 1.23 |
| 125831 | 2.6 | 50.5 | 62.5 | 155.99 |
| 129067 | 2.42 | 45 | 49 | 0.001 |
| 156210 | 0.87 | 80 | 22 | 254.8 |
| 170738 | 1.56 | 90 | 45 | 305.04 |
| 171701 | 1.82 | 90 | 50 | 121.78 |
| 172518 | 3.51 | 124.5 | 45.33 | 222.2 |
| 181859 | 3.19 | 62 | 23 | 1.77 |
| 200980 | 2.15 | 97.5 | 120 | 0.001 |
| 206157 | 1.52 | 88.5 | 24 | 2.49 |
| 207896 | 1.82 | 61.5 | 65 | 1786.44 |
| 213713 | 2.6 | 94 | 121 | 1748.76 |
| 215755 | 3.93 | 51.5 | 56 | 1152.26 |
| 219852 | 4.16 | 100 | 27.75 | 2.89 |
| 237976 | 0.91 | 50 | 57 | 3526.61 |
| 244110 | 1.77 | 110 | 55 | 1248.34 |
| 297177 | 3.12 | 130 | 22 | 867.23 |
| 300736 | 3.9 | 170 | 193 | 327.54 |
| 328195 | 3.64 | 102 | 72 | 2423.51 |
| 337035 | 4.42 | 142.5 | 125 | 9.98 |
| 350093 | 6.78 | 120 | 75 | 551.36 |
| 356295 | 4.16 | 100 | 37 | 1.46 |
| 442445 | 2.21 | 57.5 | 156 | 322.97 |
| 466699 | 4.18 | 120 | 201 | 3476.69 |
| 477921 | 5.46 | 120 | 104.33 | 6.11 |
| 500943 | 3.12 | 122.5 | 74 | 885.98 |
| 569868 | 5.63 | 170 | 58 | 1230.84 |
| 573000 | 6.63 | 130 | 95 | 3473.14 |
| 577375 | 5.55 | 154 | 121 | 58.75 |
| 579903 | 6.63 | 124 | 189 | 673.18 |
| 582247 | 4.68 | 130 | 129 | 5252.00 |
| 658734 | 5.46 | 175 | 152 | 696.01 |
| 776708 | 5.85 | 235 | 181 | 4682.61 |
| 1042188 | 4.29 | 250 | 153 | 1925.62 |
| 1068953 | 5.72 | 255 | 154.5 | 5170.6 |
| 1336835 | 12.87 | 289 | 127 | 3375.89 |
| 1403508 | 4.68 | 230 | 130 | 1882.49 |
| 1657247 | 7.8 | 293.5 | 372.83 | 5850.08 |

Archivo de datos: -dta.txt

1º columna: Output: producción láctea (l/año)

2º columna: Input 1: Mano de obra (UTA)

3º columna: Input 2. Número de vacas

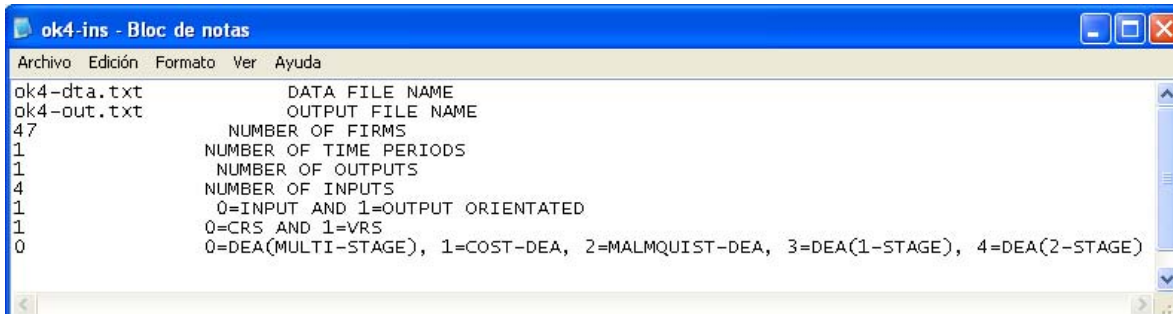
4º columna: Input 3. Superficie (ha)

5º columna: Input 4. Consumo de concentrado (g/día)

Figura 9. Entrada de inputs y output en DEAP

Posteriormente, mediante la hoja de instrucciones del software se indica el número de explotaciones, número de output e input, la orientación y, por último, tipo del modelo (CRS o VRS), tal y como se muestra en la Figura 10. Una vez generado el archivo de

instrucciones (-ins.txt) se ejecuta el programa (Figura 11). Una vez ejecutado el programa se generará un documento de salida (-out.txt) con la información precisa para la determinación de la eficiencia técnica y el tratamiento de holguras (Figura 12).

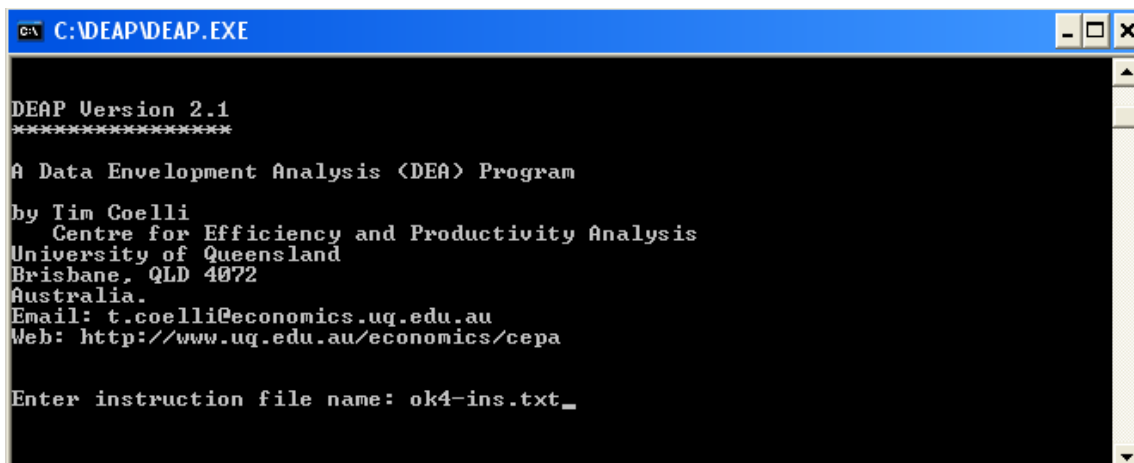


```

ok4-dta.txt          DATA FILE NAME
ok4-out.txt          OUTPUT FILE NAME
47                  NUMBER OF FIRMS
1                   NUMBER OF TIME PERIODS
1                   NUMBER OF OUTPUTS
4                   NUMBER OF INPUTS
1                   0=INPUT AND 1=OUTPUT ORIENTATED
1                   0=CRS AND 1=VRS
0                   0=DEA(MULTI-STAGE), 1=COST-DEA, 2=MALMQUIST-DEA, 3=DEA(1-STAGE), 4=DEA(2-STAGE)

```

Figura 10. Documento de instrucciones



```

C:\DEAP\DEAP.EXE

DEAP Version 2.1
*****

A Data Envelopment Analysis <DEA> Program

by Tim Coelli
  Centre for Efficiency and Productivity Analysis
University of Queensland
Brisbane, QLD 4072
Australia.
Email: t.coelli@economics.uq.edu.au
Web: http://www.uq.edu.au/economics/cepa

Enter instruction file name: ok4-ins.txt_

```

Figura 11. Instrucción o ejecutable DEAP 2.1

```

Results from DEAP Version 2.1          ok4-out
Instruction file = ok4-ins.txt
Data file       = ok4-dta.txt

Output orientated DEA

Scale assumption: VRS

Slacks calculated using multi-stage method

EFFICIENCY SUMMARY:

firm  crste  vrste  scale
1    0.142  0.143  0.997  -
2    0.392  0.399  0.982  irs
3    0.873  1.000  0.873  irs
4    0.292  0.307  0.951  irs
5    1.000  1.000  1.000  -
6    1.000  1.000  1.000  -
7    1.000  1.000  1.000  -
8    0.736  1.000  0.736  irs
9    0.315  0.322  0.978  irs
10   0.741  1.000  0.741  irs
11   0.463  0.522  0.888  irs
12   1.000  1.000  1.000  -
13   0.704  1.000  0.704  irs
14   0.507  0.566  0.896  irs
15   0.585  0.585  1.000  -
16   0.287  0.292  0.988  irs

```

Figura 12. Documento de salida.

El documento de salida que genera DEAP una vez ejecutado, nos proporciona información de gran utilidad:

1. La eficiencia global, pura y de escala, y el tipo de rendimiento de cada una de las explotaciones (Figura 12)
2. Resumen de holguras (*slacks*) para inputs u output, es decir las distancias existentes entre los puntos eficientes proyectados (de las DMU ineficientes) a la DMU eficiente de referencia.
3. Resumen de pares de referencia eficiente y pesos (*lambda weight*) de cada uno de ellos, utilizados para cada DMU ineficiente.
4. Resumen de los objetivos de producción (*input and output target*)
5. Resultado individual para cada DMU, donde se muestra los valores de eficiencia técnica, de escala, el tipo de rendimiento y las proyecciones a los puntos de referencia eficientes, así como sus pares de referencia (Figura 13)

```

FIRM BY FIRM RESULTS:

Results for firm: 1
Technical efficiency = 0.143
Scale efficiency = 0.997 (crs)
PROJECTION SUMMARY:
variable          original      radial      slack      projected
                  value         movement  movement  value
output 1         18409.000    110714.397  0.000     129123.397
input 1           2.600        0.000      -0.177     2.423
input 2           45.000        0.000      0.000     45.000
input 3          100.000        0.000     -50.946    49.054
input 4            0.010         0.000      0.000      0.010
LISTING OF PEERS:
peer  lambda weight
12   0.998
8    0.002
34   0.000

Results for firm: 2
Technical efficiency = 0.399
Scale efficiency = 0.982 (irs)
PROJECTION SUMMARY:
variable          original      radial      slack      projected
                  value         movement  movement  value
output 1         47525.000    71582.955  0.000     119107.955
input 1            1.820        0.000      0.000      1.820
input 2           50.000        0.000      0.000     50.000

```

Página 7

Figura 13. Salida programa DEAP: resultado para cada DMU

Los resultados obtenidos para el caso prácticos de vacuno de leche planteado se muestran en la Tabla 1 y 2.

Tabla 1. Eficiencia del sistema vacuno lechero pastoril

| DMU | ET _{CRS} | ET _{VRS} | EE | Rendimiento | DMU | ET _{CRS} | ET _{VRS} | EE | Rendimiento |
|-----|-------------------|-------------------|-------|-------------|-----|-------------------|-------------------|-------|-------------|
| 1 | 0,142 | 0,143 | 0,997 | - | 25 | 0,46 | 0,526 | 0,874 | irs |
| 2 | 0,392 | 0,399 | 0,982 | irs | 26 | 1 | 1 | 1 | - |
| 3 | 0,873 | 1 | 0,873 | irs | 27 | 0,447 | 0,52 | 0,86 | drs |
| 4 | 0,292 | 0,307 | 0,951 | irs | 28 | 0,518 | 0,569 | 0,912 | irs |
| 5 | 1 | 1 | 1 | - | 29 | 0,747 | 0,813 | 0,919 | drs |
| 6 | 1 | 1 | 1 | - | 30 | 0,567 | 0,572 | 0,991 | irs |
| 7 | 1 | 1 | 1 | - | 31 | 1 | 1 | 1 | - |
| 8 | 0,736 | 1 | 0,736 | irs | 32 | 1 | 1 | 1 | - |
| 9 | 0,315 | 0,322 | 0,978 | irs | 33 | 0,562 | 0,59 | 0,951 | drs |
| 10 | 0,741 | 1 | 0,741 | irs | 34 | 1 | 1 | 1 | - |
| 11 | 0,463 | 0,522 | 0,888 | irs | 35 | 0,696 | 0,731 | 0,952 | irs |
| 12 | 1 | 1 | 1 | - | 36 | 0,85 | 0,856 | 0,994 | drs |
| 13 | 0,704 | 1 | 0,704 | irs | 37 | 0,708 | 0,74 | 0,957 | irs |
| 14 | 0,507 | 0,566 | 0,896 | irs | 38 | 1 | 1 | 1 | - |
| 15 | 0,585 | 0,585 | 1 | - | 39 | 0,736 | 0,801 | 0,919 | drs |
| 16 | 0,387 | 0,392 | 0,988 | drs | 40 | 0,698 | 0,707 | 0,987 | irs |
| 17 | 0,822 | 1 | 0,822 | irs | 41 | 0,734 | 0,772 | 0,95 | drs |
| 18 | 1 | 1 | 1 | - | 42 | 0,528 | 0,546 | 0,969 | drs |
| 19 | 1 | 1 | 1 | - | 43 | 0,81 | 0,814 | 0,995 | irs |
| 20 | 0,523 | 0,654 | 0,799 | irs | 44 | 0,684 | 0,748 | 0,914 | drs |
| 21 | 0,343 | 0,357 | 0,961 | irs | 45 | 0,946 | 0,974 | 0,971 | drs |
| 22 | 0,646 | 0,815 | 0,792 | irs | 46 | 1 | 1 | 1 | - |
| 23 | 0,82 | 0,859 | 0,955 | irs | 47 | 0,852 | 1 | 0,852 | drs |
| 24 | 0,872 | 1 | 0,872 | irs | | | | | |

DMU: número de explotación ganadera; ET_{CRS}: eficiencia técnica global; ET_{VRS}: eficiencia técnica pura; EE: eficiencia de escala; drs: Rendimientos decrecientes a escala; irs: rendimientos crecientes a escala; -: rendimientos constantes a escala

A tenor de los resultados y teniendo cuenta el modelo de rendimientos variables (VRS) la eficiencia técnica pura fue 77 %, es decir, podemos producir 23 % más de leche sin

modificar el nivel de inputs empleados, es decir, sí las explotaciones operaran en la frontera de producción (Angón *et al.*, 2015). A rendimientos variables de escala son eficientes el 40,4 % de las explotaciones, mientras que bajo el modelo de rendimientos constantes (CRS) son eficientes el 25,5 %. Esta diferencia se debe a la existencia de ineficiencia de escala, donde el 23,5 % se encuentra en rendimientos decrecientes (irs) y el 46,8 % a rendimientos crecientes (drs).

Tabla 2. Resumen del nivel de eficiencia de sistema de vacuno de leche pastoril

| | ET _{CRS} (global) | ET _{VRS} (pura) | EE (escala) |
|-------------------------------|----------------------------|--------------------------|-------------|
| Media | 71,7 | 77 | 93,4 |
| % de explotaciones eficientes | 25,5 | 40,4 | 29,8 |
| Nº de explotaciones DRS | | | 11 (23,4%) |
| Nº de explotaciones IRS | | | 22 (46,8%) |

El siguiente paso realizado fue la clasificación de las explotaciones en dos grupos: no eficientes y eficientes o mejores prácticas.

El 40% de la población definió el grupo de mejores prácticas; estas son de menor dimensión, en número de hectáreas y animales y muestran mayor especialización lechera. Son de carácter familiar y el 66% de la superficie es propiedad del ganadero. La alimentación es pastoril con bajos aportes de concentrado en épocas de mayor requerimiento. La mano de obra supone el 37 % de los costes totales en tanto que la alimentación no alcanza el 6% de los mismos. Este grupo obtuvo los mejores resultados económicos.

A medida que las explotaciones aumentan su dimensión, aumenta la complejidad del sistema y se transforman en sistemas de producción múltiple con interrelaciones entre actividades. Generalmente estas explotaciones disminuyen la superficie de pastos e

incrementan el aporte de concentrados, aun así, obtienen menor productividad. Los costes de producción son más elevados y obtienen peores resultados económicos

Una de las ventajas que presenta la metodología DEA es la utilización de técnicas *benchmarking*, para asociar cada explotación con su par de referencia y posteriormente favorecer la aplicación de las mejores prácticas de manejo en aquellas explotaciones ineficientes.

Las explotaciones referentes fueron DMU 32 y DMU 46. La explotación 32 sirve de referencia a 16 explotaciones mientras que la explotación 46 lo hace para 23. La Figura 14 muestra las características de las explotaciones referentes.

| | | | | | |
|--------------------------------|--------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|
| Results for firm: 32 | | | | | |
| Technical efficiency = 1.000 | | | | | |
| Scale efficiency = 1.000 (crs) | | | | | |
| PROJECTION SUMMARY: | | | | | |
| variable | | original value | radial movement | slack movement | projected value |
| output 1 | | 442445.000 | 0.000 | 0.000 | 442445.000 |
| input 1 | | 2.210 | 0.000 | 0.000 | 2.210 |
| input 2 | | 57.500 | 0.000 | 0.000 | 57.500 |
| input 3 | | 156.000 | 0.000 | 0.000 | 156.000 |
| input 4 | | 322.970 | 0.000 | 0.000 | 322.970 |
| LISTING OF PEERS: | | | | | |
| peer | lambda | weight | | | |
| 32 | 1.000 | | | | |
| Results for firm: 46 | | | | | |
| Technical efficiency = 1.000 | | | | | |
| Scale efficiency = 1.000 (crs) | | | | | |
| PROJECTION SUMMARY: | | | | | |
| variable | | original value | radial movement | slack movement | projected value |
| output 1 | | 1403508.000 | 0.000 | 0.000 | 1403508.000 |
| input 1 | | 4.680 | 0.000 | 0.000 | 4.680 |
| input 2 | | 230.000 | 0.000 | 0.000 | 230.000 |
| input 3 | | 130.000 | 0.000 | 0.000 | 130.000 |
| input 4 | | 1882.490 | 0.000 | 0.000 | 1882.490 |
| LISTING OF PEERS: | | | | | |
| peer | lambda | weight | | | |
| 46 | 1.000 | | | | |

Figura 14. Resumen de las explotaciones referentes (DMU 32 y DMU 46)

Tomemos como ejemplo la explotación ineficiente DMU 33, (Figura 15) con un TE_{VRS} de 59 %, en comparación con sus dos pares de referencia, DMU 32 y DMU 46 que podrían considerarse como posibles estrategias de referencia.

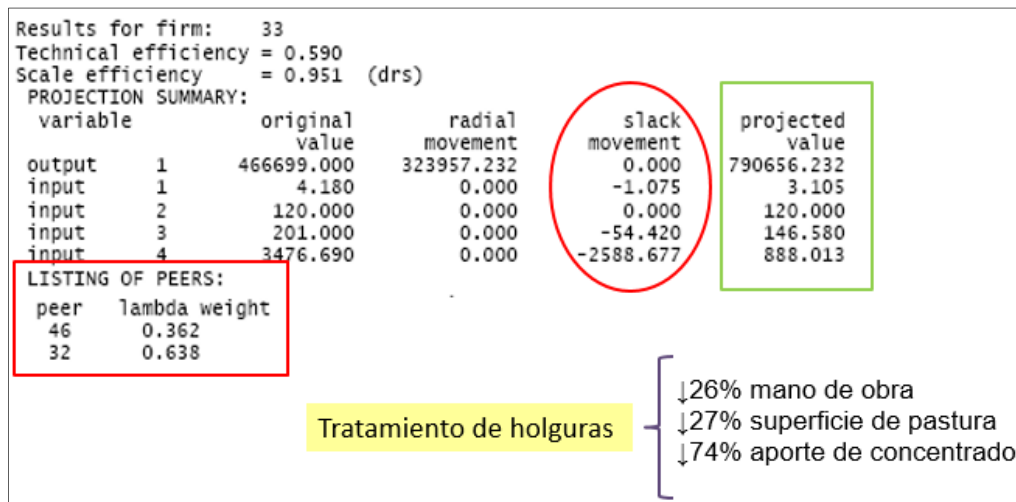


Figura 15. Evaluación de la eficiencia de DMU 33

Observando los resultados para la explotación DMU 33 se podrían llevar a cabo las siguientes estrategias para lograr la eficiencia técnica (Figura 16)

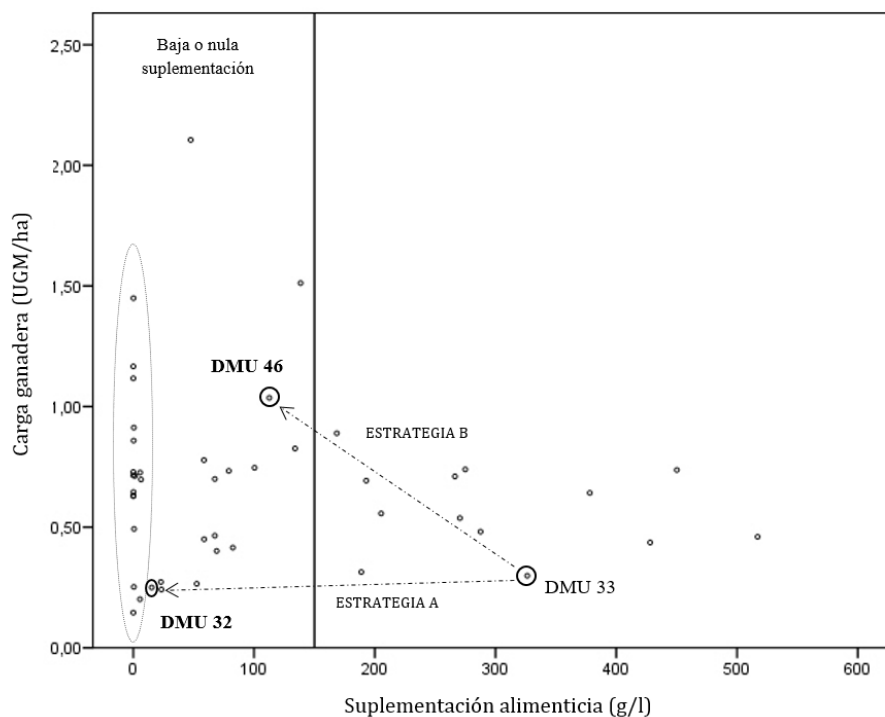


Figura 16. Posicionamiento de las explotaciones en función del uso de la tierra y el nivel de suplementación alimenticia.

- A. Por un lado, se observa la estrategia A; donde DMU 32 elimina la suplementación y disminuye el tamaño ajustando la carga a la capacidad sustentable del pasto eliminando el suministro de alimentación suplementaria (al igual que lo realizan las explotaciones de la elipse marcada en la Figura 16).
- B. Por otro lado, se identifica la estrategia B; con la DMU 46 que aumenta la carga ganadera y la producción láctea. A priori los resultados productivos pueden ser contradictorios: ¿cómo es posible producir más con menos factores? Desde la perspectiva económica se produce un cambio en la isocuanta productiva y eliminación de holguras o *slacks*.

CONCLUSIONES

Existen múltiples estrategias productivas para corregir las ineficiencias existentes donde pequeñas modificaciones en el manejo y la organización de la explotación y de sus indicadores clave se traducen en una mejora considerable del rendimiento y, por ende, de la utilización de los recursos.

La evaluación de la eficiencia técnica y en especial la utilización de la metodología DEA proporciona herramientas necesarias que permiten la evaluación de la sustentabilidad de los sistemas ganaderos y abre nuevas líneas de investigación tales como:

- Desde la perspectiva ambiental, evaluar la eficiencia **medioambiental** para cuantificar el impacto ambiental de los residuos ganaderos y la **eco-eficiencia** como herramienta para evaluar la sustentabilidad del sistema.
- Desde el punto de vista económico, sería de gran interés evaluar la **eficiencia económica**, ya sea vía costes, ingresos o beneficios.
- Por último, la metodología nos permite valorar la eficiencia de empresas (explotaciones) **multi-output**, analizando las interacciones que pudiera existir entre las diferentes actividades (agrícola y/o ganadera)

BIBLIOGRAFÍA

- Aigner, D. and Chu, F., 1968. On estimating the industry production function. *American Economic Review*, 58: 826-839.
- Álvarez, A., 2001. Concepto y medición de la eficiencia productiva. In: Álvarez, A. Ed., *La medición de la eficiencia la productividad*. Ediciones Pirámide Grupo Anaya, S.A., Madrid. pp. 17-34.
- Angón E, García A, Perea J, Acero R., Toro M. P, Pacheco, H y González, A. 2013. Eficiencia técnica y viabilidad de los sistemas de pastoreo de vacunos de leche en la Pampa Argentina. *Agrociencia*, 47: 443-456
- Angón E., 2013. Nivel de competitividad y eficiencia de la producción ganadera. Tesis doctoral. Universidad de Córdoba. 221 pp.
- Angón E., Perea J, Toro-Mújica P, Rivas J, de-Pablos C, García A. 2015. Pathways towards to improve the feasibility of dairy pastoral system in La Pampa (Argentine). *Italian Journal of Animal Science*, 14: 643-649.
- APQC, 1995; citado por Andersen, A. Report of the Knowledge Imperative Symposium, Houston. American Productivity & Quality Center.
- Arzubi, A., 2003. Análisis de eficiencia sobre explotaciones lecheras de la Argentina. Departamento de Economía Sociología y Política Agraria. Universidad de Córdoba, Córdoba. 255 p.
- Banker, R., Charnes, A. and Cooper, W., 1984. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in Data Envelopment Analysis. *Management Science*, 30: 1078-1092
- Charnes, A., Cooper, W. and Rhodes, E., 1978. Measuring the efficiency of decision market unit. *European Journal Operational Research*, 2: 429-444.

-
- Cobb, C., Douglas, P., 1928. A theory of production. *American Economic Review* 18 Supplement: 139-165.
- Coelli, T., Prasada, D., O'Donnell, C. and Battese, G., 2005. *An introduction to efficiency and productivity analysis*. Springer, Printed in the United States of America. 350 p.
- Comisión Mundial del Medio Ambiente y del Desarrollo, 1988. *Nuestro futuro común*. Alianza Editorial S.A. Madrid. 460 pp.
- D'Haese, M., Speelman, S., Alary, V., Tillard, E. and D'Haese, L., 2009. Efficiency in milk production on Reunion Island: Dealing with land scarcity. *Journal of Dairy Science*, 92: 3676-3683.
- Farrell, M. J., 1957. The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society*. 120: 253-281.
- Fousekis, P., Spathis, P. and Tsimboukas, K., 2001. Assessing the efficiency of sheep farming in mountainous areas of Greece. A non parametric approach. *Agricultural Economics Review*, 2: 5-15.
- Galanopoulos, K., Aggelopoulos, S., Kamenidou, I. and Mattas, K., 2006. Assessing the effects of managerial and production practices on the efficiency of commercial pig farming. *Agricultural Systems*, 88:125-141.
- Galanopoulos, K., Abas, Z., Laga, V., Hatziminaoglou, I. and Boyazoglu, J., 2011. The technical efficiency of transhumance sheep and goat farms and the effect of UE subsidies: Do small farms benefit more than large farms? *Small Ruminant Research*, 100: 1-7.
- Gaspar, P., Mesías, F., Escribano M. and Pulido, F., 2009. Assessing the technical efficiency of extensive livestock farming systems in Extremadura, Spain. *Livestock Science*, 121: 7-14.

-
- Gaspar, P., 2007. Evaluación técnico-económica y caracterización de sistemas ganaderos extensivos en dehesas de Extremadura. Universidad de Extremadura, Badajoz. 327 p.
- Herrero, M., Thornton P., Notenbaert, A., Wood, S., Msangi, S., Freeman, H., Bossio, D., Dixon, J., Peters, M., van de Steeg, J., Lynam, J., Parthasarathy, Rao, P., Macmillan, S., Gerard, B., McDermott, J., Seré, C., Rosegrant, M. 2010. Smart investments in sustainable food production: revisiting mixed crop-livestock systems. *Science* 327: 822-825
- Iráizoz, B., Rapún, M. and Zabaleta, I., 2003. Assessing the technical efficiency of horticultural production in Navarra, Spain. *Agricultural System*, 78: 387-403.
- Iribarren, D., Hospido, A., Moreira, M. and Feijoo, G., 2011. Benchmarking environmental and operational parameters through eco-efficiency criteria for dairy farms. *Science Total Environment*, 409: 1786-1798.
- Kopp, R.J., 1981. The measurement of productive efficiency: A reconsideration. *The quarterly journal of economics*, 96: 477-503.
- Lansink, A. and Reinhard, S., 2004. Investigating technical efficiency and potential technological change in Dutch pig farming. *Agricultural Systems*, 79: 353-367.
- Murillo-Zamorano, L., 2004. Economic efficiency and frontier techniques. *Journal of Economic Surveys*, 18, 33-77.
- Pardo, L., 2001. Medidas de eficiencia en la producción de leche: caso de la provincia de Córdoba. Universidad de Córdoba, Córdoba. 320 p.
- Rouse, P., Chen L. and Harrison, J. A., 2007. Benchmarking the performance of dairy farms using Data Envelopment analysis. The University of Auckland, New Zeland. <http://www.pma.otago.ac.nz/pma-cd/papers/1052.pdf>

- Sharma, R., Leunga, P. and Zaleskib, H., 1999. Technical, allocative and economic efficiencies in swine production in Hawaii: a comparison of parametric and nonparametric approaches. *Agricultural Economics*, 20: 23-35.
- Spendolini, M. J. Benchmarking. Bogotá: Norma S.A., 1994. p. 11
- Stokes, J., Tozer, P. and Hyde, J., 2007. Identifying efficient dairy producers using data envelopment analysis. *Journal of Dairy Science*. 90: 2555-2562.
- Tauer, L. W., 2001. Efficiency and competitiveness of the small New York Dairy Farm. *Journal of Dairy Science*, 84: 2573-2576.
- Theodoridis, A., Ragkos, A., Roustemis, D., Galanopoulos, K., Abas, Z. and Sinapis, E., 2012. Assessing technical efficiency of Chios sheep farms with data envelopment analysis. *Small Ruminant Research*, 107: 85-91.
- Timmer, C., 1971. Using a probabilistic frontier production function to measure technical efficiency. *The Journal of Political Economy*, 79: 776-794.
- Toro-Mujica, P., García, A., Gómez-Castro, G., Acero, R., Perea, J., Ródriguez-Estevez, V. 2011. Sustainability of agroecosystems. *Aalarychivos de Zootecnia* 60: 15-39.
- Urdaneta, F., Peña, M. González, B., Casanova, A., Cañas, J. y Dios-Palomares, R., 2010. Eficiencia técnica en fincas ganaderas de doble propósito en la cuenca del Lago de Maracaibo, Venezuela. *Revista científica*, 6: 649-658.
- Zairi, M. 2012. Benchmarking for best practice: continuous learning through sustainable innovation. Ed. BH.

Recursos Rurais

Revista do Instituto de Biodiversidade Agraria e Desenvolvemento Rural (IBADER)

Proceso de selección e avaliación de orixinais

Recursos Rurais publica artigos, revisións, notas de investigación e reseñas bibliográficas. Os artigos, revisións e notas deben ser orixinais, sendo avaliados previamente polo Comité Editorial e o Comité Científico Asesor. Os traballos presentados a Recursos Rurais serán sometidos á avaliación confidencial de dous expertos alleos ao equipo editorial, seguindo criterios internacionais. Caso dos avaliadores propoñeren modificacións na redacción do orixinal, será de responsabilidade do equipo editorial -unha vez informado o autor- o seguimento do proceso de reelaboración do traballo. Caso de non ser aceptado para a súa edición, o orixinal será devolto ao seu autor, xunto cos ditames emitidos polos avaliadores. En calquera caso, os orixinais que non se suxeiten ás seguintes normas técnicas serán devoltos aos seus autores para a súa corrección, antes do seu envío aos avaliadores.

Normas para a presentación de orixinais

Procedemento editorial

A Revista Recursos Rurais aceptará para a súa revisión artigos, revisións e notas vinculados á investigación e desenvolvemento tecnolóxico no ámbito da conservación e xestión da biodiversidade e do medio ambiente, dos sistemas de produción agrícola, gandeira, forestal e referidos á planificación do territorio, tendentes a propiciar o desenvolvemento sostible dos recursos naturais do espazo rural. Os artigos que non se axusten ás normas da revista, serán devoltos aos seus autores.

Preparación do manuscrito

Comentarios xerais

Os manuscritos non deben exceder de 20 páxinas impresas en tamaño A4, incluíndo figuras, táboas, ilustracións e a lista de referencias. Todas as páxinas deberán ir numeradas, aínda que no texto non se incluírán referencias ao número de páxina. Os artigos poden presentarse nos seguintes idiomas: galego, castelán, portugués, francés ou inglés. Os orixinais deben prepararse nun procesador compatible con Microsoft Word®, a dobre espazo nunha cara e con 2,5 cm de marxe. Empregarase a fonte tipográfica "arial" a tamaño 11 e non se incluírán tabulacións nin sangrías, tanto no texto como na lista de referencias bibliográficas. Os parágrafos non deben ir separados por espazos. Non se admitiran notas ao pé.

Os nomes de xéneros e especies deben escribirse en cursiva e non abreviados a primeira vez que se mencionen. Posteriormente o epíteto xenérico poderá abreviarse a unha soa letra. Debe utilizarse o Sistema Internacional (SI) de unidades. Para o uso correcto dos símbolos e observacións máis comúns pode consultarse a última edición do CBE (Council of Biology Editors) Style manual.

Páxina de Título

A páxina de título incluír un título conciso e informativo (na lingua orixinal e en inglés), o nome(s) do autor(es), a afiliación(s) e a dirección(s) do autor(es), así como a dirección de correo electrónico, número de teléfono e de fax do autor co que se manterá a comunicación.

Resumo

Cada artigo debe estar precedido por un resumo que presente os principais resultados e as conclusións máis importantes, cunha extensión máxima de 200 palabras. Ademais do idioma orixinal no que se escriba o artigo, presentárase tamén un resumo en inglés.

Palabras clave

Deben incluírse ata 5 palabras clave situadas despois de cada resumo distintas das incluídas no título.

Organización do texto

A estrutura do artigo debe axustarse na medida do posible á seguinte distribución de apartados: Introducción, Material e métodos, Resultados e discusión, Agradecementos e Bibliografía. Os apartados irán resaltados en negraíña e tamaño de letra 12. Se se necesita a inclusión de subapartados estes non estarán numerados e tipografíaranse en tamaño de letra 11.

Introdución

A introdución debe indicar o propósito da investigación e prover unha revisión curta da literatura pertinente.

Material e métodos

Este apartado debe ser breve, pero proporcionar suficiente

información como para poder reproducir o traballo experimental ou entender a metodoloxía empregada no traballo.

Resultados e Discusión

Neste apartado expóranse os resultados obtidos. Os datos deben presentarse tan claros e concisos como sexa posible, se é apropiado na forma de táboas ou de figuras, aínda que as táboas moi grandes deben evitarse. Os datos non deben repetirse en táboas e figuras. A discusión debe consistir na interpretación dos resultados e da súa significación en relación ao traballo doutros autores. Pode incluírse unha conclusión curta, no caso de que os resultados e a discusión o propicien.

Agradecementos

Deben ser tan breves como sexa posible. Calquera concesión que requira o agradecemento debe ser mencionada. Os nomes de organizacións financiadoras deben escribirse de forma completa.

Bibliografía

A lista de referencias debe incluír unicamente os traballos que se citan no texto e que se publicaron ou que foron aceptados para a súa publicación. As comunicacións persoais deben mencionarse soamente no texto. No texto, as referencias deben citarse polo autor e o ano e enumerar en orde alfabética na lista de referencias bibliográficas.

Exemplos de citación no texto:

Descricións similares danse noutros traballos (Fernández 2005a, b; Rodrigo et al. 1992).

Andrade (1949) indica como....

Segundo Mario & Tinetti (1989) os factores principais están....

Moore et al. (1991) suxiren iso....

Exemplos de lista de referencias bibliográficas:

Artigo de revista:

Mahaney, W.M.M., Wardrop, D.H. & Brooks, P. (2005). Impacts of sedimentation and nitrogen enrichment on wetland plant community development. *Plant Ecology*. 175, 2: 227-243.

Capítulo nun libro:

Campbell, J.G. (1981). The use of Landsat MSS data for ecological mapping. En: Campbell J.G. (Ed.) *Matching Remote Sensing Technologies and Their Applications*. Remote Sensing Society, London.

Lowel, E.M. & Nelson, J. (2003). Structure and morphology of Grasses. En: R.F. Barnes et al. (Eds.). *Forages. An introduction to grassland agriculture*. Iowa State University Press. Vol. 1. 25-50

Libro completo:

Jensen, W (1996). *Remote Sensing of the Environment: An Earth Resource Perspective*. Prentice-Hall, Inc. Saddle River, New Jersey.

Unha serie estándar:

Tutin, T.G. et al. (1964-80). *Flora Europaea*, Vol. 1 (1964); Vol. 2 (1968); Vol. 3 (1972); Vol. 4 (1976); Vol. 5 (1980). Cambridge University Press, Cambridge.

Obra institucional:

MAPYA (2000). *Anuario de estadística agraria*. Servicio de Publicaciones del MAPYA (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación), Madrid, España.

Documentos legais:

BOE (2004). Real Decreto 1310/2004, de 15 de enero, que modifica la Ley de aprovechamiento de residuos ganaderos. BOE (Boletín Oficial del Estado), nº 8, 15/1/04. Madrid, España.

Publicacións electrónicas:

Collins, D.C. (2005). *Scientific style and format*. Disponível en: <http://www.councilscience.org/publications.cfm> [5 xaneiro, 2005]

Os artigos que fosen aceptados para a súa publicación incluíranse na lista de referencias bibliográficas co nome da revista e o epíteto "en prensa" en lugar do ano de publicación.

Ilustracións e táboas

Todas as figuras (fotografías, gráficos ou diagramas) e as táboas deben citarse no texto, e cada unha deberá ir numerada consecutivamente. As figuras e táboas deben incluírse ao final do artigo, cada unha nunha folla separada na que se indicará o número de táboa ou figura, para a súa identificación. Para o envío de figuras en forma electrónica vexa máis adiante. Debuxos lineais. Por favor envíe impresións de boa calidade. As inscricións deben ser claramente lexíbeis. O mínimo grosor de liña será de 0,2 mm en relación co tamaño final. No caso de Ilustracións en tons medios (escala de grises): Envíe por favor as impresións ben contrastadas. A ampliación débese indicar por barras de escala. Acéptanse figuras en cores.

Tamaño das figuras

As figuras deben axustarse á anchura da columna (8.5 centímetros) ou ter 17.5 centímetros de ancho. A lonxitude

máxima é 23 centímetros. Deseñe as súas ilustracións pensando no tamaño final, procurando non deixar grandes espazos en branco. Todas as táboas e figuras deberán ir acompañadas dunha lenda. As lendas deben consistir en explicacións breves, suficientes para a comprensión das ilustracións por si mesmas. Nas mesmas incluírase unha explicación de cada unha das abreviaturas incluídas na figura ou táboa. As lendas débense incluír ao final do texto, tras as referencias bibliográficas e deben estar identificadas (ex: Táboa 1 Características...). Os mapas incluírán sempre o Norte, a latitude e a lonxitude.

Preparación do manuscrito para o seu envío

Texto

Grave o seu arquivo de texto nun formato compatible con Microsoft Word.

Táboas e Figuras

Cada táboa e figura gardarase nun arquivo distinto co número da táboa e/ou figura. Os formatos preferidos para os gráficos son: Para os vectores, formato EPS, exportados desde o programa de debuxo empregado (en todo caso, incluírán unha cabeceira da figura en formato TIFF) e para as ilustracións en tons de grises ou fotografías, formato TIFF, sen comprimir cunha resolución mínima de 300 ppp. En caso de enviar os gráficos nos seus arquivos orixinais (Excel, Corel Draw, Adobe Illustrator, etc.) estes acompañaríanse das fontes utilizadas. O nome do arquivo da figura (un arquivo diferente por cada figura) incluír á o número da ilustración. En ningún caso se incluír á no arquivo da táboa ou figura a lenda, que debe figurar correctamente identificada ao final do texto. O material gráfico escaneado deberá aterse aos seguintes parámetros: Debuxos de liñas: o escaneado realizarase en liña ou mapa de bits (nunca escala de grises) cunha resolución mínima de 800 ppp e recomendada de entre 1200 e 1600 ppp. Figuras de medios tons e fotografías: escanearanse en escala de grises cunha resolución mínima de 300 ppp e recomendada entre 600 e 1200 ppp.

Recepción do manuscrito

Os autores enviarán un orixinal e dúas copias do artigo completo ao comité editorial, xunto cunha copia dixital, acompañados dunha carta de presentación na que ademais dos datos do autor, figuren a súa dirección de correo electrónico e o seu número de fax, á seguinte dirección:

IBADER

Comité Editorial da revista Recursos Rurais
Universidade de Santiago
Campus Universitario s/n
E-27002 LUGO - Spain

Enviar o texto e cada unha das ilustracións en arquivos diferentes, nalgún dos seguintes soportes: CD-ROM ou DVD para Windows, que irán convenientemente rotulados indicando o seu contido. Os nomes dos arquivos non superarán os 8 caracteres e non incluírán acentos ou caracteres especiais. O arquivo de texto denominarase polo nome do autor.

Ou ben enviar unha copia dixital dos arquivos convintemente preparados á dirección de e-mail:
ibader@usc.es

Cos arquivos inclúa sempre información sobre o sistema operativo, o procesador de texto, así como sobre os programas de debuxo empregados nas figuras.

Copyright: Unha vez aceptado o artigo para a publicación na revista, o autor(es) debe asinar o copyright correspondente.

Decembro 2015

Recursos Rurais

Revista do Instituto de Biodiversidade Agraria e Desenvolvimento Rural (IBADER)

Proceso de selección y evaluación de originales

Recursos Rurais publica artículos, revisiones, notas de investigación y reseñas bibliográficas. Los artículos, revisiones y notas deben ser originales, siendo evaluados previamente por el Comité Editorial y el Comité Científico Asesor. Los trabajos presentados a Recursos Rurais serán sometidos a la evaluación confidencial de dos expertos ajenos al equipo editorial, siguiendo criterios internacionales. En el caso de que los evaluadores propongan modificaciones en la redacción del original, será responsabilidad del equipo editorial -una vez informado el autor- el seguimiento del proceso de reelaboración del trabajo. Caso de no ser aceptado para su edición, el original será devuelto a su autor, junto con los dictámenes emitidos por los evaluadores.

En cualquier caso, los originales que no se ajusten a las siguientes normas técnicas serán devueltos a sus autores para su corrección, antes de su envío a los evaluadores.

Normas para la presentación de originales

procedimiento editorial

La Revista Recursos Rurais aceptará para a su revisión artículos, revisiones y notas vinculados a la investigación y desenvolvimiento tecnológico en el ámbito de la conservación y gestión de la biodiversidad y del medio ambiente, de los sistemas de producción agrícola, ganadera, forestal y referidos a la planificación del territorio, tendientes a propiciar el desarrollo sostenible de los recursos naturales del espacio rural y de las áreas protegidas. Los artículos que no se ajusten a las normas de la revista, serán devueltos a sus autores.

Preparación del manuscrito

Comentarios generales

Los manuscritos no deben exceder de 20 páginas impresas en tamaño A4, incluyendo figuras, tablas, ilustraciones y la lista de referencias. Todas las páginas deberán ir numeradas, aunque en el texto no se incluirán referencias al número de página. Los artículos pueden presentarse en los siguientes idiomas: galego, castellano, portugués, francés o inglés. Los originales deben prepararse en un procesador compatible con Microsoft Word®, a doble espacio en una cara y con 2,5 cm de margen. Se empleará la fuente tipográfica "arial" a tamaño 11 y no se incluirán tabulaciones ni sangrías, tanto en el texto como en la lista de referencias bibliográficas. Los párrafos no deben ir separados por espacios. No se admitirán notas al pie.

Los nombres de géneros y especies deben escribirse en cursiva y no abreviados la primera vez que se mencionen. Posteriormente el epíteto genérico podrá abreviarse a una sola letra. Debe utilizarse el Sistema Internacional (SI) de unidades. Para el uso correcto de los símbolos y observaciones más comunes puede consultarse la última edición de CBE (Council of Biology Editors) Style manual.

Página de Título

La página de título incluirá un título conciso e informativo (en la lengua original y en inglés), el nombre(s) de los autor(es), la afiliación(s) y la dirección(s) de los autor(es), así como la dirección de correo electrónico, número de teléfono y de fax del autor con que se mantendrá la comunicación.

Resumen

Cada artículo debe estar precedido por un resumen que presente los principales resultados y las conclusiones más importantes, con una extensión máxima de 200 palabras. Además del idioma original en el que se escriba el artículo, se presentará también un resumen en inglés.

Palabras clave

Deben incluirse hasta 5 palabras clave situadas después de cada resumen, distintas de las incluidas en el título.

Organización del texto

La estructura del artículo debe ajustarse a la medida de lo posible a la siguiente distribución de apartados: Introducción, Material y métodos, Resultados y discusión, Agradecimientos y Bibliografía. Los apartados irán resaltados en negrita y tamaño de letra 12. Si se necesita la inclusión de subapartados estos no estarán numerados y se tipografiarán en tamaño de letra 11.

Introducción

La introducción debe indicar el propósito de la investigación y

proveer una revisión corta de la literatura pertinente.

Material y métodos

Este apartado debe ser breve, pero proporcionar suficiente información como para poder reproducir el trabajo experimental o entender la metodología empleada en el trabajo.

Resultados y Discusión

En este apartado se expondrán los resultados obtenidos. Los datos deben presentarse tan claros y concisos como sea posible, si es apropiado en forma de tablas o de figuras, aunque las tablas muy grandes deben evitarse. Los datos no deben repetirse en tablas y figuras. La discusión debe consistir en la interpretación de los resultados y de su significación en relación al trabajo de otros autores. Puede incluirse una conclusión corta, en el caso de que los resultados y la discusión lo propicien.

Agradecimientos

Deben ser tan breves como sea posible. Cualquier concesión que requiera el agradecimiento debe ser mencionada. Los nombres de organizaciones financiadoras deben escribirse de forma completa.

Bibliografía

La lista de referencias debe incluir únicamente los trabajos que se citan en el texto y que estén publicados o que hayan sido aceptados para su publicación. Las comunicaciones personales deben mencionarse solamente en el texto. En el texto, las referencias deben citarse por el autor y el año y enumerar en orden alfabético en la lista de referencias bibliográficas.

ejemplos de citación en el texto:

Descripciones similares se dan en otros trabajos (Fernández 2005a, b; Rodrigo et al. 1992).

Andrade (1949) indica como....

según Mario & Tinetti (1989) los factores principales están....

Moore et al. (1991) sugieren eso....

Ejemplos de lista de referencias bibliográficas:

Artículo de revista:

Mahaney, W.M.M., Wardrop, D.H. & Brooks, P. (2005). Impacts of sedimentation and nitrogen enrichment on wetland plant community development. *Plant Ecology*, 175, 2: 227-243.

Capítulo en un libro:

Campbell, J.G. (1981). The use of Landsat MSS data for ecological mapping. En: R.F. Barnes et al. (Eds.) *Matching Remote Sensing Technologies and Their Applications*. Remote Sensing Society, London.

Lowell, E.M. & Nelson, J. (2003). Structure and morphology of Grasses. En: R.F. Barnes et al. (Eds.). *Forrages. An introduction to grassland agriculture*. Iowa State University Press. Vol. 1. 25-50

Libro completo:

Jensen, W (1996). *Remote Sensing of the Environment: An Earth Resource Perspective*. Prentice-Hall, Inc. Saddle River, New Jersey.

Una serie estándar:

Tutin, T.G. et al. (1964-80). *Flora Europaea*, Vol. 1 (1964); Vol. 2 (1968); Vol. 3 (1972); Vol. 4 (1976); Vol. 5 (1980). Cambridge University Press, Cambridge.

Obra institucional:

MAPYA (2000). Anuario de estadística agraria. Servicio de Publicaciones del MAPYA (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación), Madrid, España.

Documentos legales:

BOE (2004). Real Decreto 1310/2004, de 15 de enero, que modifica la Ley de aprovechamiento de residuos ganaderos. BOE (Boletín Oficial del Estado), nº 8, 15/11/04. Madrid, España.

Publicaciones electrónicas:

Collins, D.C. (2005). Scientific style and format. Disponible en: <http://www.councilscience.org/publications.cfm> [5 xaneiro, 2005]

Los artículos que fuesen aceptados para su publicación se incluirán en la lista de referencias bibliográficas con el nombre de la revista y el epíteto "en prensa" en lugar del año de publicación.

Ilustraciones y tablas

Todas las figuras (fotografías, gráficos o diagramas) y las tablas deben citarse en el texto, y cada una deberá ir numerada consecutivamente. Las figuras y tablas deben incluirse al final del artículo, cada una en una hoja separada en la que se indicará el número de tabla o figura, para su identificación. Para el envío de figuras en forma electrónica vea más adelante. Dibujos lineales. Por favor envíe impresiones de buena calidad. Las inscripciones deben ser claramente legibles. El mínimo grosor de línea será de 0,2 mm en relación con el tamaño final. En el caso de ilustraciones en tonos medios (escala de grises): Envíe por favor las impresiones bien contrastadas. La ampliación se debe indicar mediante barras de escala. Se aceptan figuras en color.

Tamaño de las figuras

Las figuras deben ajustarse a la anchura de la columna (8.5 centímetros) o tener 17.5 centímetros de ancho. La longitud máxima es de 23 centímetros. Diseñe sus ilustraciones pensando en el tamaño final, procurando no dejar grandes espacios en blanco. Todas las tablas y figuras deberán ir acompañadas de una leyenda. Las leyendas deben consistir en explicaciones breves, suficientes para la comprensión de las ilustraciones por sí mismas. En las mismas se incluirá una explicación de cada una de las abreviaturas incluidas en la figura o tabla. Las leyendas se deben incluir al final del texto, tras las referencias bibliográficas y deben estar identificadas (ej: Tabla 1 Características...). Los mapas incluirán siempre el Norte, la latitud y la longitud.

Preparación del manuscrito para su envío

Texto

Grave su archivo de texto en un formato compatible con Microsoft Word.

Tablas y Figuras

Cada tabla y figura se guardará en un archivo distinto con número de tabla y/o figura. Los formatos preferidos para los gráficos son: Para los vectores, formato EPS, exportados desde el programa de dibujo empleado (en todo caso, incluirán una cabecera de la figura en formato TIFF) y para las ilustraciones en tonos de grises o fotografías, formato TIFF, sin comprimir con una resolución mínima de 300 ppp. En caso de enviar los gráficos en sus archivos originales (Excel, Corel Draw, Adobe Illustrator, etc.) estos se acompañarán de las fuentes utilizadas. El nombre de archivo de la figura (un archivo diferente por cada figura) incluirá el número de la ilustración. En ningún caso se incluirá en el archivo de la tabla o figura la leyenda, que debe figurar correctamente identificada al final del texto. El material gráfico escaneado deberá atenerse a los siguientes parámetros: Dibujos de líneas: el escaneado se realizará en línea o mapa de bits (nunca escala de grises) con una resolución mínima de 800 ppp y recomendada de entre 1200 y 1600 ppp. Figuras de medios tonos y fotografías: se escanearán en escala de grises con una resolución mínima de 300 ppp y recomendada entre 600 y 1200 ppp.

Recepción del manuscrito

Los autores enviarán un original y dos copias del artículo completo al comité editorial junto con una copia digital, acompañados de una carta de presentación en la que además de los datos del autor, figuren su dirección de correo electrónico y su número de fax, a la siguiente dirección:

IBADER

Comité Editorial da revista Recursos Rurais

Universidade de Santiago.

Campus Universitario s/n

E-27002 LUGO - Spain

Enviar el texto y cada una de las ilustraciones en archivos diferentes, en alguno de los siguientes soportes: CD-ROM o DVD para Windows, que irán convenientemente rotulados indicando su contenido. Los nombres de los archivos no superarán los 8 caracteres y no incluirán acentos o caracteres especiales. El archivo de texto se denominará por el nombre del autor.

O bien enviar una copia digital de los archivos convenientemente preparados a la dirección de e-mail: ibader@usc.es

Con los archivos incluya siempre información sobre el sistema operativo, el procesador de texto, así como sobre los programas de dibujo empleados en las figuras.

Copyright: Una vez aceptado el artículo para su publicación en la revista, el autor(es) debe firmar el copyright correspondiente.

Diciembre 2015

Recursos Rurais

Revista do Instituto de Biodiversidade Agrária e Desenvolvimento Rural (IBADER)

Selection process and manuscript evaluation

The articles, reviews and notes must be original, and will be previously evaluated by the Editorial Board and the Scientific Advisory Committee. Manuscripts submitted to **Recursos Rurais** will be subject to confidential review by two experts in the field, in line with international standard practice. In cases in which the reviewers suggest modifications to the submitted text, it will be the responsibility of the Editorial Team to inform the authors of the suggested modifications and to oversee the revision process. In cases in which the submitted manuscript is not accepted for publication, it will be returned to the authors together with the reviewers' comments. Please note that any manuscript that does not adhere strictly to the instructions detailed in what follows will be returned to the authors for correction before being sent out for review.

Instructions to authors

Editorial procedure

Recursos Rurais will consider for publication original research articles, notes and reviews relating to research and technological developments in the area of sustainable development of natural resources in the rural and conservation areas contexts, in the fields of conservation, biodiversity and environmental management, management of agricultural, livestock and forestry production systems, and land-use planning.

Manuscript preparation

General remarks

Articles may be submitted in Galician, Spanish, Portuguese, French or English.

Manuscripts should be typed on A4 paper, and should not exceed 15 pages including tables, figures and the references list. All pages should be numbered (though references to page numbers should not be included in the text). The manuscript should be written with Microsoft Word or a Word-compatible program, on one side of each sheet, with double line-spacing, 2.5 cm margins on the left and right sides, Arial font or similar, and font size 11. Neither tabs nor indents should be used, in either the text or the references list. Paragraphs should not be separated by blank lines.

Species and genus names should be written in italics. Genus names may be abbreviated (e.g. *Q. robur* for *Quercus robur*), but must be written in full at first mention. SI (Système International) units should be used. Technical nomenclatures and style should follow the most recent edition of the CBE (Council of Biology Editors) Style Manual.

Title page

The title page should include a concise and informative title (in the language of the text and in English), the name(s) of the author(s), the institutional affiliation and address of each author, and the e-mail address, telephone number, fax number, and postal address of the author for correspondence.

Abstract

Each article should be preceded by an abstract of no more than 200 words, summarizing the most important results and conclusions. In the case of articles not written in English, the authors should supply two abstracts, one in the language of the text, the other in English.

Key words

Five key words, not included in the title, should be listed after the Abstract.

Article structure

This should where possible be as follows: Introduction, Material and Methods, Results and Discussion, Acknowledgements, References. Section headings should be written in bold with font size 12. If subsection headings are required, these should be written in italics with font size 11, and should not be numbered.

Introduction

This section should briefly review the relevant literature and clearly state the aims of the study.

Material and Methods

This section should be brief, but should provide sufficient information to allow replication of the study's procedures.

Results and Discussion

This section should present the results obtained as clearly and concisely as possible, where appropriate in the form of tables and/or figures. Very large tables should be avoided. Data in tables

should not repeat data in figures and vice versa. The discussion should consist of interpretation of the results and of their significance in relation to previous studies. A short conclusion subsection may be included if the authors consider this helpful.

Acknowledgements

These should be as brief as possible. Grants and other funding should be recognized. The names of funding organizations should be written in full.

References

The references list should include only articles that are cited in the text, and which have been published or accepted for publication. Personal communications should be mentioned only in the text. The citation in the text should include both author and year. In the references list, articles should be ordered alphabetically by first author's name, then by date.

Examples of citation in the text:

Similar results have been obtained previously (Fernández 2005a, b; Rodrigo et al. 1992).
Andrade (1949) reported that...
According to Mario & Tinetti (1989), the principal factors are...
Moore et al. (1991) suggest that...

Examples of listings in References:

Journal article:

Mahaney, W.M.M., Wardrop, D.H. & Brooks, P. (2005). Impacts of sedimentation and nitrogen enrichment on wetland plant community development. *Plant Ecology*. 175, 2: 227-243.

Book chapter:

Campbell, J.G. (1981). The use of Landsat MS ata for ecological mapping. In: Campbell J.G. (Ed.) *Matching Remote Sensing Technologies and Their Applications*. Remote Sensing Society, London.

Lowell, E.M. & Nelson, J. (2003). Structure and Morphology of Grasses. In: R.F. Barnes e al. (Eds.). *Forages: An Introduction to Grassland Agriculture*. Iowa State University Press. Vol. 1. 25-50.

Complete book:

Jensen, W. (1996). *Remote Sensing of the Environment: An Earth Resource Perspective*. Prentice-Hall, Inc., Saddle River, New Jersey.

Standard series:

Tutin, T.G. et al. (1964-80). *Flora Europaea*, Vol. 1 (1964); Vol. 2 (1968); Vol. 3 (1972); Vol. 4 (1976); Vol. 5 (1980). Cambridge University Press, Cambridge, UK

Institutional publications:

MAPYA (2000). *Anuario de estadística agraria*. Servicio de Publicaciones del MAPYA (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación), Madrid, Spain.

Legislative documents:

BOE (2004). Real Decreto 1310/2004, de 15 de enero, que modifica la Ley de aprovechamiento de residuos ganaderos. BOE (Boletín Oficial del Estado), no. 8, 15/104, Madrid, Spain.

Electronic publications:

Collins, D.C. (2005). *Scientific style and format*. Available at: <http://www.councilscience.org/publications.cfm> [5 January 2005]
Articles not published but accepted for publication:
Such articles should be listed in References with the name of the journal and other details, but with "in press" in place of the year of publication.

Figures and tables

Numbering:

All figures (data plots and graphs, photographs, diagrams, etc.) and all tables should be cited in the text, and should be numbered consecutively.

Figure quality. Please send high-quality copies. Line thickness in the publication-size figure should be no less than 0.2 mm. In the case of greyscale figures, please ensure that the different tones are clearly distinguishable. Labels and other text should be clearly legible. Scale should be indicated by scale bars. Maps should always include indication of North, and of latitude and longitude. Colour figures can be published.

Figure size

Figures should be no more than 17.5 cm in width, or no more than 8.5 cm in width if intended to fit in a single column. Length should be no more than 23 cm. When designing figures, please take into account the eventual publication size, and avoid excessively white space.

Figure and table legends

All figures and tables require a legend. The legend should be a brief statement of the content of the figure or table, sufficient for comprehension without consultation of the text. All abbreviations used in the figure or table should be defined in the legend. In the submitted manuscript, the legends should be placed at the end of the text, after the references list.

Preparing the manuscript for submission

Text

The text should be submitted as a text file in Microsoft Word or a Word-compatible format.

Tables and figures

Each table and each figure should be submitted as a separate file, with the file name including the name of the table or figure (e.g. Table-1.DOC). The preferred format for data plots and graphs is EPS for vector graphics (though all EPS files must include a TIFF preview), and TIFF for greyscale figures and photographs (minimum resolution 300 dpi). If graphics files are submitted in the format of the original program (Excel, CorelDRAW, Adobe Illustrator, etc.), please ensure that you also include all fonts used. The figure or table legend should not be included in the file containing the figure or table itself; rather, the legends should be included (and clearly numbered) in the text file, as noted above. Scanned line drawings should meet the following requirements: line or bit-map scan (not greyscale scan), minimum resolution 800 dpi, recommended resolution 1200 - 1600 dpi. Scanned halftone drawings and photographs should meet the following requirements: greyscale scan, minimum resolution 300 dpi, recommended resolution 600 - 1200 dpi.

Manuscript submission

Please submit a) the original and two copies of the manuscript, b) copies of the corresponding files on CD-ROM or DVD for Windows, and c) a cover letter with author details (including e-mail address and fax number), to the following address:

IBADER,
Comité Editorial de la revista Recursos Rurais,
Universidad de Santiago,
Campus Universitario s/n,
E-27002 Lugo,
Spain.

Or send a digital copy of the files properly prepared to the e-mail address:
ibader@usc.es

As noted above, the text and each figure and table should be submitted as separate files, with names indicating content, and in the case of the text file corresponding to the first author's name (e.g. Alvarez.DOC, Table-1.DOC, Fig-1.EPS). File names should not exceed 8 characters, and must not include accents or special characters. In all cases the program used to create the file must be clearly identifiable.

Copyright

Once the article is accepted for publication in the journal, the authors will be required to sign a copyright transfer statement.

December 2015

