



Impacto de los Sistemas de Producción Agropecuarios en el Desarrollo Local Sostenible de Nicaragua, 1998-2005: Índice de Malmquist DEA con un Producto Orientado.

Carlos Alberto Zúniga González, Ph.D.

E-mail: czuniga@ct.unanleon.edu.ni

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León. Facultad de Ciencias y Tecnología. Departamento de Agroecología. Centro de Investigación en Ciencias Agrarias y Economía Aplicada (CICAEA),

RESUMEN

Este estudio muestra, como contribuyen al desarrollo local sostenible (DLS) los sistemas de producción agropecuarios de Nicaragua, durante los períodos de 1998-2001 y el año 2005. El artículo se organiza en la primera sección, con una revisión de la literatura sobre la metodología del DEA (Análisis de Datos Envolvente), el enfoque de sistemas y la teoría del desarrollo sostenible local, la segunda sección aborda el tipo de datos utilizados, la tercera sección explica la metodología utilizada, la cuarta sección es dedicada a los resultados y la última sección muestra las conclusiones. En el estudio utilizamos la metodología del DEA, con el índice de Malmquist para calcular el cambio en la productividad total de los factores (PTF) durante el período estudiado, este índice es integrado en el diseño econométrico del modelo de desarrollo local sostenible (MDLS) para medir la contribución al DLS. Los resultados de la investigación evidencian que el subsistema forestal y producción de patio presentan una tendencia creciente en el cambio de PTF. Las variables utilizadas en el modelo explican en menos del 50% la contribución al DLS, dado su nivel de significancia y su nivel de contribución. Estas variables son la social y la productiva y los subsistemas que se destacan el forestal y la producción de patio.

Palabras clave: Índices de Malmquist; Sistema de producción; Desarrollo Local Sostenible

INTRODUCCIÓN

La importancia de este tema se denota por el nivel de participación de los hogares en las actividades agropecuarias y forestales. Durante el 2005 en las zonas rurales de Nicaragua el nivel de participación de los hogares en las actividades agropecuarias fue alto (70.2%). El 52% de los hogares participaron en el subsistema de producción de patio, el 17.2% en el subsistema agropecuario y forestal (UPA's) y el 30% de los hogares tuvieron una producción mixta en los subsistemas. De los subsistemas agropecuarios y forestales, sin incluir la producción de patio el 49.2 % se localizaron en la región Central, a nivel nacional el subsistema que se destaca es el agrícola con el 50.2%, las actividades que combinan subsistemas (agropecuarios) representan el 43.7%. El subsistema pecuario

representa el 4.1 %, en la región central se localizó el 45.9% y el subsistema forestal exclusiva el 1.6%. La producción de patio para el 2005 se reportó en un 44.2 % de forma exclusiva en promedio de los hogares, que se interpreta como la mitad de los hogares nicaragüenses dedicados en mayor o menor escala, independiente del uso y destino de la producción obtenida ^[13]. Las características de la producción de patio revisten importancia en el consumo e ingreso de los hogares.

REVISIÓN DE LA LITERATURA

En la revisión de la literatura abordamos la temática de sistemas de producción, la metodología de los índices de Malmquist como una técnica para medir la productividad de un sistema de producción agropecuario valorando los diferentes enfoques para medir la eficiencia y productividad ^[1,2,3,4],

y la teoría del desarrollo local sostenible [16, 24]. La teoría de sistemas de producción está referida a la formulación de criterios [19], tales como: el propósito, el límite, el contorno, los componentes, las interacciones, los ingresos o insumos, los egresos o salidas, subproductos (Ver anexo 2).

El segundo tema a revisar es la metodología para medir la productividad de cada sistema estudiado. Históricamente se han discutido dos métodos para estimar las fronteras de eficiencias de las unidades productivas, como son: a) Análisis de datos envolventes y b) Fronteras estocásticas, estos involucran métodos de programación matemática y métodos econométricos, respectivamente [5,6]. En esta publicación utilizamos la primera, en tal sentido nos centraremos a revisar la literatura sobre el índice de Malmquist DEA.

El índice de Malmquist DEA es un método para estimar funciones fronteras (maximización, minimización, etc.) utilizando el Análisis de Datos Envolventes, estas distancias son: a) La frontera DEA con tecnologías a rendimientos a escala constante del período previo, b) la frontera DEA con tecnologías a rendimientos de escala constante del período actual, c) la frontera DEA con tecnologías a rendimientos de escala constante del siguiente período, y d) la frontera DEA con tecnologías a escala de rendimientos decrecientes.

El Índice de Productividad total de los Factores (PTF) de Malmquist es utilizado para medir el cambio de productividad, que se descompone en el cambio de tecnológico y el cambio de la eficiencia [14]. Färe [14] especificó un índice de cambio productivo de Malmquist basado en un output, de igual manera este índice se puede calcular para un índice PTF de Malmquist con un input orientado como el presentado por Färe[14]:

$$m_0 y_{t-1}, x_{t-1}, y_t, x_t = \left[\frac{d_0^t(x_{t-1}, y_{t-1})}{d_0^t(x_t, y_t)} x \frac{d_0^{t-1}(x_{t-1}, y_{t-1})}{d_0^{t-1}(x_t, y_t)} \right]^{1/2} \quad (1)$$

Esta ecuación representa la productividad de la producción en el punto (x_{t-1}, y_{t-1}) relativo al punto (x_t, y_t) . Un valor mayor que uno indicaría un crecimiento positivo de PTF del período t al período t+1. En realidad este índice es la media geométrica de PTF Malmquist basado en dos outputs. Un índice usa el período t y el otro el período t+1 de la tecnología. Para calcular la ecuación (1) debemos calcular cuatro funciones de distancia de los componentes, los cuales involucran cuatro problemas de programación lineal (similares a los conducidos por Farrell en el cálculo para medir la eficiencia técnica).

Iniciaremos por asumir tecnología de rendimientos a escala constantes (REC). La Programación Lineal (PL) de output-orientado de REC usada para calcular $d_0^t(x_t, y_t)$ es definida por:

$$\begin{aligned} & \max \varphi y_i, \\ \text{st, } & -\varphi y_i + Y\lambda \geq 0, \\ & x_i - X\lambda \geq 0, \\ & N1' \lambda = 1 \\ & \lambda \geq 0 \quad (PL1) \end{aligned}$$

donde $1 \leq \varphi < \infty$ y $\varphi - 1$ es el incremento proporcional en outputs que debería ser llevado a cabo por la i-ésima UTD con las cantidades de inputs mantenidas constantes, es de señalar que para un modelo de rendimiento de escala variable (REV) con un output-orientado se define de igual manera. Es de señalar, que $1/\varphi$ nos demuestra ET en un rango de cero a uno.

Señalamos anteriormente, que la PL (1) es utilizada para calcular ($d_0^t(x_t, y_t)$), con la excepción que la restricción de la convexidad de rendimientos a escala variables (REV) ha sido removida y el tiempo suscrito ha sido incluido. De tal manera que:

$$\begin{aligned}
 & [d_0^t(x_t, y_t)]^{1/2} = \max_{\phi} \lambda^{\phi} \\
 \text{st} \quad & -\phi y_{it} + Y_t \lambda \geq 0, \\
 & x_{it} - X_t \lambda \geq 0, \\
 & \lambda \geq 0, \quad (PL2)
 \end{aligned}$$

Los tres problemas de PL restantes son simple variaciones de esto:

$$\begin{aligned}
 & d_0^{t-1}(x_{t-1}, y_{t-1})^{-1} = \max_{\phi} \lambda^{\phi} \\
 \text{st} \quad & -\phi y_{it+1} + Y_{t-1} \lambda \geq 0, \\
 & x_{it-1} - X_{t-1} \lambda \geq 0, \\
 & \lambda \geq 0, \quad (PL3)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & d_0^{t-1}(x_{t-1}, y_{t-1})^{-1} = \max_{\phi} \lambda^{\phi} \\
 \text{st} \quad & -\phi y_{it+1} + Y_t \lambda \geq 0, \\
 & x_{it-1} - X_t \lambda \geq 0, \\
 & \lambda \geq 0, \quad (PL4)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & d_0^{t-1}(x_t, y_t)^{-1} = \max_{\phi} \lambda^{\phi} \\
 \text{st} \quad & -\phi y_{it} + Y_{t-1} \lambda \geq 0, \\
 & x_{it} - X_{t-1} \lambda \geq 0, \\
 & \lambda \geq 0, \quad (PL5)
 \end{aligned}$$

Es de notar que en la PLs (4) y (5), donde los puntos de producción son comparados a tecnologías de diferentes períodos, el parámetro ϕ no necesita ser ≥ 1 , como debe ser cuando se calcula la eficiencia de Farrell. El punto debe permanecer arriba del conjunto de puntos de producción deseable. Esta situación ocurriría más comúnmente en la PL (2) donde el punto de producción del período $t+1$ es comparado con la tecnología en el período t . Si el progreso técnico ha ocurrido, entonces el valor de $\phi < 1$ es posible. Agregamos la posibilidad de ocurrencia en LP (5) si el progreso tecnológico ha ocurrido, pero esto es menos probable.

Es importante, mantener en mente que los parámetros ϕ y λ son probabilidad que pueden tomar valores diferentes en los cuatros PLs presentados arriba. Además, notemos que los cuatros PLs deben ser calculado para cada finca de la muestra.

El tercer tema a abordar es el modelo de desarrollo local sostenible [16, 17, 24]. Para evaluar la contribución de los subsistemas de producción nos ajustaremos a las variables ecológica, social, económica, productiva, cultural y política [16], como parte del modelo propuesto para evaluar la sostenibilidad en los territorios estudiados.

Estos subsistemas estudiados se ubican en zonas rurales que bajo un enfoque de desarrollo local luchan contra los modelos impuestos por sociedades industriales que imponen efectos depredadores y de degradación ecológica y cultural [17]. El desarrollo local se puede definir como un proceso reactivador de la economía y dinamizador de la sociedad local mediante el aprovechamiento eficiente de los recursos endógenos existentes en una determinada zona, capaz de estimular y diversificar su creciente economía, crear empleo y mejorar la calidad de vida de la comunidad local, siendo

el resultado de un compromiso en el que se entiende como espacio lugar de solidaridad activa, que implica cambios en grupos e individuos (Comité Económico y Social de las Comunidades Europeas, 1995).

BASE DE DATOS

En la presente investigación utilizamos las bases de datos de las encuestas de mejoramiento de nivel de vida (MECOVI) durante el período 1998, 2001 y 2005, como un esfuerzo de contribuir a la diseminación de las estadísticas del desarrollo rural^[7,21,22,23]. Con estas muestras se estructuraron las bases de datos para cada uno de los subsistemas de producción agropecuarios estudiados considerando algunos enfoques de las estadísticas de hogares para el desarrollo rural^[21]. En tal sentido, se organizaron cinco muestras correspondientes a los subsistemas: agrícola, pecuario, forestal, producción de patio agrícola y producción de patio pecuario. En la revisión de las bases de datos seleccionamos aquellas fincas que satisfacían las condiciones teóricas y prácticas de sistema de producción y de requerimiento para la construcción de los índices de Malmquist DEA^[8,9,10,12,13], fundamentalmente para el índice de productividad total de los factores^[4].

DISEÑO METODOLÓGICO

El procesamiento de los datos para calcular el índice de Malmquist de acuerdo a nuestro modelo, se realizó utilizando el programa DEAP 2.0^[5], las variables requeridas fueron Output (rendimiento) e Input (aporte) para cada subsistema estudiado. El Output representa los ingresos generados por concepto de venta y autoconsumo generado por cada subsistema estudiado, en cambio el input representa el costo de los insumos utilizados en el proceso productivo. La distribución de los datos se hace en panel por cada año 1998-2001-2005 para los subsistemas agrícola,

pecuario y forestal, en cuanto a los datos de los sub sistemas producción de patio agrícola y pecuario se utilizó los datos de los años 2001 y 2005. Los resultados del programa son:

Cambio en la eficiencia técnica (referida a la tecnología de rendimientos de escala constantes); Cambio tecnológico; Cambio en la eficiencia técnica pura (relativa a la tecnología de rendimientos de escala crecientes); Cambio de la eficiencia a escala; y Cambio de la productividad total de los factores (PTF).

Una vez calculados los índices de Malmquist se procede a estimar la contribución de cada subsistema al desarrollo local sostenible^[16,17,24], utilizando el programa Eviews 5.1 bajo el modelo econométrico presentado en el Anexo 1.

RESULTADOS

Los resultados de la investigación se presentan en dos momentos. Primero analizamos los índices de Malmquist y en un segundo momento evaluamos la contribución de los subsistemas agropecuarios al desarrollo local sostenible.

Índices de Malmquist DEA por subsistemas de producción:

En conclusión los subsistemas estudiados se resumen en el Gráfico 1, estos son presentados en promedio de los años 1998 al 2005. El cambio en la eficiencia técnica de la mano de obra es más representativo en el subsistema forestal, aunque en este subsistema la tendencia es decreciente. El cambio de la tecnología es más significativo en la producción de patio agrícola, esto es positivo si la consideramos una alternativa de estrategia para el desarrollo local sostenible hacia mejorar el bienestar de los hogares rurales. La diferencia entre la eficiencia y la tecnología son más representativos en el subsistema forestal y pecuario. De igual manera, la producción

de escala, aunque es la más baja es favorable al subsistema forestal y pecuario. El cambio en la productividad total de los factores es también representativo a estos subsistemas.

Los índices Malmquist indican el subsistema forestal como el más representativo para una producción eficiente y la producción de patio agrícola en segundo lugar y la producción de patio pecuario en tercer lugar.

Contribución de los subsistemas de producción al modelo de desarrollo local sostenible:

El modelo propuesto para estudiar la contribución de los subsistemas de producción agropecuaria al desarrollo local sostenible considera cinco variables: ecológica, social, económica, productiva y cultural. La idea más que validar un modelo es medir como el modelo es explicado por las variables independientes durante el período 2001-2005.

Comparto la idea cuando afirmamos que todo sistema funciona como un todo, en nuestro caso el sistema es el modelo de desarrollo local sostenible con los subsistemas estudiados, sin embargo para efectos de estudio haremos una evaluación del modelo de desarrollo local sostenible propuesto considerando cada una de sus variables.

La variable ecológica indica que significativamente en el 2001 la utilización de abonos orgánicos en los procesos productivos fue decreciente, sin embargo en el 2005 se destacan con una tendencia creciente en la utilización de abonos orgánicos, los subsistemas Agrícola, Forestal, y Producción de Patio Pecuario, es de señalar que, durante este año el coeficiente ecológico es significativo para explicar el modelo de desarrollo local propuesto.

La variable social indica que solamente el subsistema pecuario y los subsistemas

de producción de patio experimentaron un crecimiento en la contribución a gastos sociales de los hogares estudiados con alto nivel de significancia. Cabe destacar que el subsistema Forestal experimentó una tendencia decreciente durante los años 2001-2005.

La variable económica referida a si los subsistemas contribuyeron a reducir la pobreza en los hogares estudiados, indica que el subsistema pecuario ha contribuido a disminuir la pobreza de manera significativa, los demás subsistemas aunque redujeron la pobreza su coeficiente no es significativo.

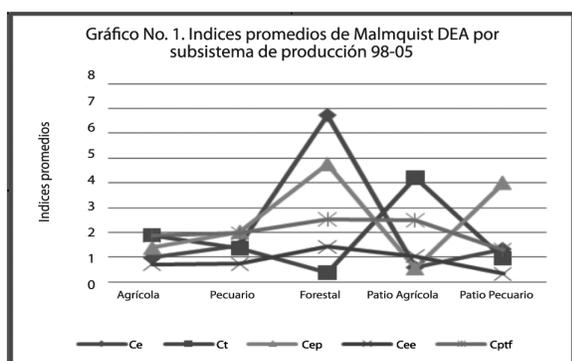
La variable productividad está referida a la productividad total de los factores productivos, indica que los subsistemas de producción de patio presenta una mejor productividad con un coeficiente significativo, al igual que el subsistema Agrícola, los subsistemas pecuario y forestal presentan productividad negativa y su coeficiente no es significativo.

La variable cultural referida al porcentaje del gasto destinado al esparcimiento, cultura y educación, reporta que únicamente los subsistemas Forestal y Pecuario contribuyen al modelo analizado, además que presentan los coeficientes estadísticamente significativos, situación valida solo para el período 2005.

CONCLUSIONES

Las variables utilizadas en el modelo de desarrollo local sostenible explican en menos del 50 por ciento la contribución al desarrollo. Las variables que más contribuyen a este desarrollo por su nivel de contribución y por su nivel de significancia dentro del modelo son las variables sociales y productivas. Con respecto a lo social se entiende como la mayor contribución que los subsistemas aportaron al gasto social, salud, transporte, etc. Estos subsistemas son los de producción de patio.

Con respecto a la productiva, los índices de Malmquist reportan que la eficiencia técnica de la mano de obra, el cambio de la eficiencia pura y el cambio de la eficiencia a escala estuvo mejor representada en el subsistema forestal, en el subsistema de producción de patio agrícola donde se destacan los índices del cambio tecnológico como una alternativa de subsistencia de los hogares, de tal forma que el índice de productividad total de los factores se observa de manera destacada en los subsistema forestal y producción de patio agrícola (ver Gráfico No 1).



Reconocimientos

Agradecemos a la Vicerrectoría de Investigación y Postgrado de la UNAN-León y a la Agencia Sueca Internacional de Desarrollo (ASDI) que técnica y financieramente apoyaron la realización de esta investigación, así como a los gabinetes de producción departamental y municipal de los municipios de León y Chinandega, por su apoyo en la recolección de información para comprender la lógica y dinámica de los subsistemas de producción estudiados.

REFERENCIAS

1. Bravo-Ureta, B.E., and R. Evenson (1994). "Efficiency in Agricultural Production: The Case of Peasant Farmers in Eastern Paraguay." *Agricultural Economics* 10 (1994):27-37.
2. Bravo-Ureta, B., and L. Rieger (1991). "Dairy Farm Efficiency Measurement Using Stochastic Frontiers and Neoclassical Duality." *American Journal of Agricultural Economics* 73(1991):421-28.
3. Bravo-Ureta, B., and L. Rieger (1990). "Alternative Production Frontier Methodologies and Dairy Farm Efficiency." *Journal of Agricultural Economics* 41(1990):215-26.
4. Bravo-Ureta, B. E., and Pinheiro, António., E (1993) *Efficiency Analysis of Developing Country Agriculture: A Review of the Frontier Function Literature.*
5. Coelli, T.J. (1994), *A Guide to DEAP Version 2.1: A Data Envelopment Analysis (Computer) Program*, The University of New England, Centre for Efficiency and Productivity Analysis (CEPA) Working Papers. No 8/96. Armidale, NSW 2351, Australia.
6. Coelli, T.J., (1996). *A guide to DEAP Version 2.1: A Data Envelopment Analysis (Computer) Program*. Center for Efficiency and Productivity Analysis (CEPA) working paper, department of Econometrics. University of New England Armidale NSW 2351 Australia. <http://www.une.edu.au/econometrics/cepawp.htm> I S S N 1327-435X, ISBN 1 86389 4969.
7. Carletto, Gero., et al., 2010. *Improving the Availability, Quality and Policy-Relevance of Agricultural Data: The Living Standards Measurement Study-Integrated Surveys on Agriculture*. Development Research Group The World Bank and The LSMS Team. Washington, DC 24-25 May 2010.
8. INIDE, (2001). *Informe Comparativo encuesta nacional de hogares sobre medición de nivel de vida 1993 y 1998*. Proyecto MECOVI, Octubre 2001.

9. INIDE, (1998). Informe general Encuesta Nacional de Hogares sobre medición de nivel de vida. Proyecto MECOVI, mayo 2000.
10. INIDE, (2001). Informe general Encuesta Nacional de Hogares sobre medición de nivel de vida. Proyecto MECOVI, mayo 2002.
11. INIDE, (2006). Informe general Encuesta Nacional de Hogares sobre medición de nivel de vida. Proyecto MECOVI, mayo 2006.
12. INIDE, (2005). Análisis de la encuesta nacional de hogares sobre medición del nivel de vida 2005 con perspectiva de género. Julio 2005.
13. INIDE, (2007). Informe general encuestas de Hogares sobre Medición del Nivel de Vida 2005. Proyecto-MECOVI-EMNV. www.inide.gob.ni. Mayo 2007.
14. Färe, R., S. Grosskopf, M. Norris and Z. Zhang (1994), "Productivity Growth, Technical Progress, and Efficiency Changes in Industrialized Countries, *American Economic Review*, 84,66-83.
15. Grosskopf, S. (1993), "Efficiency and Productivity", Fried, H.O, C.A.K Lovell and SS Schmidt (Eds), *The Measurement of Productive Efficiency*, Oxford University Press, New York, 160-194.
16. Gómez Sal, Antonio. (2009). Veinte años desde Brundtland. Razones para una ciencia de la sostenibilidad. *Ambienta* 28-45, Septiembre 2009.
17. González Esquinas, Ma José. García Palomares, Juan Carlos (1998). Fuentes documentales sobre Desarrollo Local. *Anales de Geografía de la Universidad Complutense* 1998, No 18: 337-353. ISSN: 0211-9803.
18. Ministerio Agropecuario y Forestal, (MAGFOR), 2009. www.magfor.gob.ni
19. Spedding, C. R. W (1979) *An Introduction to Agricultural Systems*. Chapter 1, The Purposes of Agriculture. Applied Science Publishers, England. pp. 1-14.
20. Spedding, C. R. W (1995). Sustainability in animals production systems. *Anim Sci* 61, 1-8.
21. United Nations Economic Commission for Europe (UNECE), et al., (2007). *The Wye Group Handbook. Rural Households, Livelihood and Well-Being. Statistics on Rural Development and Agricultural Household Income*. United Nations New York and Geneva, 2007.
22. World Bank (2006), *LSMS IV: Research for Improving Survey Data*. LSMS team Poverty Group, DECRG. January 2006.
23. Zúniga, G., Carlos A., (2011). Comparisons of LSMS-ISA data collection and dissemination efforts in Central America. *Journal of development and Agricultural Economics*. August 2011, Vol. 3 (8), pp 353-361. Available on Line at: <http://www.academicjournals.org/JDAE/contents/2011cont/Aug.html>
24. Zúniga, G. Carlos A., (2010). Nuevo Modelo de Participación Ciudadana: Identificación de Sistemas de Producción agropecuarios y Forestales en los Departamentos de León y Chinandega, 2008- 2009. <http://purl.umn.edu/5669>

