

# 03

## REVISIÓN DE CRITERIOS PARA MEDIR LA SOSTENIBILIDAD AGRARIA: ADAPTACIÓN DE MARCOS DE TRABAJO Y PROPUESTA DE INDICADORES

### REVISION OF CRITERIA FOR MEASURING SUSTAINABILITY AGRICULTURAL: ADAPTATION OF FRAMEWORKS AND PROPOSED INDICATORS

MSc. Salomón Barrezueta-Unda<sup>1</sup>

E-mail: [sabarrezueta@utmachala.edu.ec](mailto:sabarrezueta@utmachala.edu.ec)

Dr. C. Antonio Paz Gonzalez<sup>2</sup>

E-mail: [tucho@udc.es](mailto:tucho@udc.es)

MSc. Julio Chabla-Carillo<sup>2</sup>

E-mail: [jechabla@udc.es](mailto:jechabla@udc.es)

<sup>1</sup>Universidad Técnica de Machala. República del Ecuador.

<sup>2</sup>Universidade da Coruña. España.

#### ¿Cómo referenciar este artículo?

Barrezueta-Unda, S., Paz González, A., & Chabla-Carillo, J. (2016). Revisión de criterios para medir la sostenibilidad agraria: Adaptación de marcos de trabajo y propuesta de indicadores. *Revista Conrado* [seriada en línea], 12 (56), pp.16-21. Recuperado de <http://conrado.ucf.edu.cu/>

#### RESUMEN

Con el objetivo de actualizar los criterios sobre la sostenibilidad agraria y medir este concepto se propone la adaptación de un modelo a partir de tres marcos de trabajo mediante la conformación de dominios (social, económico y ambiental), criterios e indicadores. El procedimiento utilizado se basó en una revisión sistemática de la información científica, que es el insumo para desarrollar el instrumento de evaluación (encuestas) o del tipo de muestra (suelo, agua o biomasa) a tomar del sistema agrario a medir. La participación de los involucrados (agricultores) es fundamental en el planteamiento de indicadores fáciles de obtener y medir, siendo aprobado estos elementos por un panel de expertos cuyo aporte es validado con el Coeficiente de Alpha de Cronbach, a través de la determinación de la muestra para el trabajo en campo. Con los resultados se caracterizó el sistema agrario, aportando la investigación con la asignación de pesos a los indicadores en función de la literatura científica seleccionada, prosiguiendo con la normalización lineal de 0 a 1.

#### Palabras clave:

Criterios, indicadores, sistema agrario.

#### ABSTRACT

With the objective of updating the criteria on the sustainability of agrarian reform and measuring this concept, it is proposed the adaptation of a model from three frames of work through the formation of domains (social, economic and environmental), criteria and indicators. The procedure used was based on a systematic review of the scientific information, which is the input to develop the assessment tool (surveys) or the type of sample (soil, water or biomass) to take the agricultural system to measure. The participation of those involved (farmers) is fundamental in stating indicators which are easy to obtain and measure being adopted these items by a panel of experts whose contribution is validated with the coefficient alpha of Cronbach, through the determination of the sample for the work in the field. With the results the farming system was characterized, providing the research with the allocation of weights to the indicators on the basis of the scientific literature selected, continuing with the normalization of linear 0 to 1.

#### Keywords:

Criteria, Indicators, agricultural system.

## INTRODUCCIÓN

El desarrollo sostenible se ha convertido en un tema prioritario dentro de la agenda política de las naciones, tomando en cuenta que la intervención del hombre sobre los ecosistemas es inevitable al producir en función de los objetivos económicos o desde una perspectiva de seguridad alimentario (Barrezueta-Unda, 2015; Van Asselt, et al., 2014), comprometiéndose los gobiernos firmantes de La Agenda 21 (Organización de Naciones Unidas, 1992) a desarrollar metodologías para medir o evaluar la calidad ambiental, calidad de suelos, sostenibilidad, riesgo y vulnerabilidad entre otros aspectos Grenza, et al., (2013), en la cual se integre el bienestar económico, la cohesión social y ambiental (Díaz-Gispert, et al., 2014).

Para lograr este desarrollo sostenible es imprescindible mejorar las condiciones de producción agrarias, debido a que los modelos actuales contribuye significativamente al cambio climático, contaminación del agua y pérdida de biodiversidad, aumento de la competencia por los recursos naturales, como el suelo (De Olde, et al., 2016). Autores como Veitia -Rodríguez, et al., (2014) definen estos problemas como el síndrome de la revolución verde en la que se producen daños ambientales a través de técnicas agrícolas inadecuadas.

En este contexto para medir la sostenibilidad de sistemas agrario Arnes-Prieto, et al., (2013); Ramírez-Sulvarán, et al., (2014), recomiendan el uso de indicadores en el marco de un proceso de diagnóstico participativo, a través del diálogo de saberes pero también la intervención de grupos de expertos para delinear la factibilidad y aplicabilidad de cada indicador.

Demartini, et al., (2015), expresan que ninguna unidad, variable o indicador de forma independiente puede medir directamente el bienestar humano como resultado de las actividades agrícolas por la heterogeneidad del sistema, lo que implica diferentes escalas de medición y distintas apreciaciones sobre lo que es sostenible o no. Diseñándose diversos modelos de medición de la sostenibilidad desde las década de los 70 basados en indicadores como herramienta de cuantificación (Díaz-Gispert, et al., 2014), los cuales varían ampliamente en su alcance (geográfico y de sector), destinatarios (por ejemplo, los agricultores o comunidad), en la forma de selección de indicadores y tiempo de ejecución, estructurándose los métodos (Tabla. 1) entre tres o cuatro niveles jerárquicos como lo recomienda de Olde, et al., (2016).

Tabla 1. Estructura por nivel jerárquico para medir la sostenibilidad agraria.

Nivel jerárquico	Término empleado
Dimensión	Aspectos, Pilares
Tema o Índices	Atributo, Categoría, Componente, Criterio, Principio, Meta, Umbral
indicador	Parámetro, Variable

Fuente: De Olde, et al., (2016).

La estructura básica de los marcos de trabajo a pesar de estar definida y respaldada en varias investigaciones no existe un criterio unificado que precise cual método es el adecuado, para lo cual Merma & Alberto (2012), recomiendan adaptar la estructura a las condiciones del lugar, manteniendo un conjunto de objetivos a cumplir o de verificación del sistema agrario para ser calificado como sostenible, el cual debe revisarse periódicamente (Peano, et al., 2015).

Con los antecedentes descritos los indicadores son la estructura base de los métodos o marcos de trabajo (frameworks) empleados para medir la sostenibilidad, desde una perspectiva multidisciplinaria social-económico y ambiental (Bacon et al., 2012).

Dentro de este proceso en el que se conforman los marcos de trabajo la estadística juega un papel fundamental donde se pondera, normaliza y agregan los resultados Binder... et al., 2010). Técnicas que se practican con el fin de hacer los indicadores comparables, es decir, transformándolos en una escala única, y se tomó en cuenta que si un indicador es considerado más importante que otro, se asigna un peso más fuerte que los demás (Haileslassie, et al., 2016).

El objetivo de esta investigación de carácter teórico descriptivo, fue actualizar los criterios de sostenibilidad y adaptar un marco de trabajo a partir de MESMIS, RISE y SAFE para medir la sostenibilidad de un sistema agrariodefinido por dimensión, criterios e indicadores.

## DESARROLLO

La propuesta parte de un análisis sistemático de literatura recabada en base de datos científicas (ISI Web, Scopus, Dialnet, SciELO) desde 2010 al primer trimestre del 2016, en la que se excluyeron proceeding, trabajos de titulación y working paper, centrando el estudio en metodologías que empleen marcos de trabajos e integración de indicadores puntuales fácil de obtener y medir.

La conformación del trabajo inicia definiendo los principios de sostenibilidad tomados de los marcos de trabajo MESMIS, RISE & SAFE diseñando el esquema desde

dominios, criterios e indicadores con lo que se puedan caracterizar situaciones propias de la localidad o del sistemas agrario.

Para la selección de criterios Baviera-Puig, et al., (2014); Chand, et al., (2015), recomiendan que estos deben ser comparables, coherentes, que expresen relevancia, precisión y fiables para lo cual se recurrió a un panel de experto los cuales validan el instrumento de evaluación (encuesta) y el tipo muestreo para el suelo, agua o material vegetal de la finca si fuese necesario, empleando el coeficiente Alfa de Cronbach (1) el cual se calcula a partir de la sumatoria de las varianzas por cada ítem o bloque de preguntas y cuyo resultado debe ser cercano a 1 para logra una alta fiabilidad del proceso (Silva, et al., 2012; Timaure & Plata, 2011).

$$\alpha = \left[ \frac{K}{K-1} \right] \left[ 1 - \frac{\sum_{i=1}^K S_i^2}{S_t^2} \right]$$

$\alpha$  = Coeficiente Alpha de Cronbach

$S_i^2$  = Varianza del ítem  $i$

$S_t^2$  = Varianza de los valores totales observados

$K$  = Número de preguntas o ítems.

Donde:

Definidos los mecanismos de medición y su validación, el siguiente paso es especificar la muestra (agricultores involucrados) para lo cual se emplea un muestreo aleatorio por conglomerados recomendado por Timaure & Plata (2011), a los que se aplicará la medición, para esto partimos de un padrón o registro oficial de agricultores a los cuales se aplica la formula (2) de poblaciones conocidas.

$$n = \frac{NZ^2 p * q}{(i^2 (N - 1) + Z^2 p * q)}$$

Donde:

$n$  = Tamaño de muestra

$N$  = Población conocida

$Z$  = Valor  $z$  d

$p$  = % de acierto

$q$  = % de no acierto

$i$  = error que se prevé cometer

En el trabajo de campo se emplea el Método Baconiano que comprende observación, recolección de evidencia (encuesta) y análisis (hojas, suelos, agua en otros) modelo particular para establecer un estudio de caso Pérez-Colmenares (2011). Con estos insumos se procede al trabajo de oficina y laboratorio cuyos resultados se integran en una hoja de cálculo con lo cual se realiza la caracterización de la información en función de la estadística descriptiva.

Para la etapa de ponderación se agrupo en la Tabla 2, valores absolutos los cuales se contrastan con los resultados de las encuestas obteniéndose un nuevo valor, el cual se normaliza empleando el modelo estadístico lineal de máximos y mínimos (3) para casos donde el 1 es el valor óptimo y 0 el resultado no adecuado, pero en casos cuando el valor sea inverso negativo se emplea la fórmula 4, todo esto con el objeto de conformar una sola escala que se grafica (radial) para su interpretación.

$$Vn = \frac{va - vamin}{vamax - vamin}$$

$$Vn = 1 - \frac{va - vamin}{vamax - vamin}$$

Donde:

$Vn$  = Valor normalizado

$va$  = valor de la observación

$vamin$  = Valor mínimo en la escala

$vamax$  = valor máximo en la escala

Tabla 2. Dimensión, criterios, indicadores y valores de ponderación.

Dominio	Criterio	Indicador	Valor ponderación (valores en relación con su uso sostenible en el tiempo)
<b>Ambiental</b>	Uso de agua	Suministro de agua	Canal drenaje=0, Pozo=25, Rio=50, Canal de Riego= 100
		Intensidad de uso	Anual=5, Semestral= 15, Trimestral=25 Bimensual=50, Mensual=75
	Uso de suelo	Conflicto uso de tierra	Conflicto=0, Conflicto Alto= 20, Conflicto Medio= 60, Sin conflicto= 100
		Adición de materia orgánica Actividad Biológica	Si= 50 No=5 Alto= 100, Medio=50, Bajo=5
	Biodiversidad	Diversidad de la producción	Domina un especie vegetal comercial= 5 Domina dos especies vegetales de la misma especie= 30 Domina dos especies vegetales diferente géneros= 75 Más de tres variedades asociadas con áreas equilibradas= 100
Calidad del suelo	Físicos Químicos Biológicos	Profundidad del suelo, Textura, conductividad hidráulica, densidad aparente CIC, pH, CE, Carbono Total, Nitrógeno Total, Relación C/N, Materia orgánica Presencia de organismos en el suelo	
<b>Económica</b>	Asociatividad	Seguro social	No afiliado= 5, Afiliado=50
		Agremiación	No agremiado=5, Agremiado=50
	Viabilidad económica	Numero dependientes	Más de 4 dependientes=5, Entre 3 a 2 dependientes=30, Menos de 2 dependientes=50
		Porcentaje de ingresos adicional actividad a medir	Más de 60% de ingresos económicos externos a la producción= 10, entre 40 a 60 %de ingresos económico de ingresos externos a la producción=30, 100% de los ingresos provienen de la producción= 100
	Producción	Ratio costos beneficio	
<b>Social</b>	Equidad género	Participación mujer	Participa=50, no participa=0
	Adaptabilidad	Toma de decisiones	Influencia externa= 1, Individual= 50, Grupal (conglomerado familia)= 100
		Educación formal	Sin educación= 1, Primaria= 25, Secundaria=50, Superior=100
		Capacitación	Sin capacitación =0, Capacitación más de 5 años=50, Capacitación menos de 5 años= 100
	Planificación labores	No= 1, Si=100	

Para determinar los indicadores que más inciden en la sostenibilidad de un sistema agrario se realiza un análisis de componentes principales (ACP), herramienta de la estadística multivariada aplicada en la formación de índices que permite reducir las dimensiones de las variables sin pérdida de datos; con lo cual, los indicadores se reducen para su análisis individual y en función de la escala (0 a 1). Se califican como sostenible cuando los valores se encuentren entre 0,8 a 1 y debajo de 0,6 como insostenible.

## CONCLUSIONES

El fundamento filosófico de esta propuesta es la determinación cuantitativa de variables que aportan información que permiten proponer indicadores ponderados en función de parámetros regionales y locales que mejoren su estado en el tiempo; la adaptación del marco de trabajo representa un conjunto de procedimientos sistemáticos que utiliza aspectos prácticos de tres marcos de trabajo, agrupando criterios e indicadores que se puedan medir, calcular y sean fáciles de obtener; a través de un proceso de generación de indicadores endógeno y validación

externo apoyados por una revisión sistemática de la literatura científica.

## BIBLIOGRAFIA

- Arnes-Prieto, E., Marín-González, O., Marina-Zazo, A., & Díaz-Ambrona, C. (2013). Evaluación de la sostenibilidad de la agricultura de subsistencia en San José de Cusmapa, Nicaragua. *Revista Española de Estudios Agrosociales Y Pesqueros*, 236, pp. 171–197. recuperado de [http://oa.upm.es/23050/1/INVE\\_MEM\\_2013\\_157408.pdf](http://oa.upm.es/23050/1/INVE_MEM_2013_157408.pdf)
- Bacon, C. M., Getz, C., Kraus, S., Montenegro, M., & Holland, K. (2012). The Social Dimensions of Sustainability and Change in Diversified. *Ecology and Society*, 17(4). Recuperado de <http://www.ecologyandsociety.org/vol17/iss4/art41/>
- Barrezueta-Unda, S. (2015). *Introducción a la sostenibilidad agraria: con enfoque de sistemas e indicadores*. Machala: Ediciones UTMACH.
- Baviera-Puig, A., García-Martínez, G., & Gómez-Navarro, T. (2014). Propuesta Metodológica Para La Evaluación De Las Memorias De Sostenibilidad Del Sector Agroalimentario Español. *Economía Agraria Y Recursos Naturales*, 14(1), pp. 81–101. Recuperado de <http://polipapers.upv.es/index.php/EARN/article/view/earn.2014.01.04/4978>
- Binder, C. R., Feola, G., & Steinberger, J. K. (2010). Considering the normative, systemic and procedural dimensions in indicator-based sustainability assessments in agriculture. *Environmental Impact Assessment Review*, 30(2), pp. 71–81. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/222902886\\_Considering\\_the\\_normative\\_systemic\\_and\\_procedural\\_dimensions\\_in\\_indicator-based\\_sustainability\\_assessments\\_in\\_agriculture](https://www.researchgate.net/publication/222902886_Considering_the_normative_systemic_and_procedural_dimensions_in_indicator-based_sustainability_assessments_in_agriculture)
- Chand, P., Sirohi, S., & Sirohi, S. (2015). Development and application of an integrated sustainability index for small-holder dairy farms in Rajasthan, India. *Ecological Indicators*, 56, pp. 23–30. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/274838792\\_Development\\_and\\_application\\_of\\_an\\_integrated\\_sustainability\\_index\\_for\\_small-holder\\_dairy\\_farms\\_in\\_Rajasthan\\_India](https://www.researchgate.net/publication/274838792_Development_and_application_of_an_integrated_sustainability_index_for_small-holder_dairy_farms_in_Rajasthan_India)
- De Olde, E. M., Oudshoorn, F. W., Sørensen, C. A. G., Bokkers, E. A. M., & De Boer, I. J. M. (2016). Assessing sustainability at farm-level: Lessons learned from a comparison of tools in practice. *Ecological Indicators*, 66, pp. 391–404. Recuperado de [http://www.fao.org/fileadmin/templates/nr/sustainability\\_pathways/docs/Assessing\\_sustainability\\_at\\_farm\\_level\\_\\_2\\_.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/nr/sustainability_pathways/docs/Assessing_sustainability_at_farm_level__2_.pdf)
- Demartini, E., Gaviglio, A., & Bertoni, D. (2015). Integrating agricultural sustainability into policy planning: A geo-referenced framework based on Rough Set theory. *Environmental Science & Policy*, 54(July), pp. 226–239. Recuperado de <https://www.deepdyve.com/lp/elsevier/integrating-agricultural-sustainability-into-policy-planning-a-geo-qDhpGkRi0n?articleList=%2Fsearch-related%3Fto%3DwtgaugRKIL%26page%3D8>
- Díaz-Gispert, L., Cabrera-Alvarez, E., & Portela-Peñalver, L. (2014). Una contribución a la medición del desarrollo sostenible: el caso del municipio Palmira, Cienfuegos, Cuba. *Ciencia Y Sociedad*, 39(1), pp. 155–194. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/870/87031229010.pdf>
- Grenz, J., Thalmann, C., Schoch, M., & Stalder, S. (2013). Análisis de sostenibilidad a nivel de finca para inducir cambios en la producción agropecuaria. In *RISE (Response-Inducing Sustainability Evaluation)*, versión 2.0 (pp. 1–6). Berna.
- Haileslassie, A., et al. (2016). Empirical evaluation of sustainability of divergent farms in the dryland farming systems of India. *Ecological Indicators*, 60, pp. 710–723. Recuperado de <https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/68432>
- Hernández-Plaza, E. (2013). La conservación de la biodiversidad en los sistemas agrarios. *Ecosistemas*, 22(1), pp. 1–4. Recuperado de <http://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/viewFile/757/686>
- Merma, I., & Alberto, J. (2012). Caracterización y Evaluación de la Sustentabilidad de fincas en Alto Urubamba, Cusco, Peru. *Ecología Aplicada*, 11(1), pp. 1–11. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/341/34123961001.pdf>
- Peano, C., Tecco, N., Dansero, E., Girgenti, V., & Sottile, F. (2015). Evaluating the Sustainability in Complex Agri-Food Systems: The SAEMETH Framework. *Sustainability*, 7(6), pp. 6721–6741. Recuperado de <http://www.mdpi.com/2071-1050/7/6/6721/pdf>

- Pérez-Colmenares, S. (2011). Uso de indicadores de sostenibilidad en Venezuela. Consideración para el estudio de la sostenibilidad turística. *Ecodiseños Y Sostenibilidad*, 3, pp. 17–33.
- Ramírez-Sulvarán, J. A., Sigarro-Rieche, A. K., & Del Valle-Vargas, R. A. (2014). Characterization of Cocoa (*Theobroma cacao* L.) Farming Systems in the Norte de Santander Department and Assessment of Their Sustainability. *Revista Facultad Nacional de Agronomía*, 67(1), pp. 7177–7187. Recuperado de <http://www.redalyc.org/html/1799/179930032005/>
- Schader, C., Grenz, J., Meier, M. S., & Stolze, M. (2014). Scope and precision of sustainability assessment approaches to food systems. *Ecology and Society*, 19(3). Recuperado de <http://www.ecologyandsociety.org/.../ES-2014-6866.pdf>
- Schindler, J., Graef, F., & König, H. J. (2015). Methods to assess farming sustainability in developing countries. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 35(3), pp. 1043–1057. Recuperado de <http://link.springer.com/article/10.1007/s13593-015-0305-2>
- Silva, M., Gómez, A., & García, A. (2012). Proceso gerencial aplicado por productores de uva estado Zulia. *Rev. Fac. Agron. LUZ*, 29, pp. 645–671. Recuperado de [http://revfacagronluz.org.ve/PDF/octubre\\_diciembre2012/v29n4a2012645671.pdf](http://revfacagronluz.org.ve/PDF/octubre_diciembre2012/v29n4a2012645671.pdf)
- Timaure, C., & Plata, D. (2011). Gerencia participativa y sostenibilidad en comunidades agrícolas. *CICAG*, 8(1), pp. 19–32. Recuperado de <http://publicaciones.urbe.edu/index.php/cicag/article/viewArticle/692/2344>
- Van Asselt, E. D., et al. (2014). A protocol for evaluating the sustainability of agri-food production systems - A case study on potato production in peri-urban agriculture in the Netherlands. *Ecological Indicators*, 43, pp. 315–321. Recuperado de <http://fulltext.study/download/4373185.pdf>
- Veitia Rodríguez, E. R., Montalván Estrada, A., & Martínez López, Y. (2014). Elección de Indicadores Sistémicos para la Sostenibilidad Ambiental del Suelo. *Revista de Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 23(4), pp. 23–50. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/932/93231641008.pdf>