

# Universidad Técnica de Machala

## Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias

Tema: Medición de la sostenibilidad agraria:  
Fundamentos teóricos y construcción de indicadores

Salomon Barrezueta-Unda 1,2\*

Antonio Paz González 2

Julio Chabla-Carrillo 1,2

1 Universidad Técnica de Machala, Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias, Campus Universitario, Av. 25 de junio km 5 ½ vía a Pasaje. Machala, El Oro-Ecuador

2 Universidade da Coruña. Facultad de Ciencias, Área de Edafología y Química Agrícola, Campus Zapateira, A Coruña, España

\*Autor de correspondencia: [sabarrezueta@utmachala.edu.ec](mailto:sabarrezueta@utmachala.edu.ec)

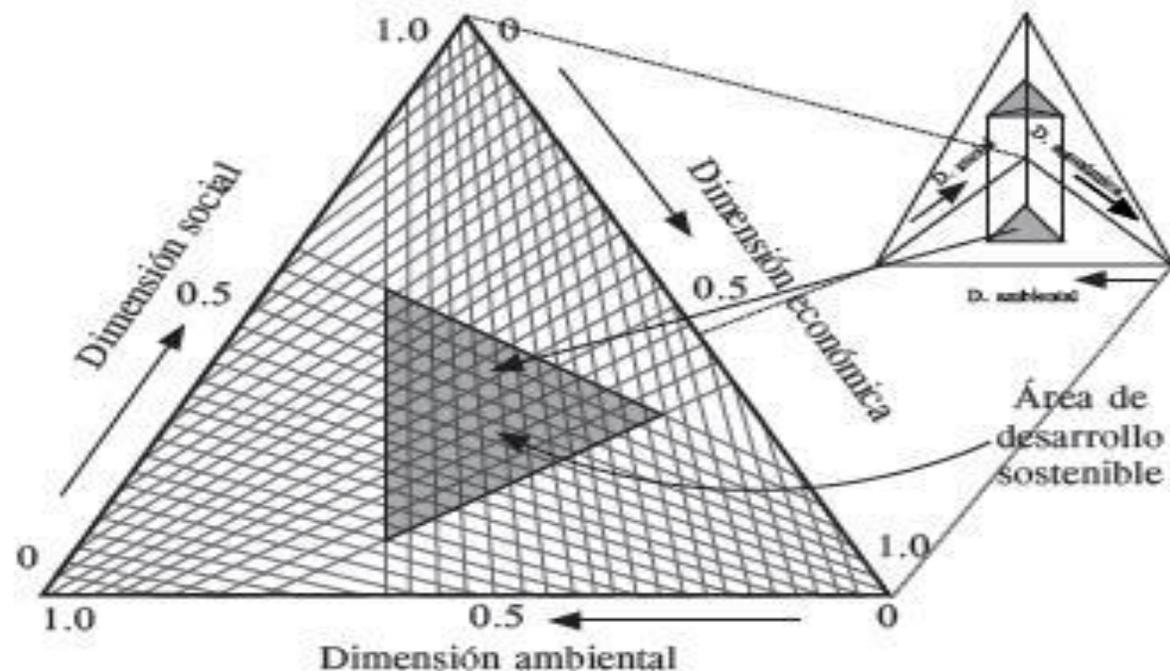
Para lograr este desarrollo sostenible es imprescindible mejorar las condiciones de producción agrarias, debido a que los modelos actuales contribuye significativamente al cambio climático, contaminación del agua y pérdida de biodiversidad.

**Cuadro 1. Crecimiento poblacional total desde 1969 a 2015**

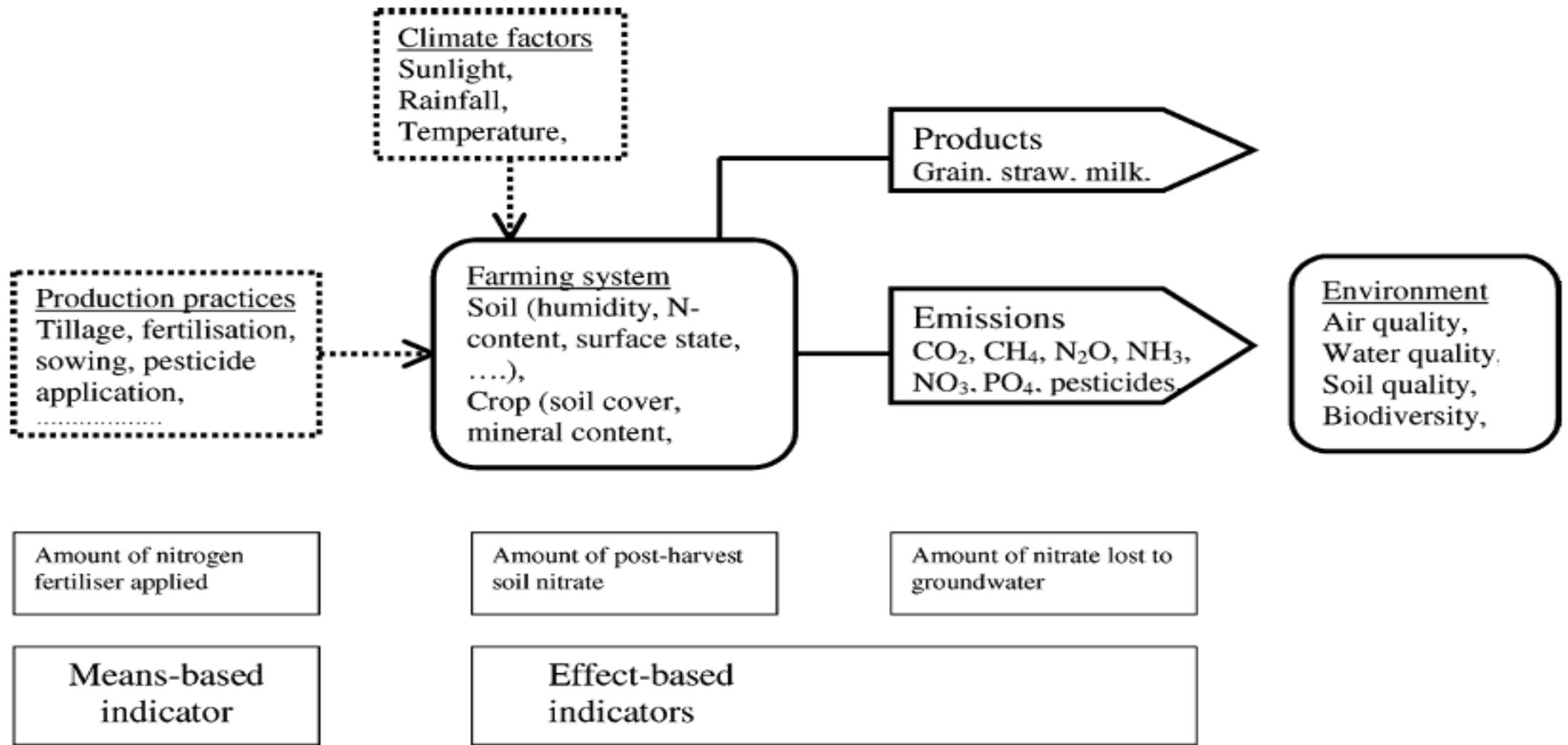
Años	Población
1969	3.607.865.510
1979	4.362.189.530
1989	5.218.978.020
1999	6.049.205.200
2009	6.846.479.520
2015	7.349.472.100

(FAOSTAT-2016).

Se prevé que entre 2005 y 2050 la demanda de alimentos se duplicara (Dong, *et. al.*, 2013) en virtud que el crecimiento poblacional sigue en aumento como se observa en el Cuadro 1



(Casas-Cázares, *et al.*, 2009)

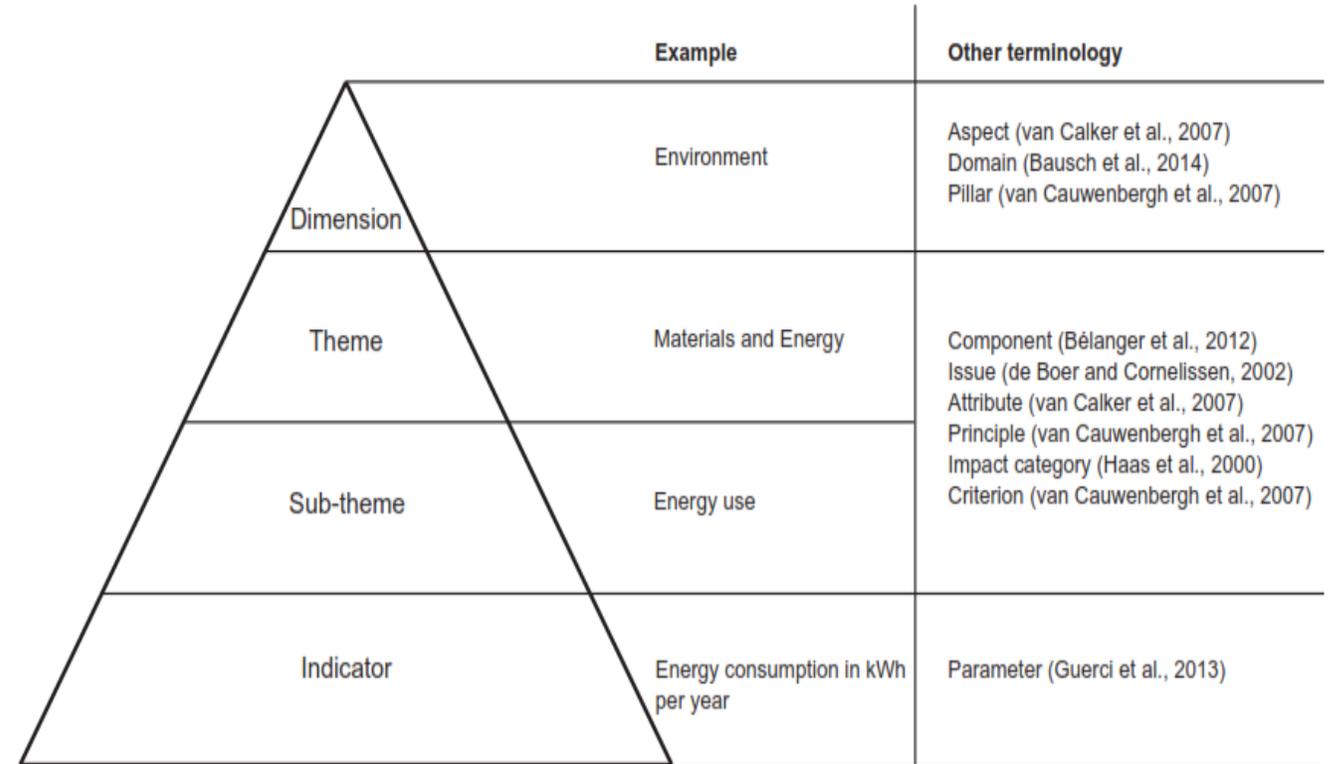


Van Der et al., (2002).

Evaluar la degradación del ambiente producto de los sistemas agrarios es una tarea difícil, donde se debe desarrollar una adecuada metodología para medir la sostenibilidad teniendo en cuenta que un problema que no puede ser claramente medido será difícil de mejorar

## Cuadro 2.- Estructura por niveles jerárquicos para medir la sostenibilidad agraria

Nivel jerárquicos	Términos empleados
Dimensión	Aspectos, Pilares
Tema	Atributos, Categorías, Componentes, Criterios,
Índices	Principios, Metas, Umbrales
Indicador	Parámetros, Variables



de Olde et al., (2016)

# Selección de indicadores

Dos categorías:

Los de conjuntos de indicadores (data set) que proporcionan información individual

Los de **marcos de trabajo (framework)** de naturaleza empírica en la cual las variables en estudio se agrupan para conformar indicadores que luego sintetizan la información para la construcción de un índice

Los Framework son **3 grupos de indicadores**:

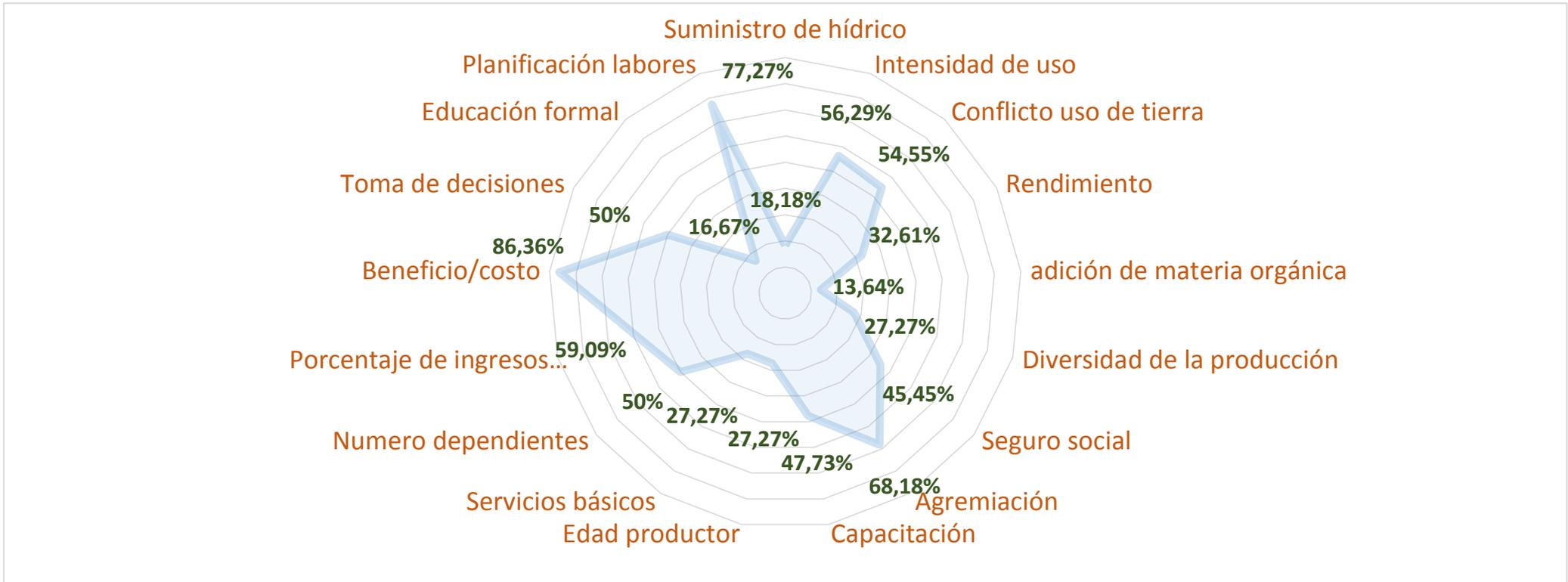
- 1.- Los **analíticos de causa efecto** utilizados en matrices de doble entrada para estimar **impacto al ambiente**
- 2.- Los de **tipo sistémico** de carácter integrador con el enfoque holístico (**económico, social y ambiental**) del desarrollo sostenible
- 3.- Los **normativos** donde se determinan los dominios con **metas, objetivos y umbrales**.

# Marcos de referencias (framework)

- El objetivo de un marco de referencias es comparar la sostenibilidad de los sistemas de producción diferentes, por ejemplo entre orgánicos y convencionales.
- Proceso de la información: normalización, agregación y ponderación de los indicadores.
- El objeto de este proceso es hacer los indicadores comparables, es decir, transformar las diferentes escalas en una escala única, tomando en cuenta que los indicadores normalizados se agregan luego mediante fórmulas específicas.
- Un factor a considerar es si un indicador es considerado más "importante" que otro, asignando un peso más fuerte que los demás dentro del procedimiento de agregación.

Cuadro 3.- comparación de framework para medir la sostenibilidad agraria

Criterios	MESMIS /Masera, Aster y López Raura-1999- México	RISE/BFH 2003-Suiza	SAFE/ Van Cauwembergh, et. al 2007- Belgica
Disponibilidad de datos	Fuentes primarias y secundaria,	Fuentes primarias y secundarias	Fuentes primarias y secundarias
Escala temporal	Exante Expost	Exante Expost	Exante Expost
Escala de análisis	Regional sistema de explotación agrarios-Finca	Finca	Sistemas de explotación agrarios-Fincas
Grado de participación	Alta se aplica el diagnostico participativo en los involucrados	Medio (los resultados se discuten con los agricultores y otras partes interesadas)	Baja (no se discute con los interesados, pero se informa)
Objeto	Aplicación de principios de sostenibilidad a nivel específicos definiendo operacionales y prácticas	Mejor integral de la sostenibilidad agrícola a nivel de finca	Aplicación de Política y normativa
Estructura	Atributos de Sostenibilidad Criterios de diagnostico Sistema de manejo a evaluar Indicadores	Indicador Parámetro Niveles 1.- Estado 2.-Fuerza impulsora	Metas Principios Criterios Indicadores
Tipo de evaluación	Normativo	Sistémico	Normativo
Enfoque	Ambiental, Económico y Social	Ambiental, Económico y Social	Ambiental, Económico y Social
Proceso de agregación de indicadores	De bajo hacia arriba, empleo de estadísticas descriptiva	De bajo hacia arriba, empleo de estadísticas descriptiva	De arriba a abajo de abajo a arriba, empleo de estadística multivariada
Emplea macro indicadores	no	no	Si,
Representación Grafica	Grafico AMOEBA	Grafico AMOEBA	Dendograma



Grafica radial de indicadores de sostenibilidad estimados y calculado para el sector Pagua, Cantón El Guabo

Dimensión	índice	indicador
Social	Empleabilidad	Plazas generadas por la actividad agraria; estacionalidad de la mano de obra
	Equidad	Número de mujeres en actividad agraria; Aseso a la educación
	Educación	Nivel de formación, capacitación
	Asociación	Agremiación y participación en grupos sociales;
	Aseso servicios básicos	Nivel tecnológico, servicios básico en la finca; Distancia de la finca al centro urbano más cercano
Económica	Ingresos económicos	Distribución de los ingresos, Ganancias de venta por cultivo;
	Producción	Ratio costos beneficio; Cuantificación de la producción
	Costos	Nivel de endeudamiento de la finca
Ambiental	Biodiversidad	Índice de Shannon Wiener; Vegetación circundante; Calidad del paisaje; Porcentaje de diversidad por cultivos; Capacidad de conservación recursos genéticos a nivel de finca
	Calidad del suelo	Físicos: profundidad del suelo Textura, conductividad hidráulica, densidad aparente, porosidad Químicos: C.I.C, pH, C.E, Carbono Total, Nitrógeno Total, Relación C/N, Materia orgánica Biológicos: presencia de organismos en el suelo
	Manejo del suelo	Aptitud agrologica del suelo; Conflicto de uso del suelo; Cobertura del suelo, tipo de labranza; Erosión potencia, superficie cultivada por habitante, Manejo de nutrientes
	Manejo Cultivo	Área bajo riego; Superficie total cultivada; Superficie por cultivo; Números de labores agrícolas, tipo de implementos agrícolas; Uso de agroquímicos.
	Energía	Porcentaje de energía renovable utilizada en la finca; Cantidad de energía fósil consumida

## Conclusión

SAFE necesita de una línea base para definir parámetros para la agregación en índices, recomendando su uso cuando se aplique políticas para medir su impacto en el tiempo. MESMIS tiene una aplicación para grupos de agricultores asociados apoyándose en el diagnóstico participativo y RISE con un enfoque hacia lo empresarial procura tener un mayor detalle de cada indicador.

### Referencias Bibliográficas

- 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), 71–81. doi:10.1016/j.eiar.2009.06.002
- Böhringer, C.; Jochem, P. E. P. 2007. Measuring the immeasurable — A survey of sustainability indices. *Ecological Economics*, 63(1), 1–8. doi:10.1016/j.ecolecon.2007.03.008
- Cárdenas, G.; Gomez, H.; Idarraga, A.; Vasquez, L. 2006. Desarrollo y validación de metodología para evaluar con indicadores la sustentabilidad de sistemas productivos campesinos de la asociación de caficultores orgánicos de Colombia – Acoc. *Investigaciones UNISARC*, 4(2), 22–46.
- 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, 391–404. doi:10.1016/j.ecolind.2016.01.047
- 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), 226–239. doi:10.1016/j.envsci.2015.07.006
- Gómez, L.; Ríos-Osorio, L.; Luisa, M.; Durán, E. 2015. El Concepto de sostenibilidad en agroecología. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 18(2), 329–337.
- Grentz, J.; Thalmann, C.; Stämpfli, A.; Studer, C.; Häni, F. 2009. RISE – a method for assessing the sustainability of agricultural production at farm level. *Rural Development News*, 1, 5–9.