

## Cálculo de índices de sostenibilidad para una finca dedicada a la producción de café orgánico en San José (Costa, Rica)

Jean A. Gamboa-Tabares<sup>1\*</sup>, Orlando Varela-Ramírez<sup>1</sup>, Walter Peraza-Padilla<sup>1</sup>, Ruth León-González<sup>1</sup>, Hugo A. Chávez-Vargas<sup>1</sup>, Carlos R. Obando-Contreras<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Maestría en Agricultura Alternativa con mención en Agricultura Ecológica. Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica.

Recibido, 23 de Octubre de 2008; aceptado 8 de Mayo de 2009

### Resumen

En el Cantón de Aserrí (Provincia San José, Costa Rica) se monitoreo la sostenibilidad en la Finca Los Bobos, dedicada a la producción de café orgánico, mediante la utilización de una metodología integrada para evaluar la sostenibilidad en sistemas de producción agropecuarios. El cálculo de índices comprendió la determinación de los valores actuales y de referencia para los indicadores, estandarización, ponderación, agregación y graficación. A través de este método se generó un índice agregado de sostenibilidad que evaluó el desarrollo integral de la Finca Los Bobos en cuatro dimensiones: Ecológica, Económica, Social y Técnica. Los valores extremos de este índice fueron 0 (subóptimo) y 1 (óptimo). Se realizó la medición de 27 indicadores para la dimensión ecológica, 25 para la económica, 20 para la social y 23 para la técnica. Para cada dimensión los componentes con mayor índice de sostenibilidad son: ecológica: humano (1,00); económica: animal (0,90); social: animal (0,99) y vegetal (0,99); y técnica: humano (1,00). El índice agregado de sostenibilidad para las dimensiones fue: dimensión social: 0,91; dimensión ecológica: 0,74; dimensión técnica: 0,74; y dimensión económica: 0,69. El índice agregado de sostenibilidad para el sistema fue de 0,76. © 2009 Universidad de la Amazonia. Todos los derechos reservados.

*Palabras clave:* componentes, dimensiones, indicador, índice agregado, sostenibilidad.

### Abstract

At Cantón de Aserrí (Provincia San José, Costa Rica), the sustainability of Los Bobos farm, dedicated to produce organic coffee, was monitored by using an integrated methodology to assess the sustainability of farming production systems. Index calculation was done following different stages: determination of current and reference values for indicators, standardization, ponderation, aggregation and graphing. By using this method, an aggregated sustainability index was designed and used to evaluate the integral development of Los Bobos farm in four dimensions: ecological, economical, social and technical. The extreme values for this index were 0 (sub-very good) and 1 (very good). For the ecological dimension, a measurement of 27 indicators was necessary, 25 indicators for the economical dimension, 20 for the social dimension and 23 for the technical dimension. The components with higher values of sustainability index for each dimension were: ecological: anthropic (1,00); social: animal (0,99) and flora (0,99), and technical: anthropic (1,00). Aggregated sustainability index for the social dimension was 0,91; for the ecological dimension 0,74; for the technical dimension 0,74; and for the economical dimension 0,69. The aggregate sustainability index for the whole system was 0,76. © 2009 Universidad de la Amazonia. All rights reserved.

*Key words:* components, dimensión, indicador, aggregated index, sustainability.

### Introducción

El concepto de “desarrollo sostenible” es parte de una corriente del pensamiento occidental relativamente reciente, con profundas implicaciones éticas, ambientales, económicas, políticas y tecnológicas que se ha incorporado rápidamente en las agendas de los países, organizaciones internacionales, agencias de desarrollo, organizaciones no gubernamentales y gremios político-económicos tanto de las naciones industrializadas como de las subdesarrolladas. El desarrollo sostenible busca

augmentar la producción agrícola para asegurar que todas las personas tengan acceso a los alimentos que necesitan, mejorar su bienestar de conformidad con sus aspiraciones y conservar los recursos ambientales y culturales (The World Commission on Environment and Development 1987).

La estimación de la sostenibilidad en sistemas de producción agropecuarios, resulta complejo por la naturaleza de sus componentes, por lo que es imperioso buscar modelos que permitan estimarlo de manera práctica. Los indicadores pueden constituirse en instrumentos para hacer la

\*Autor para correspondencia. E-mail: [gamboatabares@gmail.com](mailto:gamboatabares@gmail.com)

medición de la sostenibilidad más operacional. Sin embargo es importante considerar que no existen indicadores universales, sino más bien que estos deben ser ajustados a las necesidades de información según las decisiones que estos indicadores deben apoyar. Los indicadores de sostenibilidad deben ser fruto de un acuerdo entre los actores involucrados respecto a los principales problemas, preocupaciones y anhelos relacionados con la sostenibilidad en el ámbito bajo análisis (Blanco *et. al.* 2001). El enfoque basado en indicadores permite agregar y simplificar información de diferente naturaleza, de una manera útil y ventajosa. Un indicador de sostenibilidad es un número o una cualidad que pone de manifiesto el estado o condición de un proceso relacionado con la sostenibilidad (Müller 1996)

De acuerdo con lo anterior, el abordaje de este trabajo ha tenido como concepción metodológica, que la evaluación de la sostenibilidad de una unidad socio-productiva debe tomar en cuenta la multidimensionalidad, y cubre cuatro dimensiones principales: ecológica, económica, social y técnica. En la dimensión ecológica, era necesario conocer y comprobar si el modelo en estudio promueve la conservación de los recursos naturales a nivel local. En la dimensión económica, se requería evaluar la incidencia del sistema de producción en parámetros económicos como el nivel de ingresos o las mejoras del sistema de producción a través de inversiones dirigidas a la conservación del suelo, recursos hídricos, cultivos, etc. En cuanto a la dimensión social, era necesario comprobar la calidad de vida de la comunidad involucrada en el sistema de producción y su influencia en el manejo y conservación de los recursos naturales. En la dimensión técnica, debía comprobarse la posibilidad de cambios en el modo de pensar del productor campesino respecto a la importancia de la autogestión empresarial.

La metodología empleada permitió representar el grado de desempeño de la Finca Los Bobos en un período determinado (octubre de 2005 a noviembre de 2006), por lo que se utilizó indicadores representativos en las diferentes dimensiones (ecológica, económica, social y técnica) para los respectivos componentes del sistema. Este trabajo tuvo como objetivo describir, analizar y determinar los indicadores de sostenibilidad dentro de la estructura del sistema de producción de la Finca Los Bobos.

## Metodología

La finca Los Bobos, se encuentra ubicada en el Cantón Aserrí, Provincia de San José. La zona presenta precipitación promedio de 2.500 milímetros anuales, temperatura promedio de 23,5°C, brillo solar entre 5 y 6 horas/día y altura de 1.200 m.s.n.m.

### *Estimación de valores actuales y de referencia para los indicadores*

Se determinó el valor actual de cada indicador para el sistema de producción de café orgánico, evaluado en la Finca Los Bobos. Este valor se obtuvo de distintas fuentes, ya sea del diagnóstico preliminar realizado mediante recorridos en la finca, ó por medio de análisis de campo y realización de muestreos. En algunos casos la información fue obtenida por medio de revisión de trabajos de investigación desarrollados en el predio.

Los valores actuales obtenidos para cada indicador fueron comparados contra un sistema de referencia diseñado por el grupo ejecutor. El sistema de referencia se basó en la especificación de valores óptimos y subóptimos. Se definió como óptimo el valor meta ideal que puede alcanzar un indicador y como subóptimo el valor más bajo que puede tener un indicador. Los valores óptimos y subóptimos fueron obtenidos de diferentes fuentes tales como: revisión de literatura, comunicación personal con profesionales expertos en las diferentes líneas de los indicadores evaluados y consenso entre el grupo ejecutor.

### *Estandarización*

Los valores actuales obtenidos en el paso anterior se estandarizaron a una escala entre 0 y 1 con el fin de contar con una escala única de medición para los distintos indicadores (Looijen 1997). Dicha estandarización se realizó mediante la siguiente fórmula:

RR

$$RR = \frac{|Va| - Vso}{Vo - Vso}$$

Donde:

RR: Rendimiento relativo

Va: Valor actual

Vso: Valor subóptimo

*Vo*: Valor óptimo

### Ponderación

Posteriormente, se realizó un análisis de ponderación con el fin de especificar la importancia relativa de cada indicador dentro del conjunto de indicadores disponibles. Este análisis se realizó con base en las opiniones del equipo ejecutor del estudio, mediante el método de ranqueo completo (Looijen 1997). La fórmula utilizada para la ponderación de los indicadores es la siguiente:

$$VPi = \frac{\sum_{e=1}^{ne} Se}{\sum_{i=1}^{ni} \sum_{e=1}^{ne} Se}$$

Donde:

*VPi*: Valor ponderado adjudicado a cada indicador ( $0 < VPi < 1$ )

*Se*: Store (calificación) adjudicado al indicador *i* según evaluador *e* ( $1 \leq Se \leq ni$ )

Según este método el indicador que se considera menos importante recibe un valor de 1 y el más importante recibe un valor de *n*, donde *n* es número de indicadores dentro del componente evaluado. El método permite también la adjudicación de scores iguales a distintos indicadores, siempre y cuando la suma total de los scores se mantenga invariable. Mediante este método, la suma de los valores de ponderación de indicadores en cada componente evaluado es igual a 1. Esta metodología se utilizó para ponderar los componentes dentro de cada dimensión y las dimensiones dentro del sistema, y se sustituyó en la fórmula 2 los indicadores por componentes y dimensiones respectivamente.

### Agregación

Se realizó mediante la sumatoria de los productos del rendimiento relativo por la ponderación de cada indicador, con lo cual se obtuvo el índice agregado de sostenibilidad por componente, para ello se aplicó la siguiente fórmula:

$$IASc = \sum_{i=1}^n (RRi * VPi)$$

Donde:

*IASc*: Índice de sostenibilidad agregado por componente

*RRi*: Rendimiento relativo de cada indicador

*VPi*: Valor ponderado dado a cada indicador

Posteriormente se calculó un índice agregado para cada dimensión mediante la sumatoria de productos del índice agregado de cada componente por su respectiva ponderación, y se aplicó la fórmula:

$$IASd = \sum_{c=1}^n (IASc * VPC)$$

Donde:

*IASd*: Índice agregado de sostenibilidad por dimensión

*IASc*: Índice agregado de sostenibilidad por componente

*VPC*: Valor ponderado dado a cada componente

Finalmente, se estimó un índice integral de sostenibilidad para el sistema mediante la sumatoria de los productos del índice agregado de cada dimensión por su respectiva ponderación (Looijen 1997), con la fórmula siguiente:

$$IASs = \sum_{c=1}^n (IASd * VPd)$$

Donde:

*IASs*: Índice agregado de Sostenibilidad para el sistema

*IASd*: Índice agregado de sostenibilidad por dimensión

*VPd*: Valor ponderado dado a cada dimensión

### Graficación de índices

Con el propósito de esquematizar de manera completa la información finalmente obtenida con respecto a los índices de sostenibilidad obtenidos para cada componente dentro de cada dimensión, se elaboraron gráficos denominados "polígonos de sostenibilidad". El índice agregado de sostenibilidad para las dimensiones se graficó en diagramas de barras. Esto permitió visualizar las

tendencias de sostenibilidad del sistema de producción en este estudio, en distintos niveles de agregación.

## Resultados y discusión

### Valores actuales y de referencia para los indicadores

La Tabla 1 muestra los indicadores evaluados en el proceso de análisis de la sostenibilidad de la finca Los Bobos, con sus respectivos valores óptimos y

subóptimos. El grupo ejecutor y productor, acordaron en la metodología propuesta, evaluar indicadores para los componentes de la siguiente manera: ecológica y técnica: animal, vegetal, suelo, humano e infraestructura; económica y social: animal, vegetal, humano e infraestructura. Es necesario mencionar para la dimensión económica, que el precio de un dólar americano al momento de análisis era de 517 colones (moneda de la República de Costa Rica), y de 2 300 pesos (moneda de la República de Colombia).

Tabla 1. Estimación de valores actuales y de referencia para los indicadores de las dimensiones ecológica, económica, social y técnica, en la Finca Los Bobos (San José, Costa Rica).

Dimensión ecológica	Valor subóptimo	Valor actual	Valor óptimo
<b>Componente animal</b>			
N° especies aves/punto de muestreo	1	6	9
N° artrópodos de suelo/m <sup>2</sup>	0	465	697
N° bovinos/ha	0,15	0,15	0,9
N° aves de corral/m <sup>2</sup>	10	0,8	0,8
<b>Componente vegetal</b>			
N° de plantas de café/ha	20000	6 250	6 250
N° árboles frutales/ha	278	507	507
N° musáceas/ha	625	200	200
N° árboles maderables/ha	278	267	267
kg/año de suplementación obtenida de prác. agroforestal	3 650	7 300	27 375
N° estratos verticales en práctica agroforestal	1	4	5
% cobertura arvenses en práctica agroforestal	100	77	50
% área de bosque/área total finca	0	85,71	85,71
% área de finca sin uso agropecuario	0	85,71	100
% de plantas con síntomas de enfermedades	0	77	100
% de plantas con daños de insectos	0	7	100
<b>Componente suelo</b>			
% de área prác. agróf. con incidencia directa de luz solar	100	70	0
% nemátodos benéficos/100 gramos de suelo	0	53,43	53,43
Gramos de anélidos/m <sup>2</sup>	0	121,6	121,6
pH del suelo	4,8	5,0	6,0
mg/litro de fósforo disponible	10	7	25
cmol/litro de suelo de potasio extraíble	0,20	0,26	0,4
t/ha/año abono orgánico aplicado	0	5	9
<b>Componente humano</b>			
Meses del año con disponibilidad de agua	0	12	12
<b>Componente infraestructura</b>			
Litros combustible/año al interior de finca	1 464	732	366
Litros combustible/año en acarreo de productos	3 840	1 920	960
Presencia de tanques sépticos	0	1	1
Tratamiento de aguas servidas	0	0	1

Continuación Tabla 1.

Dimensión económica	Valor subóptimo	Valor actual	Valor óptimo
<b>Componente animal</b>			
Colones/año mano de obra familiar	0	365 000	730 000
Colones/año insumos (alimentación y sanidad)	0	502 640	1 005 280
Colones/año venta animales (bovinos, porcinos y aves)	0	1 610 000	1 610 000
Colones/año venta subproductos animales	0	638 750	638 750
Colones/año productos autoconsumo	0	383 200	383 200
Colones Producto Bruto Animal	0	4 131 950	4 131 950
<b>Componente vegetal</b>			
Colones/año mano de obra contratada	0	3 600 000	4 868 000
Colones/año mano de obra familiar	6 340 000	6 340 000	5 072 000
Colones/año resiembra	0	225 000	225 000
Colones/año insumos (fertilización, materiales, procesos agroindustriales)	0	1 750 000	3 500 000
Colones/año venta café	0	1 260 000	2 520 000
Colones/año venta musáceas	0	1 728 000	3 456 000
Colones/año venta cítricos	0	875 000	1 750 000
Colones/año venta jocotes	0	10 000 000	10 000 000
Colones/año productos autoconsumo (café, musáceas, cítricos, jocotes)	0	226 000	226 000
Colones/año Producto Bruto Vegetal	0	14 089 000	17 952 000
<b>Componente humano</b>			
Colones/jornal mano de obra familiar en act. agrícolas	4 000	8 000	8 000
Colones/jornal mano de obra familiar en act. pecuarias	4 000	8 000	8 000
Colones/jornal mano de obra contratada en act. agrícolas	3 200	4 000	8 000
<b>Componente infraestructura</b>			
Colones/año compra combustible consumo interno	506 544	253 272	126 636
Colones/año compra combustible acarreo de productos	1 328 640	664 320	332 160
Colones/año mantenimiento de cercas	0	0	50 000
Colones/año mantenimiento de caminos	0	250 000	250 000
Colones/año mantenimiento de establo	0	0	30 000
Colones/año mantenimiento de galpones	0	0	20 000

Continuación Tabla 1.

Dimensión social	Valor subóptimo	Valor actual	Valor óptimo
Componente animal			
kg/año productos pecuarios autoconsumo	0	936,5	936,5
% autoconsumo/ producción total pecuaria	0	22,90	22,90
Componente vegetal			
kg/año productos agrícolas de autoconsumo	0	1121	1121
% autoconsumo/producción total agrícola	0	2,68	2,68
Componente humano			
Estado de la vivienda	0	1	1
Salario base zona/salario pagado finca	0,5	1	1
Niveles educativos alcanzados por familia	0	0,87	1
Niveles educativos alcanzados por trabajadores	0	0,41	1
Acceso seguro social familia	0	1	1
Acceso seguro riesgos de trabajadores (INS)	0	0	1
N° asistencias/año	0	0	3
N° capacitaciones/año a productor	0	1	1
N° capacitaciones/año a trabajadores	0	0,5	1
Componente infraestructura			
Calidad de caminos internos	0	1	1
Calidad de caminos externos	0	1	1
Estado de la vivienda	0	1	1
Acceso a luz	0	1	1
Acceso agua potable	0	1	1
Acceso teléfono	0	1	1
Acceso a transporte público	0	0	1

Continuación Tabla 1.

Dimensión técnica	Valor subóptimo	Valor actual	Valor óptimo
Componente animal			
N° de desparasitaciones/año	0	2	3
N° de vacunaciones/año	0	0	2
kg carne bovino/año	0	1 500	1 500
kg carne aves/año	0	87,5	87,5
kg leche/año	0	1 825	1 825
N° de bovinos/ha	0,15	0,15	0,9
N° de aves de corral/m <sup>2</sup>	10	0,8	0,8
Componente vegetal			
kg materia fresca suplemento/ha/año	3 650	7 300	27 375
N° podas/año	0	2	2
N° de chapias/año	0	2	2
Kilogramos café/ha/año	0	576	576
kg jocotes/ha/año	0	2 002,8	2 002,8
Unidades naranjas/ha/año	0	596,63	596,63
kg bananos/ha/año	0	1120	1120
Componente suelo			
t / ha / año de abonos orgánicos	0	5	9
Componente humano			
Jornales / ha / año	0	24,83	24,83
Jornales / año actividad pecuaria	0	0,76	0,76
Jornales / año actividad agrícola	0	169,25	169,25
UTH (Unidad de trabajo hombre) / año	0	7,24	7,24
Componente infraestructura			
Calidad de establos	0	0,25	1
Calidad de cercas	0	0,25	1
Calidad de galpones	0	0	1
Meses acceso a caminos internos durante el año	0	12	12

*Análisis de sostenibilidad por componente dentro de cada dimensión*

Los índices de sostenibilidad por componente dentro de las cuatro dimensiones evaluadas se muestran en la Tabla 2. La Figura 1 incluye los polígonos del índice agregado de sostenibilidad por componentes en cada dimensión para la Finca Los Bobos.

En la dimensión ecológica el componente humano tuvo un rendimiento relativo equivalente al óptimo (1,00), debido a que solamente se valoró un indicador. Se hace necesario para estudios posteriores, incluir mayor número de indicadores que reflejen desde distintas variables, una realidad con más argumentos del componente humano en la dimensión ecológica. El componente vegetal obtuvo un índice de 0,76, lo que refleja directamente las características de la práctica agroforestal en cuanto al beneficio

ecológico obtenido. El componente animal presenta índice de 0,65, debido principalmente a los datos obtenidos en la práctica agroforestal para grupos de importancia ecológica como son las aves y artrópodos del suelo. Además, este componente es manejado a pequeña escala para los animales bovinos y aves, lo que, de cierta manera resulta satisfactorio para el productor por el aporte necesario de subproductos de consumo diario familiar. El componente infraestructura presentó un índice de 0,66, y se ubicó en la cuarta posición en el grupo de componentes evaluados. El componente suelo presentó el índice más bajo de los componentes de la dimensión ecológica, debido principalmente a las condiciones químicas no óptimas del suelo y los bajos aportes de materia orgánica realizados durante el periodo de estudio.

En la dimensión económica el componente animal tuvo rendimiento relativo cercano al óptimo, con un índice de 0,90. El comportamiento

Tabla 2. Índice agregado de sostenibilidad por componente (IASc) dentro de cada dimensión para la Finca Los Bobos (San José, Costa Rica).

Componentes	Índice de sostenibilidad por componente ( IASc)			
	Ecológica	Económica	Social	Técnica
Animal	0,65	0,90	0,99	0,78
Vegetal	0,76	0,67	0,99	0,88
Suelo	0,59	-	-	0,55
Humano	1,00	0,71	0,79	1,00
Infraestructura	0,66	0,52	0,94	0,47

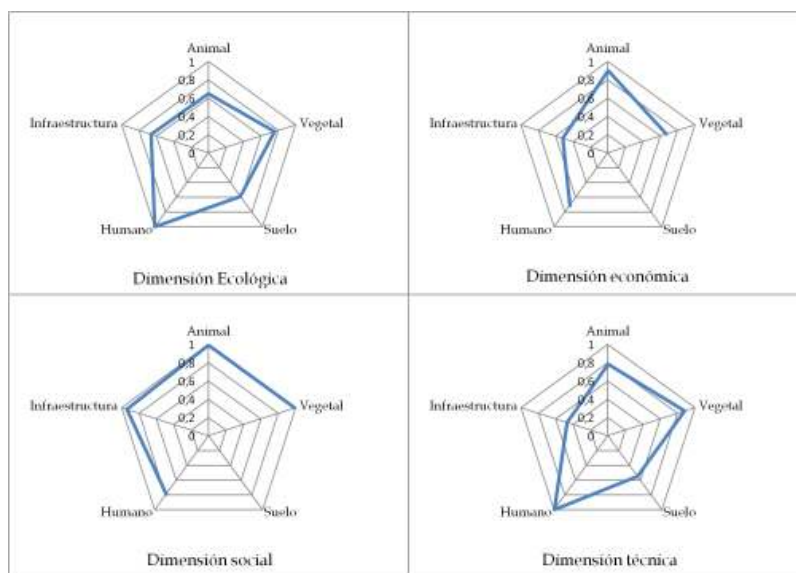


Figura 1. Polígonos del índice agregado de sostenibilidad por componentes en cada dimensión para la Finca Los Bobos (San José, Costa Rica).



de este componente se debió principalmente al aporte de productos de autoconsumo y a los ingresos por ventas de bovinos y subproductos como la leche, carne de aves y huevos, los que constituyen un flujo de dinero adicional durante momentos específicos del año. El componente humano obtuvo un índice de 0,71 debido a las remuneraciones por jornal laborado, que permite hacer el sistema de producción, tanto para mano de obra contratada como familiar. El componente vegetal obtuvo un índice de 0,67, debido a que el grupo ejecutor consideró como óptimo duplicar la producción vegetal en su totalidad, lo que se constituye en un objetivo económico, ecológico, social y técnico para el sistema de producción. El componente infraestructura obtuvo un índice de 0,52, debido a las pocas inversiones que se hacen anualmente en cercas, establos, galpones, lo que en el futuro puede disminuir la valoración de la finca.

En la dimensión social los componentes animal y vegetal alcanzaron un valor de 0,99. Estos índices se obtienen por la valoración de indicadores relacionados con el autoconsumo, lo cual es de gran importancia para los habitantes del sistema de producción. El componente infraestructura, presentó un valor cercano al óptimo de 0,94 por indicadores óptimos como el acceso a los servicios básicos, estado de vivienda y la accesibilidad a los caminos internos y externos durante todo el año. El componente humano obtuvo un índice de 0,79, con indicadores óptimos como calidad de vivienda, nivel educativo de familia, acceso seguro social y salarios pagados en la finca; que se vieron disminuidos por indicadores subóptimos como acceso a seguro riesgos de trabajadores, asistencias/año recibidas, niveles educativos de trabajadores y capacitaciones/año a trabajadores.

En la dimensión técnica el componente humano alcanza valor óptimo de 1,00, por indicadores relacionados con la generación de empleo y la distribución de jornales durante el año en las distintas actividades agrícolas y pecuarias desarrolladas en el sistema de producción. El componente vegetal obtuvo un índice de 0,88, por la valoración de indicadores óptimos relacionados con las actividades de manejo a los distintos cultivos y la productividad obtenida de los mismos. El componente animal obtuvo un índice de 0,78, con indicadores óptimos relacionados con la productividad animal (cerdos, bovinos y aves), e indicadores subóptimos como la baja densidad y el deficiente manejo técnico de bovinos. El índice

del componente suelo se relaciona directamente con la aplicación deficiente de abonos orgánicos durante el año de estudio, lo que dio finalmente un valor de 0,55. El valor más bajo para esta dimensión se obtuvo en el componente infraestructura por indicadores subóptimos relacionados con el poco interés de inversión para el mejoramiento de la infraestructura vial, cercas, establos y galpones en el sistema de producción.

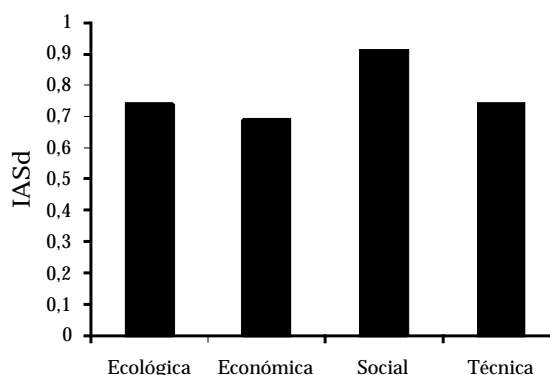


Figura 2. Índice agregado de sostenibilidad por dimensión (IASd) para la Finca Los Bobos (San José, Costa Rica).

#### Índice agregado de sostenibilidad para el sistema

Para resumir la información de sostenibilidad en el sistema de producción de la Finca Los Bobos, se obtuvo el índice agregado de sostenibilidad para el sistema con valor de 0,76. Este índice está directamente relacionado con la valoración ponderada realizada por el grupo ejecutor y el productor, en la que fueron valoradas las dimensiones ecológica y económica con valor de 3,00, mientras las dimensiones social y técnica se valoraron con 0,21 y 0,18, respectivamente. De esta manera se obtuvo que la dimensión ecológica es la de mayor aporte a la sostenibilidad del sistema.

De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente trabajo, se ha recomendado al productor hacer análisis detallado de los indicadores con tendencia a estados subóptimos o no deseables y, diseñar una estrategia de equilibrio dentro del sistema productivo para tales indicadores. Los indicadores que presentaron valores subóptimos para cada componente evaluado fueron: (a) Componente animal: N° de bovinos/hectárea, colones/año mano de obra familiar, colones/año insumos (alimentación y sanidad), número de vacunaciones/año; (b) Componente vegetal: kg/año de suplementación obtenida de práctica agroforestal, % cobertura de arvenses en práctica

agroforestal, colones/año insumos (fertilización, materiales procesos agroindustriales), colones/año venta café, colones/año venta musáceas, colones/año venta cítricos, colones/año Producto Bruto Vegetal, % plantas con daño de insectos; (c) Componente suelo: % área de práctica agroforestal con incidencia directa de luz solar, pH del suelo, mg/litro de fósforo disponible, cmol/litro de potasio extraíble, t/ha/año abono orgánico aplicado; (d) Componente humano: niveles educativos alcanzados por trabajadores, acceso seguro riesgos de trabajadores (INS), número de asistencias/año, número capacitaciones/año a trabajadores; (e) Componente infraestructura: colones/año por mantenimiento de cercas, colones/año por mantenimiento de establo, colones/año por mantenimiento de galpones, tratamiento de aguas servidas, acceso a transporte público.

#### Agradecimientos

A los señores Minor Corrales, Román Corrales, y sus familias, por recibirnos amablemente en sus

hogares y permitirnos desarrollar el presente trabajo en la finca Los Bobos. Al Ph.D. Leonidas Villalobos, por sus aportes conceptuales a la metodología desarrollada. A los laboratorios de Nematología y Entomología de la Escuela de Ciencias Agrarias (Universidad Nacional-Costa Rica), por su apoyo en el procesamiento de muestras para el presente trabajo.

#### Literatura citada

- Blanco, H; Wautiez, F; Llaveró, A; Riveros, C. 2001. Indicadores regionales de desarrollo sustentable en Chile: ¿Hasta qué punto son útiles y necesarios?. *Revista Latinoamericana de Estudios Urbano Regionales (EURE)*, Pontificia Universidad Católica de Chile. 27(81):85-95.
- Looijen, JM. 1997. Environmental impact assessment: Lecture notes. International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences. 58 p.
- Müller, S. 1996. ¿Cómo medir la sostenibilidad?: una propuesta para el área de la agricultura y de los recursos naturales. San José, CR, GTZ. 56 p. (Serie Documentos de Discusión sobre Agricultura Sostenible y Recursos Naturales).
- The World Commission on Environment and Development. 1987. "Nuestro futuro común. Editorial Alianza. Barcelona. 120 p.