

## Indicadores de sostenibilidad en unidades vacunas de producción lechera en Ecuador

Redimio M. Pedraza Olivera\*; Verónica Rivera Guerra\*; Jorge Velasco\*; R. Jara\* y Raúl Guapi\*\*

\* Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Camagüey, Cuba

\*\* Extensionista privado

guerrrita88@hotmail.com; veronica.rivera@reduc.edu.cu

### RESUMEN

Se evaluaron indicadores físicos y productivos de 70 unidades de producción lechera vacuna (UPL) y los indicadores de sostenibilidad técnica, ambiental, económica y social de 10 UPL de la Parroquia Marcos Espinel, Cantón Píllaro, Tungurahua-Ecuador; así como el comportamiento dinámico de estos indicadores durante 10 años en una UPL caso. Las UPL se caracterizaron por producir en promedio 150 l de leche/d, una producción por animal de 15 l de leche/d, cargas superiores a dos animales/ha y un tamaño de hato de 20-25 animales; hicieron amplio uso de fertilización química en los pastizales y de balanceados comerciales, así como altos gastos por mano de obra. Todo ello se relacionó con el aumento de los costos de producción de leche y la disminución de la rentabilidad de las fincas. Los indicadores de sostenibilidad técnica, social y económica revelan un deterioro del 100 % en las unidades, los indicadores ambientales presentan valores positivos; sin embargo, el índice de sostenibilidad de ganadería especializada indica insostenibilidad para todas las UPL. El comportamiento dinámico de la sostenibilidad en la UPL caso mostró valores positivos en algunos indicadores, como la eficiencia energética, y el deterioro de otros, como la sostenibilidad económica. Se concluye que las UPL tuvieron un comportamiento generalmente insostenible.

**Palabras clave:** *sostenibilidad, indicadores de sostenibilidad, producción de leche*

### Sustainability of Cow Milk Production Units in Ecuador

#### ABSTRACT

Physical and productive indicators were assessed in 70 cattle dairies (CaDa), along with the technical, environmental, economic and social sustainability indicators of 10 CaDa in Marcos Espinel jurisdiction, Píllaro Canton, Tungurahua-Ecuador, and the dynamic behavior of these indicators for 10 years in a case CaDa. The CaDas averaged 150 l of milk/day, with animal production of 15 l of milk/day, stocking rate over two animals/ha, and herd made of 20-25 animals. Chemical fertilizers were widely used in the pasture lands; commercial supplements were used as well. The labor costs were high; everything was associated to cost increases in milk production and a decrease in farm cost-effect indicators. The technical, social, and economic sustainability indicators accounted for 100 % impairment in the units; the environmental indicators unveiled positive values. However, the rate of special sustainable cattle raising indicated unsustainability for all the case CaDas. The dynamic behavior of sustainability in the case CaDa showed positive valued for some indicators, like energy efficiency; and impairment of others, like economic sustainability. The study concluded that the CaDa had a generally unsustainable behavior.

**Key words:** *sustainability, sustainability indicators, milk production*

### INTRODUCCIÓN

En Ecuador la producción láctea es el tercer renglón nacional con 5,3 t por un valor superior a 392 millones de dólares. Se concentra en la región de la Sierra, donde se encuentran los mayores productores de leche, con 73 % de la producción nacional. El 90 % de las principales industrias procesadoras de lácteos se encuentran ubicadas en esta región (SICA, 2010).

En el cantón Píllaro, casi todos los campesinos crían ganado vacuno. La tendencia a sembrar pasto es considerable, compitiendo con los cultivos agrícolas. La ganadería juega un papel importante en la seguridad alimentaria del cantón (Martínez,

2011). La diversificación agropecuaria y el incremento de la producción láctea en el cantón, sobre todo en zona ganaderas como es la parroquia Marcos Espinel, han sido entre otros, algunos de los objetivos para realizar importantes cambios productivos por medio de programas de sostenibilidad agropecuarios, que deben reforzarse con propuestas sociales y organizativas (Chiriboga, 2009).

La insostenibilidad de los sistemas ganaderos se ha traducido, por ejemplo, en el deterioro ambiental y social de muchas zonas rurales y en la generación de grandes cantidades de excedentes productivos que suponen uno de los principales

problemas del sector agropecuario (CONDESAN, 2000).

Los sistemas de producción agropecuaria, enfrentan tradicionalmente diversos problemas por la falta de nuevas herramientas de planificación y control. La estructura organizacional de los factores de producción debería concebirse en función de los objetivos que persigue cada productor. La integración de estos factores debe posibilitar la sostenibilidad de estos sistemas productivos bajo criterios económicos, técnicos, sociales y ambientales, con el fin de que se puedan tomar decisiones administrativas empresariales (Aguilera *et al.*, 2003).

Para lograr la sostenibilidad es necesario desarrollar una metodología de evaluación, que permita cuantificarla y analizarla objetivamente. Muchos autores que han intentado evaluar la sostenibilidad, tanto en el ámbito regional (Zinck *et al.*, 2004; Flores y Sarandón 2006 y Viglizzo *et al.*, 2006), como en el de finca (Abbona *et al.*, 2007 y Flores *et al.*, 2007), han creado indicadores, por no existir una norma internacional para esto. Las diferencias en la escala de análisis (predio, finca, región), tipo de establecimiento, objetivos deseados, actividad productiva, entre otros, hacen imposible su generalización.

El objetivo de la investigación fue evaluar indicadores de sostenibilidad en unidades vacunas de producción lechera de la Parroquia Marcos Espinel, Tungurahua-Ecuador.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en la República de Ecuador, provincia de Tungurahua, Cantón Píllaro, Parroquia Marcos Espinel. Se encuentra en la región central de la sierra Ecuatoriana, ubicada en el cuadrante nororiental de la provincia de Tungurahua, su territorio se extiende en un valle semi plano, que se caracteriza por sus tierras francas y fértiles. Por su cercanía a uno de los ramales de la cordillera central posee un clima relativamente frío de páramo con temperaturas entre 0 y 20° C (CESA, 2010).

La evaluación sobre la producción bovina de la parroquia Marcos Espinel se efectuó en base a una encuesta realizada con las recomendaciones dadas por Rojas (2005), en la que intervienen variables cualitativas y cuantitativas que describen el carácter zootécnico de las Unidades de Producción Lechera (UPL), entre estas, variables produc-

tivas, reproductivas, alimenticias, y económicas. El número de fincas fue de 70 UPL, de acuerdo a Herrera (2012).

Para el análisis de sostenibilidad se seleccionaron 10 UPL con sistema de producción de leche especializada (venta de terneros machos al nacimiento y crianza artificial de las terneras). Posteriormente realizó la entrevista a los propietarios y trabajadores de las UPL, y se determinaron indicadores ambientales, técnicos, sociales y económicos siguiendo la propuesta realizada por Ríos (2010) mediante la siguiente fórmula:

$$ISGE = \frac{\sum ISi * Pij}{\sum Pij}$$

Donde:

ISGE: Indicador de Sostenibilidad en Ganadería Especializada

ISi: Cada uno de los indicadores de sostenibilidad propuestos

Pij: los valores de importancia de cada ISi

Una vez que se determinó cada uno de los indicadores de sostenibilidad se clasificaron según la propuesta de Ríos (2010) (Tabla 1).

Como estudio de caso se tomó la propiedad Prado Verde, perteneciente al Señor Alberto Velasco Carrillo, que se encuentra ubicada en la comunidad Guangibana, aproximadamente a 3 100 msnm, la cual posee 15 ha dedicadas a la producción lechera, con pastizales introducidos y animales Holstein Fresian, Monthbeliarde o su cruce. Se analizaron indicadores actuales y el comportamiento dinámico ocurrido en los últimos 10 años, entre estos el cálculo de eficiencia energética con la metodología propuesta por Monzote (2005).

Se analizó la normalidad de todas las variables dependientes. Se hicieron análisis de estadística descriptiva para variables cuantitativas y distribución de frecuencias para variables cualitativas.

Todos los análisis se realizaron con el paquete estadístico SPSS 21.0.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las UPL de la parroquia producían en promedio 150 l/d de leche por finca y 15 l/d por animal, con cargas superiores a 2 UGM/ha y un tamaño de hato entre 20-25 animales en extensiones entre 1 y 20 ha, mientras que el exceso de fertilización química en los pastizales, la sobre utilización de balanceado y el alto costo de mano de obra, pro-

vocaron elevados costos de producción por litro de leche y disminuyen la rentabilidad de las fincas.

Se aprecia en la Tabla 2 el cálculo de los indicadores de sostenibilidad técnica, ambiental, social y económica en las 10 UPL.

Resalta el comportamiento del indicador de sostenibilidad económica (ISE), donde el 100 % de las fincas estudiadas presentan valores negativos y coincidentalmente, se observa cómo estas mismas fincas presentan los valores negativos de ISGE, calificadas según la escala propuesta para este indicador como insostenibles (Ríos, 2010).

Es importante analizar que todas las fincas muestran un comportamiento homogéneo, en las escalas propuestas para ISA; la mayoría de fincas muestran ser sostenibles, altamente sostenibles y medianamente sostenibles, sin embargo, el Indicador de Sostenibilidad en Ganadería Especializada (ISGE), el cual integra los indicadores ISE, IST, ISS e ISA, coincide con el comportamiento del Indicador de Sostenibilidad Económica ISE, lo que indica que en este estudio en particular, el ISGE está bastante influenciado por el ISE.

De acuerdo a los resultados para el indicador de sostenibilidad económica (ISE) se concluye según el Tabla 2 y su comparación con el Tabla 1 que las UPL son insostenibles por presentar valores negativos, siendo estos los valores más representativos en el cálculo de sostenibilidad. Esto ocurre porque los indicadores como costo de producción por litro de leche, relación beneficio/costo y rentabilidad son inferiores a los esperados en la evaluación, ya que el gasto en mano de obra y suplementos alimenticios es muy elevado en todas las fincas, mientras que la producción lechera se mantiene constante.

En los valores encontrados en el IST indicados en el Tabla 2 se puede observar que todas las fincas presentan insostenibilidad en la parte técnica, a pesar de dar valores aceptables en el caso de los indicadores intervalo entre partos, litros de leche vaca/d, y duración de la lactancia (AGSO, 2001), mientras que los valores más bajos se dan en el porcentaje de natalidad y relación concentrado/leche.

En los indicadores sociales el mayor valor encontrado es de la UPL tres y el menor de la UPL cinco con 0,102 y 0,051, respectivamente, aun así si se realiza la comparación con la escala propuesta, todas las fincas presentan ser insostenibles

en este indicador. Esto se debe a que las necesidades vitales de la familia son insatisfechas por el alto número de integrantes y la inexistencia de asociatividad en las comunidades para el desarrollo de nuevas propuestas técnicas y sociales en beneficio de las familias campesinas, es notorio también en las entrevistas el gran apoyo existente de las entidades públicas como HGPT y MAGAP, por la gran cantidad de proyectos productivos que existen para esa zona como es: Plan de Manejo de Paramos, Riego y Producción, Hombro o Hombro, Sistema de Riego Píllaro Ramal Sur, Centro de acopio INNOVA y Cadenas de producción lechera, con aportes económicos importantes pero no siempre duraderos (GAD Parroquial Marcos Espinel, 2011).

De acuerdo a los valores encontrados para ISA, se aprecia sostenibilidad de las entidades productivas, que sin embargo no se reflejan en el cálculo de ISGE. Las UPL dos, tres y diez indican ser sostenibles ambientalmente por poseer valores mayores a 0,067, las UPL cuatro, cinco, siete y ocho muestran ser altamente sostenibles con valores entre 0,048 y 0,067, mientras que las restantes uno, seis y nueve son medianamente sostenibles con valores entre 0,034 y 0,048. Estos indicadores muestran ser positivos fundamentalmente por el adecuado manejo de los pastizales, la carga animal adecuada y la aplicación de acciones encaminadas a la conservación de fuentes de agua, evitar la erosión y compactación de suelo, entre otras.

Es lamentable observar que todos los valores de ISGE son negativos, se puede concluir, que el total de las fincas seleccionadas son insostenibles, lo que indica que se debe trabajar mucho en temas relacionados a los indicadores evaluados, se tendría como principal objetivo el mantenimiento en el tiempo de las producciones y no la explotación de estas a corto plazo.

Pese a la insostenibilidad de los sistemas, estos se mantienen en los últimos años a expensas del endeudamiento de los propietarios con entidades financieras, el alquiler o herencia de propiedades, las inversiones de emigrantes que se encuentran en el extranjero, entre otros. Por esta causa la producción láctea actualmente solo permite, en el mejor de los casos, cubrir los costos de producción que implican la contratación de mano de obra, los suplementos alimenticios y la fertilización de pastizales.

El estudio de caso consideró características físicas (topografía, extensión, propósito, entre otros), técnicas (existencia de controles, indicadores productivos, reproductivos y sanitarios) y sociales de la finca escogida. En los últimos 10 años la propiedad ha presentado mejoras en parámetros como el rendimiento lácteo (litros de leche por vaca/d), el precio del litro de leche y las condiciones de los pastizales, manteniéndose fluctuante el número de vacas en ordeño. Sin embargo presentó un elevado por ciento de mortalidad (33,3 %) de terneros especialmente hembras.

Dentro de los criterios para evaluar la sostenibilidad de los sistemas agropecuarios, Monzote *et al.* (2003) recomiendan el cálculo de eficiencia energética, aplicado al estudio de caso. Los insumos productivos en la finca reportan un gasto calórico total de 455 495,4 MJ anuales por concepto de concentrado, trabajo humano, entre otros. En la Tabla 3 se muestra el detalle de la inversión calórica de la UPL.

Mientras que los insumos producidos en la UPL se describen en la Tabla 4, tanto para producción energética como proteica originada en un año calendario.

Se aprecia que la producción de energía fue mayor para la producción de forraje verde, con 365 112 MJ y de leche de vaca con 182 305 MJ, mientras que los valores más bajos se dan en la venta de pie de cría y carne vacuna con 3 520 MJ y 6 500 MJ, respectivamente. Esto se debe a que la finca se dedica netamente a la producción lechera, el pie de cría vendida anualmente corresponde crías machos destinadas a la reproducción y la carne es solamente la de animales de descarte. El mismo comportamiento se da con la producción de proteína de la UPL (Tabla 5).

La eficiencia energética de la UPL Prado Verde muestra un valor de 1,22 el que indica que por cada MJ invertido en la finca se produce 1,22 MJ, este valor es relativamente positivo para las condiciones actuales de la UPL. Los sistemas con bases agroecológicas y los métodos orgánicos de producción conducen a la sostenibilidad de la producción ganadera, ya que mejoran la eficiencia energética y productiva, disminuyen la dependencia externa, protegen y mejoran el medio ambiente. Por otra parte pueden ser una fuente importante de trabajo y así evitar o revertir el éxodo de ganaderos a las ciudades (Monzote, 2002). García (2002) obtuvo un balance favorable mayor al en-

contrado debido a que el sistema que estudiaba era muy diversificado.

Esto indica la importancia de realizar balances de energía y nitrógeno en cada etapa productiva o época, lo que puede explicar la respuesta animal a la condición de manejo dentro del pastizal, el empleo adecuado de los recursos y el comportamiento holístico del sistema (Monzote *et al.*, 2005). Todo lo anterior se relaciona con la eficiencia energética de las fincas, considerada como un indicador importante a tener en cuenta para el análisis de sistemas de producción sostenible (Monzote *et al.*, 2003).

## CONCLUSIONES

Las unidades de producción lechera vacuna (UPL) de la Parroquia Marcos Espinel, Cantón Píllaro, Tungurahua-Ecuador son generalmente insostenibles, debido fundamentalmente a los aspectos económicos, técnicos y sociales, mientras que la propiedad caso muestra balances energético y proteico positivos.

## REFERENCIAS

- ABBONA, E. A.; SARANDÓN, S. J.; MARASAS, M. E. y ASTIER, M. (2007). Ecological Sustainability Evaluation of Traditional Management in Different Vineyard Systems in Berisso, Argentina. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 119 (3-4), 335-345.
- AGSO (2011). *Normativas para el precio de leche en finca*. Quito, Ecuador. Extraído en 2014, desde <http://www.agso.com.ec>.
- AGUILERA, M.; BRUNA, G.; BRZONIC, F. y CERDA, R. (2003). Fundamentos en gestión para productos agropecuarios: tópicos y estudios de casos consensuados por universidades chilenas. Chile: Programa de Gestión Agropecuaria, Fundación Chile.
- CESA (2010). *Mejoramiento de la producción de leche y transformación láctea en el Cantón Píllaro*. Tungurahua, Ecuador.
- CHIRIBOGA, R. (2009). Marco Marcillo, SIPAE, dinámicas agrarias del cantón Píllaro, estudio de sistemas de producción, riego Píllaro. Tungurahua, Ecuador.
- CONDESAN (2000). Mejoramiento de la productividad y sostenibilidad de los sistemas de producción mixtos: cultivos-ganadería, en la ecoregión andina del Ecuador. Proyecto PROMSA, CONDESAN. Extraído el 11 de junio de 2014, desde [www.condesan.org/memoria/EUC0500.PDF](http://www.condesan.org/memoria/EUC0500.PDF).
- FLORES, C. C.; SARANDÓN, S. J. y VICENTE, L. (2007). Evaluación de la sustentabilidad en sistemas hortí-

- colas familiares del partido de La Plata, Argentina, a través del uso de indicadores. *Revista Brasileira de Agroecología*, 2 (1), 180-184.
- FLORES, C. C. y SARANDÓN, S. J. (2006). Desarrollo de indicadores para la evaluación de la sustentabilidad de agroecosistemas a escala regional. *Revista Brasileira de Agroecología*, 1 (1), 353-356.
- GAD (2011). *Plan de desarrollo parroquial. Ecuador: Gobierno Autónomo Descentralizado de la parroquia Marcos Espinel, Píllaro*. Extraído en 2014, desde <http://es.wikipedia.org/gadparroquialmarcosespinel>.
- GARCÍA, A. (2002). *Análisis de un sistema con interacción de frutales y ganadería*. Tesis de maestría en Producción Animal Sostenible, Universidad de Camagüey, Cuba.
- HERRERA, C. M. (2012). *Fórmula para cálculo de la muestra poblaciones finitas*. Postgrado de Pediatría, Hospital Roosevelt.
- MARTÍNEZ, M. A. (2011). *Propuesta de manejo de los Páramos del Cantón Píllaro, proyecto de riego Píllaro ramal norte*. Tungurahua, Ecuador.
- MONZOTE, F. (2002). *Sostenibilidad, medio ambiente y retos para la ganadería latinoamericana*. Taller internacional: Ganadería, desarrollo sostenible y medio ambiente, marzo de 2003, La Habana, Cuba.
- MONZOTE, F. (2005). *Integración ganadería agricultura con bases agroecológicas*. La Habana, Cuba: Ed. DECAP.
- MONZOTE, MARTA; MUÑOZ, E. y FUNES MONZOTE, F. (2003). Integración ganadería-agricultura. En *Transforming the Cuban Countryside*. Co-Published by Food First (Institute for Food and Development Policy).
- MONZOTE, MARTHA; FUNES, F. y FUNES MONZOTE, F. (2005). *La producción agropecuaria orgánica*. Primer Congreso de Producción Animal, La Habana, Cuba.
- RÍOS, GLORIA (2010). *Propuesta para general indicadores de sostenibilidad en sistemas de producción agropecuaria, para la toma de decisiones en lechería especializada*. Medellín, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- ROJAS, P. (2005) Metodología para estimar el nivel de desarrollo sostenible en espacios rurales. En *Cuadernos técnicos IICA*. San José de Costa Rica.
- SICA (2010). *Censo Agropecuarios, año 2002*. Extraído el 24 de junio de 2014, desde <http://www.sica.org>.
- VIGLIZZO, E. F.; FRANK, F.; BERNARDOS, J. y DE BUSCHIAZZO, S. (2006). A Rapid Method For Assessing the Environmental Performance of Commercial Farms in the Pampas of Argentina. *Environmental Monitoring And Assessment*, 117, 109-134.
- Zinck, J. A.; Berroteran, J. L.; Farshad, A.; Mamen, A.; Wokabi, S. y Van Ranst, E. (2004). Approaches to Assessing Sustainable Agriculture. *Journal of Sustainable Agriculture*, 23 (4), 87-109.

Recibido: 22-1-2015

Aceptado: 1-2-2015

**Tabla 1. Propuesta de escala para el indicador de sostenibilidad**

	ISE	IST	ISS	ISA	ISGE
Sostenible (ES)	< 0,1579	< 0,2572	< 0,2963	< 0,0674	< 0,1857
Altamente sostenible (EAS)	>0,1579 <0,1217	>0,2572 <0,2255	>0,2963 <0,2646	>0,0674 <0,0487	>0,1857 <0,1626
Medianamente sostenible (EMS)	>0,1217 <0,1053	>0,2255 <0,2113	>0,2646 <0,2381	>0,0487 <0,0345	>0,1626 <0,1385
Altamente insostenible (EAIS)	>0,1053 <0,0	>0,2113 <0,2077	>0,2381 <0,2249	>0,0345 <0,0181	>0,1385 <0,0
Insostenible (EIS)	>0,0	>0,2077	>0,2249	>0,0181	>0,0

**Tabla 2. Cálculo de los indicadores ISE, IST, ISS, ISA e ISGE y grados de sostenibilidad acorde a criterios de Ríos (2010)**

UPL	ISA	ISE	IST	ISS	ISGE
1	0,045 m	-0,670 i	0,045 i	0,090 i	-0,232 i
2	0,073 s	-0,598 i	0,047 i	0,051 i	-0,207 i
3	0,079 s	-0,660 i	0,062 i	0,102 i	-0,216 i
4	0,056 a	-0,639 i	0,048 i	0,078 i	-0,219 i
5	0,057 a	-0,613 i	0,047 i	0,084 i	-0,208 i
6	0,045 m	-0,664 i	0,047 i	0,062 i	-0,234 i
7	0,065 a	-0,661 i	0,049 i	0,077 i	-0,227 i
8	0,049 a	-0,666 i	0,047 i	0,064 i	-0,234 i
9	0,035 m	-0,688 i	0,048 i	0,079 i	-0,241 i
10	0,073 s	-0,688 i	0,048 i	0,061 i	-0,241 i

s: sostenible

a: altamente sostenible

m: medianamente sostenible

ai: altamente insostenible

i: insostenible

**Tabla 3. Gastos energéticos por concepto de insumos productivos en la UPL del estudio de caso**

Tipo de insumo	Cantidad (kg)	Equivalencia calórica (MJ/kg)	Gastos calórico total (MJ)
Fertilizante químico	8 100	0,5	4 050
Diesel litros	11 010,0	38,7	426 087
Electricidad, Kw/h	3 000	3,6	10 800
Trabajo humano	7 200	1	7 200
Suplementación alimenticia	5 256	1,4	7 358,4
Total: 495,4			

**Tabla 4. Aportes energéticos por concepto de rubros producidos en la UPL del estudio de caso**

Producto	Producción total (kg)	Valor calórico (MJ/kg MF)	Valor proteico (% PB g/100g)	Producción de energía (MJ)	Producción de Proteínas kg
Leche vaca	72 922,0	2,5	3,5	182 305	2 552,27
Pie de cría	440,0	8	16	3 520	70,4
Carne vacuna	1 000,0	6,5	20,7	6 500	207
Forraje verde	33 192,0	11	14	365 112	4 646,88
Total	107 554,0			557 437	7 476,55

**Tabla 5. Eficiencia energética actual de la UPL**

Calorías producidas	557 437 MJ
Calorías invertidas	455 495,4 MJ
Eficiencia energética CP/CI	1,22

CP: calorías producidas

CI: calorías invertidas