INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD SOCIAL Y TIPIFICACIÓN DEL SISTEMA VACA-TERNERO Y DOBLE PROPÓSITO EN GUALACA, PANAMÁ[1]

Pedro Guerra-Martínez[2]; María Milagros De Gracia-Victoria[3]; Carlos Iván Martínez-Delgado[4]; José Luis Bernal-Rosas[5]; Olegario Ibarra-Guerra[6]; Arnulfo Domínguez-De León[7]

RESUMEN

Los objetivos de este estudio fueron presentar una propuesta como herramienta para la evaluación de la sostenibilidad social, identificar variables de los indicadores de sostenibilidad social, tipificar y caracterizar las fincas del sistema vaca-ternero (SVT) y doble propósito (SDP) de Gualaca, Chiriquí. Se seleccionaron siete fincas del SVT y seis del SDP. Se aplicó una encuesta estructurada y analizada con la metodología de Ríos (2010). Se consideraron 24 variables (Xi) y conformaron 12 variables determinantes (VISSi) de los indicadores de sostenibilidad social. Las VISSi seleccionadas presentaron CV>25%. A cada Xi se asignaron valores (VA_i) mediante escalas de Likert. Con las $VISS_i$ se calcularon los indicadores de sostenibilidad social, $Cind_i$ para SVT y $Lind_i$ para SDP y el General (VistC y VistL, respectivamente). Con las variables relativizadas (rjVISSi) se realizaron análisis de Componente Principal (ACP) y Conglomerado (AC). Los $Cind_i$ y $Lind_i$ se sometieron a un análisis de varianza. Se identificaron cuatro y tres factores para SVT y SDP, respectivamente. El AC agrupó las fincas en tres grupos en ambos sistemas de producción. El rango de $Cind_i$ fue 0,00 a 0,25 en fincas SVT y de $Lind_i$ de 0,00 a 0,22 en SDP. Mayor VistC fue 0,89 de la Finca8 y en VistL fue 0,82 de la Finca3. El análisis de varianza mostró diferencias ($P<0,05$) entre grupos del SVT en $Cind_7$, $Cind_{11}$ y VistC, pero en SDP fue en $Lind_8$ y $Lind_{11}$. Estos indicadores son los primeros generados en Panamá y difieren de los propuestos por Ríos, 2010.

Palabras claves: Análisis multivariados, variables sociales, sistemas ganaderos, escala Likert, índices de sostenibilidad.

[1]Recepción: 8 de septiembre de 2020. Aceptación: 7 de octubre de 2020. Aporte del Proyecto de Difusión y Adopción de Tecnologías Generadas por IDIAP en Fincas Familiares Ganaderas en Chiriquí, Veraguas y Los Santos. Estación Experimental de Gualaca "Carlos M. Ortega" (EEG-CMO). Centro de Investigación Agropecuaria de Chiriquí. Dirección Nacional de Productos y Servicios. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá.
[2]IDIAP. CIA Chiriquí. EEG-CMO. DINPROS. IDIAP. Gualaca, Chiriquí. M.Sc. Mejoramiento Genético Animal. Gerente de Proyecto. e-mail: pedroguerram16@gmail.com
[3]IDIAP. CIA Chiriquí, EEG-CMO. Técnica Parasitología.
[4]IDIAP. CIA Chiriquí, EEG-CMO. Ing. Agr. Zoot. Producción Animal.
[5]IDIAP. CIA Chiriquí, EEG-CMO. MVZ. Reproducción.
[6]IDIAP. CIA Chiriquí, EEG-CMO. Asistente en Reproducción.
[7]Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad de Panamá. Chiriquí. Estudiante Graduado.

©2020 Ciencia Agropecuaria es desarrollada en el Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá, bajo una licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional. Para más información escribir a cienciaagropecuaria@idiap.gob.pa

SOCIAL SUSTAINABILITY INDICATORS AND TYPIFICATION OF THE COW-CALF AND DUAL PURPOSE SYSTEMS IN GUALACA, PANAMA

ABSTRACT

The aims of this study were to present a proposal as a tool for social sustainability evaluation, identify variables of the social sustainability, typify and characterize farms of the cow-calf system (SVT) and dual-purpose system (SDP) in Gualaca, Chiriquí. It was selected seven SVT and six SDP farms. A structured survey was applied based on Rios (2010) methodology. There were considered 24 variables (Xi) and conformed 12 determinant variables (VISSi) from social sustainability indexes ($Kind_i$). Selected variables VISSi showed CV>25%. Values (VA_i) were assigned to each X_i using Likert scales. With $VISS_i$, social sustainability indexes were calculated, $Cind_i$ for SVT and $Lind_i$ for SDP and General (VistC and VistL, respectively). Related VISSi were analyzed by multivariate analysis as principal component (PCA) and cluster analysis (CA). $Cind_i$ and $Lind_i$ were submitted to an analysis of variance. Four and three factors were identified for SVT and SDP, respectively. Cluster analysis grouped farms in three groups in both systems. Range of $Cind_i$ was 0,000 to 0,250 in SVT farms and 0,000 to 0,222 in $Lind_i$ of SDP farms. Higher value for VistC was 0,894 (Farm8) and in VistL was 0,817 (Farm3). Analysis of Variance showed P<0,05 among groups of farms in $Cind_7$, $Cind_{11}$ and VistC, but in SDP it was in Lind8 and $Lind_{11}$. These indexes are the first-one generated in Panamá and differed from the proposed by Ríos, 2010.

Key words: Multivariate analysis, social variables, livestock systems, Likert scale, sustainability indexes.

INTRODUCCIÓN

Desde la fundación del IDIAP en 1975, la generación de tecnologías pecuarias ha estado orientada a la intensificación y especialización de los sistemas de producción bovinos. Hoy en día la viabilidad a largo plazo de estos sistemas es cuestionada debido a la crisis relacionada con la salud animal y los efectos detrimentales (costo de producción y precio recibido por el ganadero) en el ingreso económico de la finca, el bienestar animal y los efectos ambientales (ten Napel et al., 2011; Rigby et al., 2001; Lebacq et al., 2013). Por lo tanto, hay una menor aceptabilidad de tales sistemas intensivos y especializados (Boogaard et al., 2011; ten Napel et al., 2011).

©2020 Ciencia Agropecuaria es desarrollada en el Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá, bajo una licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional. Para más información escribir a cienciaagropecuaria@idiap.gob.pa

De acuerdo con Lebacq et al., (2013) y Harrington (1995), los sistemas ganaderos sostenibles deben ser ambientalmente amigable, económicamente viables, socialmente deseables y notablemente orientados al bienestar animal. Para tal propósito, muchos indicadores de sostenibilidad y métodos han sido desarrollados a nivel de finca para su correcta evaluación y orientación. Estos autores agregan que el principal reto es usar un proceso de selección transparente de métodos para evitar evaluaciones subjetivas. Se requiere seleccionar adecuadamente los indicadores en el contexto "data-driven" o "datos-conducidos" basados en criterios de selección que incluya (1) indicadores ambientales enfocados en prácticas de la finca (alimentación, salud, sistema de apareamiento y manejo reproductivo), (2) indicadores económicos cuantitativos, y (3) indicadores sociales cuantitativos con un bajo grado de agregación. También han señalado que los indicadores deben considerar (1) la contextualización para determinar propósito, escala e interesados involucrados en la evaluación, (2) la comparación de los indicadores basado en varios criterios, principalmente disponibilidad, y (3) la selección de un mínimo, consistente y suficiente juego de indicadores (Lebacq et al., 2013; Harrington, 1995).

Las evaluaciones de sostenibilidad son una clave para apoyar el desarrollo de sistemas de fincas sostenibles (Pannell, 1999; Sadok et al., 2008). En la práctica, esto involucra dividir lo anteriormente dicho en tres dimensiones de sostenibilidad en varios asuntos de interés (Gómez-Limón y Sánchez-Fernández, 2010), llamados objetivos, atributos o temas (Alkan Olsson et al., 2009; Binder et al., 2010; van Calker 2005) y evaluar estos objetivos usando indicadores (van der Werf y Petit 2002). Gras (1989) define un indicador como "*una variable el cual suple información en otras variables las cuales son difíciles para accesar y pueden ser usadas como un punto de referencia para tomar decisión*".

Para Janker y Mann (2018), todavía no permanece claro que significa "social" en el contexto de la sostenibilidad. Sostenibilidad social la definen como un proceso para crear lugares sostenibles exitosos que promueven el bienestar, al entender lo que la gente necesita de los lugares donde ellos viven y trabajan. También se define como la habilidad de una comunidad para desarrollar procesos y estructuras el cual no solo cubran las necesidades de los miembros actuales sino también soporte la habilidad de las futuras generaciones para mantener una comunidad saludable (ADEC, 2019). Contrario a la

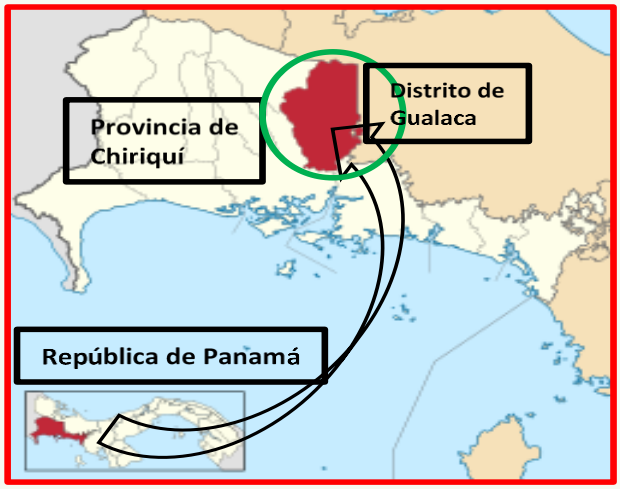
©2020 Ciencia Agropecuaria es desarrollada en el Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá, bajo una licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional. Para más información escribir a cienciaagropecuaria@idiap.gob.pa

sostenibilidad ambiental y económica, el interés hacia la sostenibilidad social ha recibido poca atención (Janker, Mann y Rist, 2019), por lo que los objetivos del presente estudio fueron presentar una propuesta como herramienta para la evaluación de la sostenibilidad social, identificar las variables de los indicadores de sostenibilidad social, tipificar y caracterizar las fincas ganaderas del sistema vaca-ternero[8] (SVT) y doble propósito[9] (SDP) de Gualaca, Chiriquí, mediante modificación de la metodología de Ríos (2010) y proponer una escala para ambos sistemas de producción bovinos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se basó en la metodología propuesta por Ríos (2010), pero aumentando el número de variables (Xi) a 24.

Área y sitios de estudio: el estudio se realizó en fincas ganaderas del distrito de Gualaca en la provincia de Chiriquí (Figura 1). Las fincas estuvieron localizadas en las comunidades de El Macho, Los Ángeles, La Esperanza, Chalapa, La Palma, Brazo de Tigre, Chimenea y Bajo Méndrez.



Fuente: Panamá-Google (2020).

Figura 1. Localización del distrito de Gualaca de la República de Panamá.

[8]El sistema vaca-ternero es el sistema bovino en donde el producto final es el ternero destetado. Predominan animales de razas Cebuinas y algunos cruces con razas europeas cárnicas. Se basa en el pastoreo directo y los terneros son destetados entre 7 a 10 meses de edad.

[9] Es sistema doble propósito es el sistema bovino en donde los productos finales son la leche del ordeño, generalmente manual, y el ternero destetado. Predominan animales cruzados (razas lecheras x Cebú) y las lactancias duran entre 6 a 10 meses. Utiliza más el pastoreo y pasto de corte.

©2020 Ciencia Agropecuaria es desarrollada en el Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá, bajo una licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional. Para más información escribir a cienciaagropecuaria@idiap.gob.pa

Número de fincas: se utilizaron seis fincas del sistema doble propósito y siete fincas del sistema vaca-ternero del distrito de Gualaca del Proyecto de Difusión y Adopción de Tecnologías Generadas por IDIAP.

Toma de información: la información se obtuvo de una encuesta estructurada tomando como base la encuesta de Ríos (2010), pero adicionándole 12 variables. Posteriormente la información se codificó y se tabuló en una hoja electrónica para su posterior análisis estadístico.

Enfoque de evaluación de sostenibilidad: el método de evaluación de la sostenibilidad social es el llamado "data-drive" o "datos-conducidos" el cual consiste en seleccionar y calcular indicadores de datos existentes, recabados de una encuesta estructurada (Meul et al., 2007).

Tratamiento de la información: previo al análisis estadístico se identificaron 24 variables (Xi) de las encuestas, las cuales fueron utilizadas para calcular las Variables de los Indicadores de Sostenibilidad Social (VISSi) y estas a su vez se utilizaron para estimar los Indicadores de Sostenibilidad Social ($Kind_i$), $Cind_i$ para el sistema vaca-ternero (SVT) y $Lind_i$ para el sistema doble propósito (SDP).

Definición de las variables de indicadores de sostenibilidad social (VISSi): de acuerdo a Lebacq et al., (2013), van Cauwenbergh et al., (2007); van Calker et al., 2007, en la evaluación de la sostenibilidad social existen dos amplios temas: (1) Sostenibilidad social interna o el bienestar de la comunidad de fincas que incluye aspectos como (a) condiciones de trabajo; (b) educación y (c) calidad de vida; y (2) sostenibilidad social externa o valores de intereses de la sociedad que incluye aspectos como (i) multifuncionalidad, (ii) prácticas agrícolas aceptables y (iii) calidad del producto. En este estudio las variables (X_i) de la encuesta se utilizaron para determinar la medida del $Kind_i$ a través de las $VISS_i$, tomando en cuenta la información de la literatura (por ejemplo, Ríos 2010), aspectos críticos relacionados con la actividad de los sistemas de producción, características de los productores de la región, condiciones observadas en campo y consulta de colegas investigadores. Las medidas de cada una de estas variables X_i se obtuvieron de los resultados de la escala de Likert (Likert, 1932) que se establecieron en la entrevista

©2020 Ciencia Agropecuaria es desarrollada en el Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá, bajo una licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional. Para más información escribir a cienciaagropecuaria@idiap.gob.pa

estructurada que se sostuvo con cada ganadero. La escala de Likert es una herramienta de un método de investigación en campo que permite medir la opinión de un individuo sobre un tema a través de un cuestionario que identifica el grado de acuerdo o desacuerdo de cada pregunta (Hammond, 2020).

Las variables de los indicadores de sostenibilidad social (VISSi) utilizadas en el estudio fueron:

a.- Asociativismo (ASOC1)

Esta variable se relaciona si el ganadero es independiente o pertenece a un grupo no organizado o a una cooperativa o asociación de productores (X22). La escala era de 1 a 3.

b.- Disponibilidad de insumos agropecuarios en el área y precios (INSAGR2)

En esta variable interesó, ambas variables, la cercanía de la finca a los centros de venta de insumos agropecuarios (X26 en escala de 1 para cercana a 3 para lejos) y los precios ofrecidos al ganadero (X27 en escala 1 para adecuado a 3 para inadecuado).

c.- Consenso social (CONSOC3)

Se refiere al nivel de relación medido en el flujo de información que existe entre productores de la región, su grado asociación y nivel de conflicto de intereses (X10). Se midió a través de una escala de percepción de 0 a 3 para cuatro niveles de X10. Donde el valor 3 es para cuando el flujo de información en suficiente, o la asociación de productores es buena y cuando no existe conflicto de intereses (total máximo es 9) y 0 cuando no existe ninguno de los criterios mencionados (total mínimo es 0).

d.- Grado de satisfacción del recurso humano (RECHUM4)

Se relaciona con aquellas características de importancia social para el recurso humano empleado. Se refiere a la estabilidad laboral (X7), salario y prestaciones (X8) y la presencia de un programa de salud ocupacional (X9). La escala de percepción fue de 2 a 1 y el puntaje máximo de las tres variables fue de 7 y mínimo de 3.

e.- Acceso al mercado (MERC5)

Se evaluó tomando en cuenta la variable X11 con sus dos criterios: precio recibido del ternero y costo del transporte de la finca al mercado. En una escala de percepción de 1 a

©2020 Ciencia Agropecuaria es desarrollada en el Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá, bajo una licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional. Para más información escribir a cienciaagropecuaria@idiap.gob.pa

3 se medió el grado de satisfacción: malo (2 puntos), mediano (4 a 3 puntos) y bueno (4 a 6 puntos).

f.- Facilidades de acceso al crédito (CRED6)

Para obtener esta variable se relacionaron tres parámetros que según Ríos (2010) son considerados los más importantes para la satisfacción de los productores con respecto a las oportunidades crediticias. Se consideró el historial crediticio (X13), requisitos y/o garantía (X14) y entidades con acceso al crédito (X15). Se evaluaron a través de la escala de percepción de 0 a 3 y el puntaje máximo fue de 9 (buena) y mínimo de 1 (mala).

g.- Apoyo institucional (APOYO7)

Es el nivel de satisfacción de los productores respecto al grado de apoyo de las instituciones gubernamentales y la opinión de los ganaderos (X12) para la producción y comercialización de su producto (ternero y leche). Se medió a través de una escala de percepción de 1 a 3 y el puntaje máximo fue de 12 (buena) y mínima de 4 (mala).

h.- Tamaño familiar (TAMFAM8)

Esta variable se relaciona con el número de hijos en la familia del ganadero encuestado (X16). Esta variable se codificó directamente.

i.- Disponibilidad y uso de la mano de obra (USOMO9)

Esta variable de indicador de sostenibilidad social se relaciona con el número de mano de obra contratada (X19), número de la mano de obra eventual contratada (X20) y tiempo utilizado de la mano de obra eventual (X21). La USOMO9 es la suma de los códigos de X19, X20 y X21. La escala de percepción para evaluar el uso de la mano de obra fue de 0 a 3, por lo tanto, la puntuación total varió de 9 (máximo uso y disponibilidad) a 1 (mínimo uso y disponibilidad).

j.- Dedicación a la finca (DEDIC10)

Se refiere al tiempo que el ganadero dedica a su finca (X17) (días/semana) y al número de hijos dedicados a la finca (X18). DEDIC10 es la suma de los códigos de X17 y X18. La escala de percepción para evaluar la dedicación a la finca fue de 7 a 0 y la puntuación

©2020 Ciencia Agropecuaria es desarrollada en el Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá, bajo una licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional. Para más información escribir a cienciaagropecuaria@idiap.gob.pa

máxima fue de 10 (todos los días de la semana y más de 3 hijos) a 1 (un día a la semana y ningún hijo colaborando).

k.- Satisfacción del nivel académico recibido por los hijos de acuerdo con la disponibilidad de centros educativos (ACAD11)

Esta variable se refiere a la satisfacción educativa recibida de acuerdo con la disponibilidad de centros educativos primaria (X23), secundaria (X24) y universitaria (X25) para los hijos del ganadero en sus diferentes niveles en el distrito de Gualaca. La escala de percepción fue de 1 a 3 en las tres variables y el puntaje máximo fue de 9 (insuficiente disponibilidad) a 3 (suficiente disponibilidad) para el nivel académico adquirido por los hijos del ganadero es la siguiente.

l.- Grado de bienestar o calidad de vida (GBCV12)

Esta variable es relativa al número de necesidades satisfechas (X4) y grado de bienestar (X6) que las personas pudieron alcanzar. Toma en cuenta el nivel tecnológico de la finca (X5) y se medió en una escala de percepción de 1 a 5. El puntaje máximo fue de 11 (máximo nivel educativo, nivel tecnológico y acceso a servicios públicos.

m.- Cálculo de los Indicadores de Sostenibilidad Social ($Kind_i$):

Los $Kind_i$ se refiere a los indicadores para el SVT es llamado $Cind_i$ y el SDP es llamado $Lind_i$ que están conformados por la medida de las variables sociales (VISSi) en orden de importancia (factor de ponderación), explicadas anteriormente y resumidas en un solo valor.

El $Kind_i$ se calcula así:

$$\boldsymbol{Kindi} = \frac{\sum(\boldsymbol{VISSi} * \boldsymbol{Pij} \,/\boldsymbol{Max\,Valor\,VISSi})}{\sum \boldsymbol{Pij}}$$

Donde:

$Kind_i$: representa el Indicador de Sostenibilidad Social para SVT ($Cind_i$) y SDP ($Lind_i$).

VISSi: es cada una de las variables sociales propuestas y medidas

P_{ij}: son los valores de importancia (ponderación) de cada VISSi

Max Valor VISSi: es el máximo valor que puede asumir cada VISSi, de acuerdo con la escala de calificación.

©2020 Ciencia Agropecuaria es desarrollada en el Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá, bajo una licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional. Para más información escribir a cienciaagropecuaria@idiap.gob.pa

Los indicadores de sostenibilidad social general (VistC y VistL para el SVT y SDP, respectivamente) es la sumatoria de los $Cind_i$ y $Lind_i$ para cada sistema de producción.

Análisis de la información: las variables de los indicadores de sostenibilidad social ($VISS_i$) fueron primeramente relativizados rjVISSi, (donde j adquiere el sufijo c para SVT y j es l para SDP) para posterior análisis multivariado como el Análisis de Componente Principal y Análisis de Conglomerado (Ríos, 2010).

$$\boldsymbol{Valor\ relativizado\ (rjVISSi)} = \frac{\boldsymbol{Valor\ original\ (Xi)}}{\sum \boldsymbol{Ponderaciones/ponderación\ Xi}}$$

El proceso de relativizar se realizó con el fin de comprender mejor la estructura de correlación existente entre las variables que definen cada uno de los indicadores de sostenibilidad (VISSi). Esas nuevas variables relativizadas (rjVISSi) mantienen las características básicas de los datos originales, es decir, los datos transformados, resumen en pocas dimensiones la mayor parte de la variabilidad de un gran número de variables que conforman cada uno de estos indicadores (Ríos, 2010).

Análisis descriptivo: a las VISSi se realizó un análisis descriptivo para obtener las medias, máximo valor y coeficiente de variación (CV). Este último se utilizó como criterio para seleccionar las VISSi, tomando como criterio descartar aquellas variables VISSi cuyo CV<25% de acuerdo con Escobar (1995). Esto permitió eliminar aquellas que agregaban muy poco y solo contribuían a distorsionar el análisis

Análisis de factores: para este análisis se utilizó el método de componente principal (ACP). Con este tipo de análisis se contribuyó a caracterizar y tipificar las fincas encuestadas para este estudio y, además, permite determinar el número de factores a seleccionar de acuerdo con sus valores latentes o “eigenvalues” (autovalores) mayores a uno (Kim y Mueller, 1978; Hair et al., 1998; De León-García et al., 2018). Se estableció que la proporción acumulada de la varianza explicada por los factores extraídos fueron superior a 75%. También se exploró el método de rotación ortogonal (Varimax) (Hair et al., 1998; Johnson y Wichern 1998; De León-García et al., 2018), el cual mantiene la independencia entre los factores, lo que representa una propiedad importante para el posterior análisis de conglomerados.

©2020 Ciencia Agropecuaria es desarrollada en el Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá, bajo una licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional. Para más información escribir a cienciaagropecuaria@idiap.gob.pa

Análisis de conglomerados: El Análisis de Conglomerados (AC) es la técnica que permitió organizar o clasificar las fincas ganaderas, en un número reducido de grupos, (tipología), con base a información multivariada procedente de la encuesta (Hair et al., 1998; De León-García *et al*. 2019). De acuerdo con Everitt (1979), se asumió la hipótesis nula más comúnmente utilizada de que los datos bajo estudio son una muestra aleatoria de una distribución normal multivariada. Para definir el número de conglomerados, se usaron los procedimientos Eurísticos de acuerdo con Aldenderfer y Blashfield (1984), en donde el número de conglomerados se determinó a través de un árbol (dendograma) que fue "cortado" por la inspección subjetiva de los diferentes niveles del árbol y se basó en las necesidades y opiniones de los investigadores.

Análisis de varianza (ANAVA): para este análisis se utilizaron las variables de $Cind_i$ y $Lind_i$ para determinar las diferencias entre los grupos de finca agrupados en el AC y las comparaciones de medias ajustadas por pruebas de t, mediante el siguiente modelo estadístico (Steel y Torrie, 1980):

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = es la j-ésima observación del $Kind_i$ en el i-ésimo grupo de fincas

μ = es la media general

τ_i = es el efecto del i-ésimo grupo de finca

ε_{ij} = es el error aleatorio

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Existe poca información disponible en la literatura sobre la cuantificación de la sostenibilidad social en los SVT y SDP, debido a sus características subjetivas, diferencias entre productores y otros grupos sociales en la forma que es percibido (van Calker et al., 2007), y la limitada disponibilidad de datos requeridos. Los resultados del análisis descriptivo de las $VISS_i$ del SVT y SDP se detallan en el Cuadro 1. Este primer análisis de las variables originales de los indicadores de sostenibilidad social permitió eliminar aquellas variables que agregaban muy poca variabilidad y solo contribuían a distorsionar el análisis y hacer "ruido". Solamente se seleccionaron las variables que tuvieran un coeficiente de variación >25%. Las variables determinantes siete y ocho de los indicadores de

©2020 Ciencia Agropecuaria es desarrollada en el Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá, bajo una licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional. Para más información escribir a cienciaagropecuaria@idiap.gob.pa

sostenibilidad del SVT y SDP, respectivamente, siendo las variables TAMFAM8 o tamaño familiar (72,8%) la de mayor variación en el SVT y la ASOC1 en el SDP o asociativismo (154,9%). De acuerdo con Lebacq et al., (2013), los indicadores revisados en la literatura se agrupan principalmente en tres objetivos internos: educación (ACAD11), condiciones de trabajo (RECHUM4, USOMO9 y DEDIC10) y calidad de vida (GBCV12), coincidiendo con estos autores (Cuadro 1).

Cuadro 1. Medias, máximos y coeficiente de variación de las $VISS_i$ seleccionadas de los sistemas de producción bovino.

Variables	Sistema de producción bovino[1]					
	Sistema Vaca-Ternero			Sistema Doble Propósito		
	Media	Máximo	CV, (%)	Media	Máximo	CV, (%)
Asociativismo (ASOC1)	1,71	2,00	28,5	0,67	2,00	154,9
Disponibilidad de insumos y precios (INSAGR2)	3,29	5,00	28,9	3,17	9,00	21,91
Consenso social (CONSOC3)	8,71	9,00	8,67	7,33	11,00	33,0
Grado de satisfacción del recurso humano (RECHUM4)	5,29	6,00	9,23			
Acceso a mercado (MERC5)	4,57	6,00	21,35	4,17	6,00	28,1
Facilidades de acceso al crédito (CRED6)	7,00	9,00	21,82	7,33	6,00	26,8
Apoyo institucional (APOYO7)	9,86	12,00	28,4	9,67	9,00	29,7
Tamaño familiar (TAMFAM8)	2,71	5,00	72,8	3,50	12,00	53,4
Disponibilidad y uso de mano de obra (USOMO9)	3,71	5,00	40,3	4,33	6,00	23,83
Dedicación a la finca (DEDIC10)	7,00	9,00	21,82	7,50	9,00	21,91
Satisfacción del nivel académico alcanzado por disponibilidad de centros educativos (ACAD11)	5,00	9,00	55,4	5,33	9,00	51,2
Grado de bienestar y calidad de vida (GBCV12)	5,00	8,00	28,3	4,67	7,00	25,9

[1]Áreas sombreadas son variables que no calificaron por CV <25%.

Tomando en cuenta las variables relativizadas (rjVISSi), del SVT y SDP (Cuadro 2), la variable relativizada de mayor error estándar fue rcACAD11 y rlACAD11 o nivel académico de los hijos (0,224 y 0,217, respectivamente). Esto indica que, desde el punto de vista de la variabilidad, r_jACAD11 resultó ser la más importante en el indicador de sostenibilidad social de las fincas ganaderas en estudio.

©2020 Ciencia Agropecuaria es desarrollada en el Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá, bajo una licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional. Para más información escribir a cienciaagropecuaria@idiap.gob.pa

Cuadro 2. Medias y error estándar de la media de las variables relativizadas seleccionadas (rjVISSi) por sistema de producción bovino.

Variables (rjVISSi)*	Sistemas de Producción Bovinos[1]			
	Sistema Vaca-Ternero		Sistema Doble Propósito	
	Media	E.E.	Media	E.E.
r_jASOC1	0,429	0,046	0,148	0,094
r_jINSAGR2	0,469	0,051		
r_jCONSOC3			0,815	0,110
r_jMERC5			0,347	0,040
r_jCRED6			0,407	0,045
r_jAPOYO7	1,760	0,189	1,611	0,196
r_jTAMFAM8	0,291	0,080	0,486	0,106
r_jUSOMO9	0,265	0,040		
r_jDEDIC10				
r_jACAD11	1,071	0,224	1,037	0,217
r_jGBCV12	0,179	0,019	0,130	0,014

[1]Áreas sombreadas son variables que no calificaron por CV <25%.
*j toma el sufijo c para el SVT y l para el SDP. EE=error estándar.

Resultados del análisis de la información del Sistema Vaca-Ternero

Para los análisis de Componente Principal (ACP) y análisis de Conglomerados (AC) se relativizaron las variables determinantes de los VISSi. Los autovalores de la matriz de correlación para el SVT se detallan en el Cuadro 3.

Tomando en cuenta que, para la selección del número de factores, el autovalor debe ser igual o mayor a 1,0 (Kim y Mueller, 1978), se seleccionaron cuatro factores que explican el 99,2% de la varianza acumulada de los datos descritos por el factor. El Factor 1 se relaciona con Calidad de Vida, el Factor 2 con Colaboración a la Finca, Factor 3 con la Familia y el Factor 4 con los Insumos.

Cuadro 3. Autovalores de la matriz de correlación del sistema vaca-ternero.

Factor	Autovalor	Proporción Acumulada
1	**2,64584586**	0,5593
2	**1,88169425**	0,8920
3	**1,13631551**	0,9666
4	**1,03472866**	0,9923
5	0,28732950	0,9997
6	0,01408622	1,0000

©2020 Ciencia Agropecuaria es desarrollada en el Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá, bajo una licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional. Para más información escribir a cienciaagropecuaria@idiap.gob.pa

A excepción del Factor 4 (Insumos), los otros factores fueron representados por dos rcVISSi (Cuadro 4). En el Factor 1 (Calidad de vida) estuvo representado por rcACAD11 y rcGBCV12, el Factor 2 (Colaboración a la finca) por rcAPOYO7 y rcUSOMO9 y el Factor 3 por rcASOC1 y rcTAMFAM8. La varianza explicada varió de 27,5% en el Factor 1 a 21,0% en el Factor 4. La comunalidad total fue de 6,699.

Utilizando el criterio de Ward (1963) se definieron tres conglomerados. El valor del tercer autovalor explica el 96,7% de la varianza acumulada (Cuadro 5).

La agrupación de fincas por conglomerado se aprecia en la Figura 2, en donde se define que las fincas, Finca9, Finca11, Finca12 y Finca13 pertenecen al Grupo 1, las Finca8 y Fina10 son del Grupo 2 y la Finca7 pertenece al Grupo 3.

Cuadro 4. Resultados del análisis factorial (componente principal) con las variables relativizadas y el modelo factorial de rotación del sistema vaca-ternero.

Variables Relativizadas	Factores				Estimación Comunalidad[10]
	Factor1	Factor2	Factor3	Factor4	
rcASOC1	-0,426	-0,197	**-0,795**	0,296	0,940
rcINSAGR2	0,114	0,198	0,007	**0,971**	0,995
rcAPOYO7	0,069	**0,850**	0,023	0,433	0,915
rcTAMFAM8	-0,026	-0,1590	**0,953**	0,166	0,961
rcUSOMO9	0,121	**0,942**	-0,050	-0,029	0,905
rcACAD11	**0,930**	-0,029	-0,045	0,357	0,995
rcGBCV12	**0,873**	0,289	0,336	-0,171	0,988
Varianza Explicada	1,841 (27,5%)	1,797 (26.8%)	1,657 (24,7%)	1,403 (21,0%)	**6,699**

Cuadro 5. Mínima varianza de Ward del análisis de conglomerado. Autovalores de la matriz de covarianza del sistema vaca-ternero.

Autovalor	Proporción Varianza Acumulada
1 0,3877	0,5593
2 0,2306	0,8920
3 0,0517	0,9666
4 0,0178	0,9923
5 0,0051	0,9997
6 0,0002	1,0000

[10] Comunalidad representa la varianza de cada variable explicada por todos los componentes principales. La comunalidad inicial siempre es 1.000. La comunalidad final indica la variabilidad de cada variable que es explicada por el modelo, Carmona, 2014.

©2020 Ciencia Agropecuaria es desarrollada en el Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá, bajo una licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional. Para más información escribir a cienciaagropecuaria@idiap.gob.pa

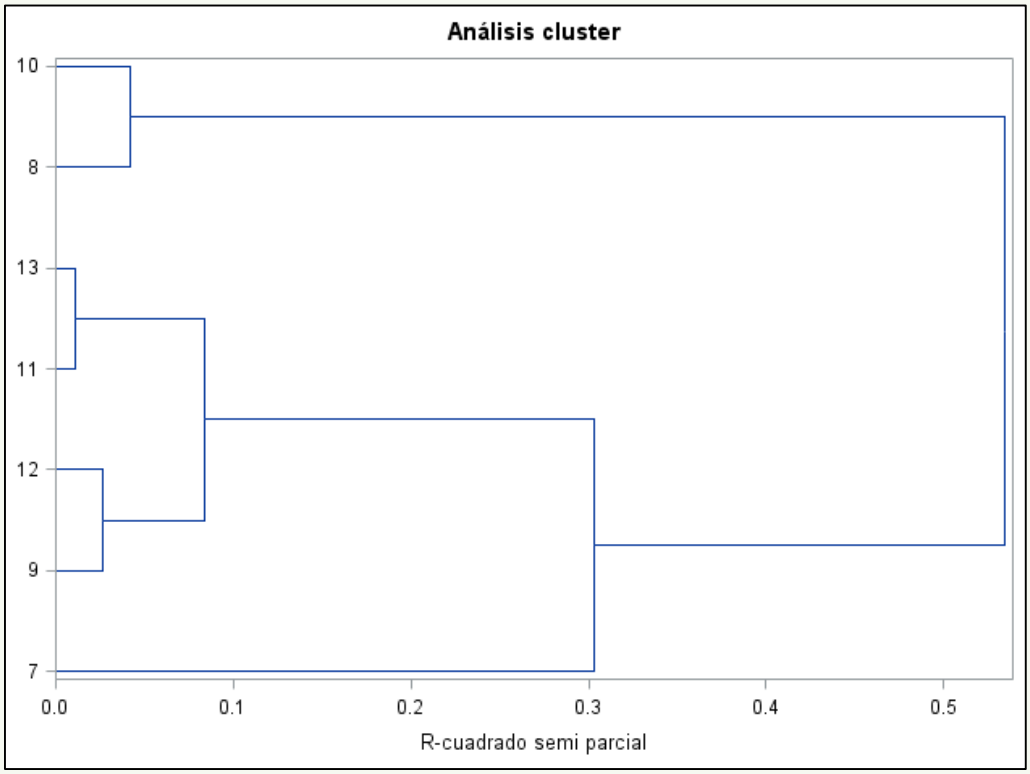


Figura 2. Agrupamiento de fincas del sistema vaca-ternero de acuerdo con análisis de conglomerado.

El Grupo 1 está representado por cuatro fincas y solo la variable relativizada rcUSOMO9 presentó la mayor media con 0,304±0,068 (Cuadro 6). El Grupo 2 estuvo representado por dos fincas y las variables relativizadas con mayores medias fueron: disponibilidad de insumos agropecuarios en el área y precios (rcINSAGR2) con 0,375±0,177, apoyo institucional (rcAPOYO7) con 1,964±0,53, tamaño familiar (rcTAMFAM8) con 0,321±0,152, satisfacción por el nivel académico alcanzado por la disponibilidad de centros educativos (rcACAD11) con 1,929±0,100 y grado de bienestar y calidad de vida (rcGBCV12) con 0,282±0,076. El Grupo 3 solamente estuvo conformado por una finca y la variable relativizada asociativismo (rcASOC1) fue la de mayor media con 0,500±0,000. De acuerdo con estos resultados el Grupo 2 presentó los mayores valores de las variables relativizadas que dieron origen a los indicadores de sostenibilidad social.

©2020 Ciencia Agropecuaria es desarrollada en el Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá, bajo una licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional. Para más información escribir a cienciaagropecuaria@idiap.gob.pa

Cuadro 6. Medias más o menos error estándar de la media de las variables relativizadas por grupo de fincas del sistema vaca-ternero.

Variables	Grupo 1 (n=4)	Grupo 2 (n=2)	Grupo 3 (n=1)
rcASOC1	0,438±0,125	0,375±0,177	0,500±0,000
rcINSAGR2	0,464±0,071	0,571±0,202	0,286±0,000
rcAPOYO7	1,920±0,225	1,964±0,253	0,714±0,000
rcTAMFAM8	0,295±0,282	0,321±0,152	0,214±0,000
rcUSOMO9	0,304±0,068	0,286±0,101	0,071±0,000
rcACAD11	0,696±0,107	1,929±0,100	0,857±0,000
rcGBCV12	0,161±0,021	0,282±0,076	0,143±0,000

La Finca8 presenta los mayores indicadores de sostenibilidad social en $Cind_1$ o asociativismo (0,2500), $Cind_2$ o disponibilidad de insumos y precios (0,1429), $Cind_7$ o apoyo institucional (0,1786), $Cind_{11}$ o nivel académico de los hijos (0,2143) y VistC o indicador social general para el SVT (0,8937). Por otra parte, la Finca7 presentó los menores valores de indicadores de sostenibilidad social en $Cind_2$ (0,0571), $Cind_7$ (0,0595), $Cind_{12}$ o grado de bienestar (0,0179) y VistC (0,5369) (Figura 3).

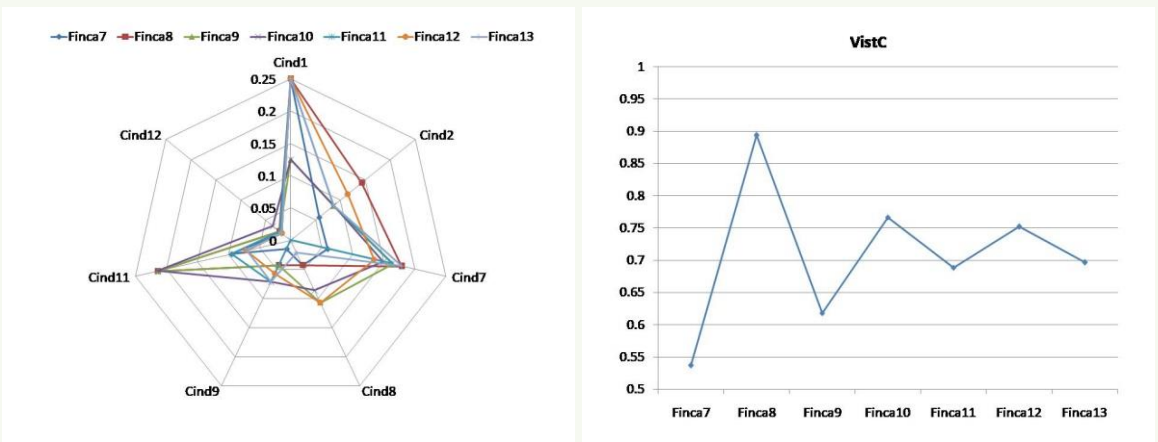


Figura 3. Indicadores de sostenibilidad social ($Cind_i$) a la izquierda y total (VistC) por finca del sistema vaca-ternero a la derecha.

En el análisis de varianza se encontraron diferencias significativas entre grupos en los indicadores de sostenibilidad social $Cind_7$ ($P<0,05$) y $Cind_{11}$ ($P<0,01$); así como una tendencia a la significancia en la variable $Cind_9$ o disponibilidad y uso de la mano de obra ($P<0,10$). Los coeficientes de determinación (R^2) mostraron un rango de 0,029 en $Cind_8$ o

©2020 Ciencia Agropecuaria es desarrollada en el Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá, bajo una licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional. Para más información escribir a cienciaagropecuaria@idiap.gob.pa

tamaño familiar a 0,984 en $Cind_{11}$ y, por otra parte, los coeficientes de variación cambiaron de 8,7% a 87,9% en las mismas variables (Cuadro 7).

Cuadro 7. Cuadrados medios de los indicadores de sostenibilidad social del sistema vaca-ternero.

FV	gl	Cuadrados Medios							
		$Cind_1$	$Cind_2$	$Cind_7$	$Cind_8$	$Cind_9$	$Cind_{11}$	$Cind_{12}$	VistC
Grupos	2	$0{,}00139^{ns}$	$0{,}00109^{ns}$	0,00444*	$0{,}00016^{ns}$	$0{,}00088^{ns}$	0,01283**	$0{,}00007^{ns}$	$0{,}03022^{ns}$
Error	4	0,00488	0,00056	0,00037	0,00261	0,00024	0,00011	0,00003	0,00568
Toral	6	-	-	-	-	-	-	-	-
R^2		0,125	0,493	0,856	0,029	0,646	0,984	0,542	0,780
CV, %		32,6	25,2	13,2	87,9	29,3	8,7	23,4	9,2

FV = fuente de variación; gl = grados de libertad; R^2 = coeficiente de determinación; CV = coeficiente de variación; *P<0,05; **P<0,01.

Las medias ajustadas de los $Cind_i$ se comparan entre grupo de fincas en el Cuadro 8. En $Cind_7$ la mayor media ajustada se encontró en el grupo 3 con 0,1673 como grupo que recibe mayor apoyo institucional, la cual no difirió estadísticamente (P>0,05) del grupo 2, pero ambos fueron estadísticamente diferentes del grupo 1. Aunque el efecto promedio de grupos de finca no fue significativo (P>0,05), en $Cind_9$ (mayor disponibilidad y uso de la mano de obra), al comparar las medias entre grupos se encontró que el grupo 2 difirió en un 324,5% (P<0,05) con el grupo 1, pero este no difirió del grupo 3 (P>0,05).

Cuadro 8. Indicadores de sostenibilidad social ($Cind_i$) ajustados por mínimos cuadrados por grupo de finca del sistema vaca-ternero.

Grupo Finca	Indicadores de sostenibilidad social*							
	$Cind_1$	$Cind_2$	$Cind_7$	$Cind_8$	$Cind_9$	$Cind_{11}$	$Cind_{12}$	VistC
1	$0{,}2500^{a}$	$0{,}0571^{a}$	$0{,}0595^{b}$	$0{,}0429^{a}$	$0{,}0143^{b}$	$0{,}0952^{ab}$	$0{,}0178^{a}$	$0{,}5369^{b}$
2	$0{,}2187^{a}$	$0{,}0928^{a}$	$0{,}1599^{a}$	$0{,}0589^{a}$	$0{,}0607^{a}$	$0{,}0773^{ab}$	$0{,}0200^{a}$	$0{,}6887^{ab}$
3	$0{,}1875^{a}$	$0{,}1143^{a}$	$0{,}1637^{a}$	$0{,}0643^{a}$	$0{,}0571^{ab}$	$0{,}2143^{a}$	$0{,}0201^{a}$	$0{,}8302^{a}$

*Medias ajustadas con la misma letra en la misma columna no difieren entre sí al 5% de probabilidad

El Grupo 3 (Cuadro 8) mostró el mayor valor de $Cind_{11}$ o mayor nivel académico de los hijos (0,2143), el cual fue estadísticamente diferente entre los Grupos 1 y 2 (P<0,05); sin embargo, entre estos últimos grupos la diferencia no resultó significativa (P>0,05). El indicador general de sostenibilidad social para SVT (VistC) fue mayor en el Grupo 3 (P<0,05), superando en 54,6% y en 20,5% a los Grupos 1 y 2, respectivamente. Al revisar la literatura no encontramos artículos con metodologías similares a las utilizadas en este estudio y en el Sistema Vaca-Ternero para confrontar estos resultados.

©2020 Ciencia Agropecuaria es desarrollada en el Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá, bajo una licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional. Para más información escribir a cienciaagropecuaria@idiap.gob.pa

Resultados del análisis de la información del sistema doble propósito

Las variables relativizadas por finca del SDP fueron utilizadas para el ACP y AC. Los autovalores de la matriz de correlación para el SDP se detallan en el Cuadro 9. Basado en Kim y Mueller (1978), se seleccionaron tres factores que explican el 87,5% de la varianza de los datos descritos por el factor.

Cuadro 9. Autovalores de la matriz de correlación del sistema vaca-ternero.

Factor	Autovalor	Proporción Varianza Acumulada
1	3,113	0,389
2	2,296	0,676
3	1,592	0,875
4	0,991	0,999
5	0,007	1,000

De los resultados del análisis factorial (componente principal), en el Factor 1 (Social) se agrupan las variables rlASOC1, rlCONSOC3 y rlGBCV12 con un 42,1% de la varianza explicada. Por otra parte, el Factor 2 (Familiar) está compuesto por las variables rlMERC5, rlAPOYO7 y rlTAMFAM8 con una varianza explicada de 33,5% y el Factor 3 (Educación) está compuesto por las variables rlCRED6 y rlACAD11 con una varianza explicada de 24,4% (Cuadro 10). La comunalidad total fue de 7,001.

Cuadro 10. Análisis factorial (componente principal) con las variables relativizadas y el modelo factorial de rotación del sistema doble propósito.

Variables	Factores			Estimación Comunalidad
	Factor1	Factor2	Factor3	
rlVISS1	**0,944**	-0,019	-0,326	0,998
rlVISS3	**0,862**	0,355	0,350	0,992
rlVISS5	0,245	**0,968**	-0,029	0,997
rlVISS6	-0,098	-0,114	**0,655**	0,452
rlVISS7	-0,024	**0,723**	-0,441	0,718
rlVISS8	-0,305	**0,814**	0,375	0,896
rlVISS11	0,485	0,213	**0,831**	0,972
rlVISS12	**0,956**	-0,197	0,153	0,976
Varianza Explicada	2,947 (42,1%)	2,346 (33,5%)	1,708 (24,4%)	**7,001**

De acuerdo con el Cuadro 11 y utilizando el criterio de Ward (1963) se definieron tres conglomerados. El valor en el tercer autovalor explica el 96,4% de la varianza.

©2020 Ciencia Agropecuaria es desarrollada en el Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá, bajo una licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional. Para más información escribir a cienciaagropecuaria@idiap.gob.pa

Cuadro 11. Mínima varianza de Ward del análisis de conglomerado. Autovalores de la matriz de covarianza del sistema doble propósito.

Factor	Autovalor	Proporción Varianza Acumulada
1	0,376	0,517
2	0,228	0,831
3	0,097	0,964
4	0,027	0,999
5	0,003	1,000

La conformación de los tres conglomerados o grupos de finca. El Grupo 1 lo representa la Finca3, mientras que el Grupo 2 lo compone las Finca1, Finca5 y Finca6. Además, el Grupo 3 está integrado por las Finca4 y Finca2 (Figura 4).

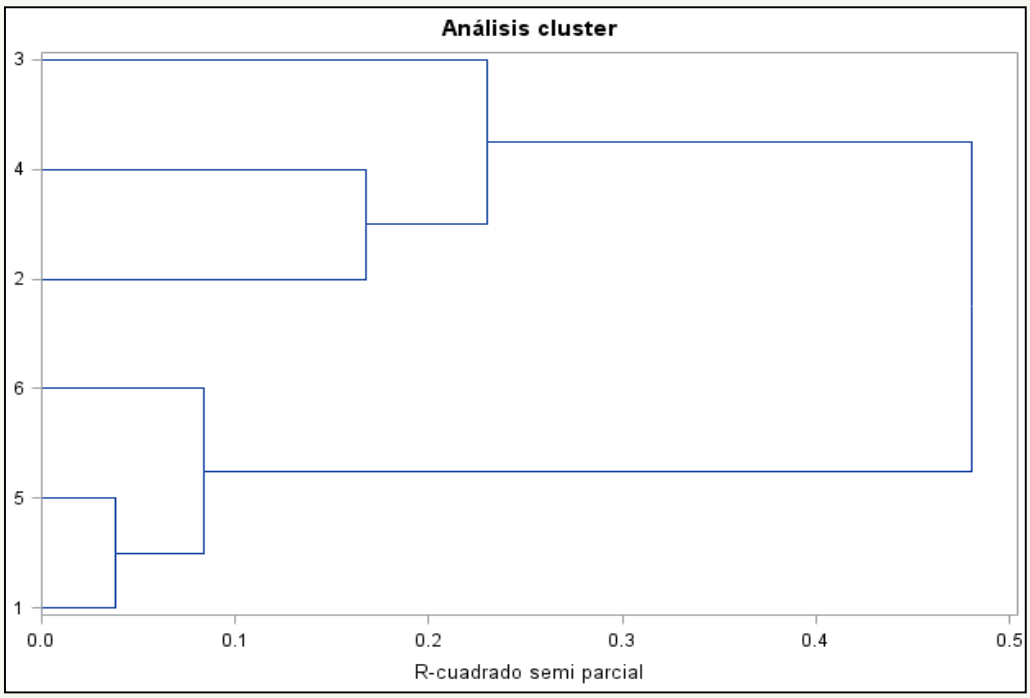


Figura 4. Agrupamiento de fincas del sistema doble propósito de acuerdo con análisis de conglomerado.

Este Grupo 1 (Figura 4) está representado por una sola finca (Finca3) que también es considerada como una finca “atípica” con respecto al resto de las fincas (Cuadro 12). Por otra parte, El Grupo 3 está representado por dos fincas (Finca4 y Finca 2) y presenta mayor media en la variable relativizada rlAPOYO7 (apoyo institucional) que el Grupo 2

©2020 Ciencia Agropecuaria es desarrollada en el Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá, bajo una licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional. Para más información escribir a cienciaagropecuaria@idiap.gob.pa

(+69,3%). Por otra parte, el Grupo 3 presentó mayor media en rlACAD11 (+158,1%, nivel académico de los hijos) y en rlVISS3 (+41,5%, consenso social), con respecto al Grupo 2.

Cuadro 12. Medias y errores estándares de la media de las variables relativizadas por grupo de fincas del sistema doble propósito.

Variables	Grupo 1 (n=1)	Grupo 2 (n=3)	Grupo 3 (n=2)
rlASOC1	0,000±0,000	0,222±0,314	0,148±0,257
rlCONSOC3	1,000±0,000	0,944±0,393	0,667±0,192
rlMERC5	0,500±0,000	0,292±0,059	0,533±0,083
rlCRED6	0,444±0,000	0,417±0,118	0,389±0,147
rlAPOYO7	2,000±0,000	1,083±0,354	1,833±0,289
rlTAMFAM8	0,972±0,000	0,417±0,196	0,370±0,080
rlACAD11	1,556±0,000	1,458±0,413	0,583±0,000
rlGBCV12	0,111±0,000	0,153±0,059	0,120±0,016

La Finca4 presenta los mayores indicadores de sostenibilidad social en $Lind_1$ o asociativismo (0,222), $Lind_3$ o consenso social (0,111), $Lind_6$ o acceso al crédito (0,056), $Lind_{11}$ (0,194), $Lind_{12}$ (0,028) o grado de bienestar (calidad de vida) y VistL o sostenibilidad social general para SDP (0,818). Por otra parte, la Finca5 presentó los menores valores de indicadores de sostenibilidad social en $Lind_1$ (0,000), $Lind_3$ (0,051), $Lind_5$ o acceso al mercado (0,043), $Lind_8$ o tamaño familiar (0,0397), $Lind_{12}$ (0,016) y VistL (0,387) (Figura 5).

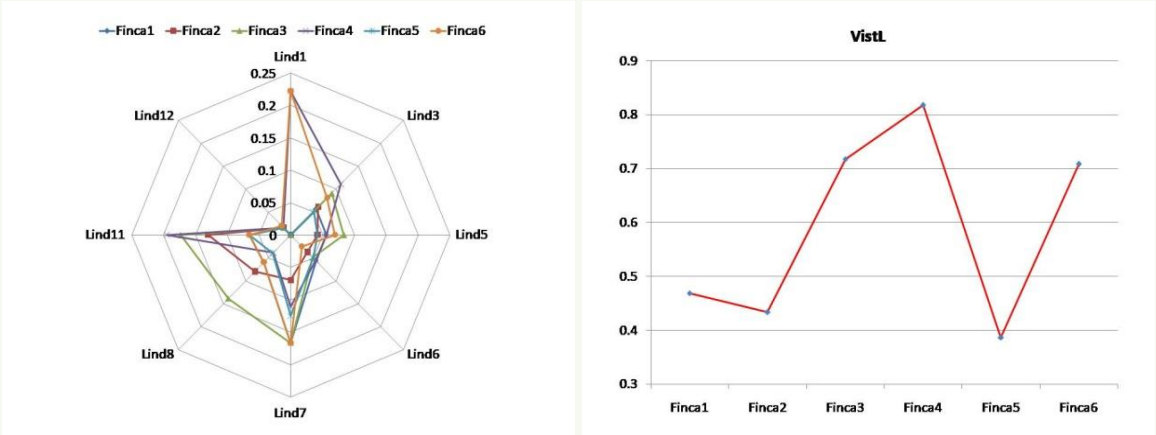


Figura 5. Indicadores de sostenibilidad social ($Lind_i$) a la izquierda y total (VistL) a la derecha por finca del sistema doble propósito.

©2020 Ciencia Agropecuaria es desarrollada en el Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá, bajo una licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional. Para más información escribir a cienciaagropecuaria@idiap.gob.pa

El Análisis de Varianza (Cuadro 13) mostró diferencias significativas (P<0,05) entre grupos solamente en $Lind_8$ y $Lind_{11}$ con un R^2 y CV de 84,8% y 87,9%, y 26,9% y 22,9%, respectivamente.

Cuadro 13. Cuadrados medios de los indicadores de sostenibilidad social ($Lind_i$) del SDP.

FV	gl	Cuadrados Medios								
		Lind1	Lind3	Lind5	Lind6	Lind7	Lind8	Lind11	Lind12	VistL
Grupos	2	0,0041ns	0,0006ns	0,0004ns	0,00002ns	0,0030ns	0,0029*	0,0077*	0,00002ns	0,0165ns
Error	3	0,0192	0,0006	0,0002	0,0023	0,0007	0,0003	0,0007	0,00005	0,0431
Total	5									
R^2		0,125	0,369	0,634	0,043	0,746	0,848	0,879	0,295	0,204
CV, %		187,1	21,9	21,9	33,9	19,6	26,9	22,9	28,1	35,3

*P<0,05
ns = no significativo al 5% de probabilidad.

El $Lind_8$ se relaciona al "tamaño familiar" y el Grupo 1 difiere significativamente (P<0,05) en un 133,4% y 162,6% de los Grupos 2 y 3 (Cuadro 14), respectivamente. Por otra parte, el $Lind_{11}$ se refiere al "nivel académico de los hijos del productor", siendo el valor más alto en el grupo1, pero sin diferir (P>0,05) del Grupo 2; sin embargo, el Grupo 1 difiere significativamente (P>0,05) del Grupo 3 en un 166,7%, pero no hay diferencia significativa entre el Grupo 2 y Grupo 3 (P>0,05).

Cuadro 14. Indicadores de sostenibilidad social ($Cind_i$) ajustados por mínimos cuadrados por grupo de finca del sistema doble propósito.

Grupos	Indicadores de sostenibilidad social del SDP*				
	$Lind_1$	$Lind_3$	$Lind_5$	$Lind_6$	$Lind_7$
1	0,000±0,139[a]	0,090±0,0251[a]	0,083±0,013[a]	0,049±0,015[a]	0,167±0,026[a]
2	0,111±0,098[a]	0,086±0,0177[a]	0,049±0,009[a]	0,046±0,011[a]	0,090±0,018[a]
3	0,074±0,080[a]	0,062±0,0145[a]	0,056±0,007[a]	0,043±0,009[a]	0,153±0,015[a]

*Medias ajustadas con la misma letra en la misma columna no difieren entre sí al 5% de probabilidad.

Grupos	Indicadores de sostenibilidad social del SDP*			
	$Lind_8$	$Lind_{11}$	$Lind_{12}$	VistL
1	0,139±0,0183[a]	0,173±0,026[a]	0,0159±0,005[a]	0,718±0,208[a]
2	0,059±0,0132[b]	0,162±0,019[ab]	0,0218±0,004[a]	0,625±0,147[a]
3	0,053±0,0800[b]	0,065±0,015[b]	0,0172±0,003[a]	0,521±0,120[a]

*Medias ajustadas con la misma letra en la misma columna no difieren entre sí al 5% de probabilidad.

El análisis de componentes principales (ACP) para las variables relativizadas que componen el $Kind_i$ para el SVT y SDP se detalla en la Figura 6. Las variables Asociativismo

©2020 Ciencia Agropecuaria es desarrollada en el Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá, bajo una licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional. Para más información escribir a cienciaagropecuaria@idiap.gob.pa

(rcASOC1), disponibilidad de insumos agropecuarios en el área y precios (rcINSAGR2), apoyo institucional (rcAPOYO7), tamaño familiar (rcTAMFAM8), disponibilidad y uso de mano de obra (rcUSOMO9), satisfacción del nivel académico por disponibilidad de centros educativos (rcACAD11) y grado de bienestar y calidad de vida (rcGBCV12) son las que explican el $Cind_i$.

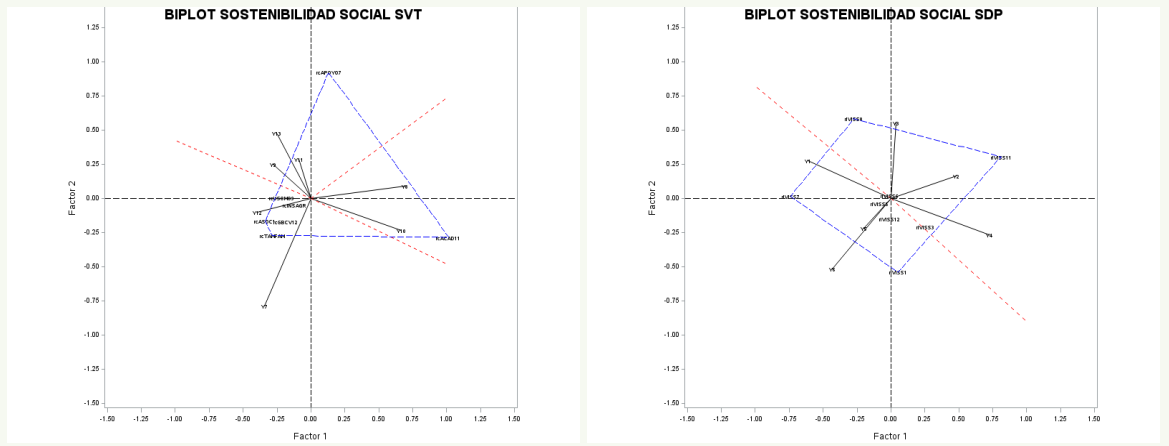


Figura 6. Gráficas Biplot para las variables relativizadas de las fincas de los Sistemas Vaca-Ternero (SVT) y Sistema Doble Propósito (SDP).

En esta Figura 6 para el SVT se observa que la Finca8 es la que presenta mayor estabilidad en los $Cind_i$ por su mayor valor en el Factor 1 y su cercanía al valor cero en el Factor 2. Esta Finca8 está localizada en el sector de la rcVISS7 (apoyo institucional), en donde un 71,4% de las fincas indican tener un buen apoyo institucional. Además, esta finca presentó el mayor indicador total de sostenibilidad social (VistC) con 0,894. La Finca10 se ubicó en el sector de la rcACAD11 (satisfacción del nivel académico por disponibilidad de centros educativos) y fue la segunda finca con mayor valor de VistC con 0,7667. En esta variable se encontró que el 42,9%, 71,43% y 71,4% de los ganaderos reportaron un nivel satisfactorio de educación primaria, secundaria y universitaria para sus hijos. Las fincas Finca9, Finca11 y Finca13 se ubican en el sector de la rcUSOMO9 (disponibilidad y uso de la mano de obra). El 100% de las fincas no contrata mano de obra permanente, pero el 57,1% llega a utilizar hasta tres personas como mano de obra eventual y el 42,9% los llega a contratar hasta por dos meses.

©2020 Ciencia Agropecuaria es desarrollada en el Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá, bajo una licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional. Para más información escribir a cienciaagropecuaria@idiap.gob.pa

Por otra parte, en la Figura 6, para el SDP se observa que la Finca4 es la que presenta mayor estabilidad en los $Cind_i$ por su mayor valor en el Factor 1 y su cercanía al valor cero en el Factor 2. Esta Finca4 está ubicada en el sector de la rlCONSOC3 (consenso social) y rlASOC1 (asociativismo), en donde un 50,0% de las fincas señalan suficiente flujo de información, una buena relación entre productores y que no existen conflictos de intereses entre ellos y otro 50,0% moderado a bajo el flujo de información, moderada a baja relación entre productores y que hay conflictos de intereses. Además, el 66,7% de los ganaderos no están asociados. Por otra parte, esta finca presentó el mayor indicador total de sostenibilidad social (VistL) con 0,818. Las Finca3 y Finca2 se ubicaron en el sector de la rcVISS11 (nivel académico de los hijos) y la Finca3 fue la segunda finca con mayor valor de VistL con 0,718. En esta variable se encontró que el 50,0% de los ganaderos sienten un nivel satisfactorio de educación primaria, secundaria y universitaria para sus hijos. Las Finca5 y Finca6 se ubican en el sector de la rlVISS3 (consenso social). El 83,3% dedican entre seis a siete días a la finca, pero el 50,0% disponen de un hijo para dedicarse a la finca.

De acuerdo con los resultados de Ríos (2010), hay marcadas diferencias con los resultados del presente estudio como por ejemplos en el indicador de sostenibilidad social de las lecherías intensivas de las localidades de San Pedro de los Milagros y La Unión, Antioquia estuvo compuesto por rjCONSOC3 o consenso social en donde el 90% de los ganaderos reportaron tener buenas relaciones con los demás productores, rjAPOYO7 o apoyo institucional, el cual reporta que el 80% de los productores manifestaron tener buen compromisos con las instituciones y rjGBCV12 o grado de bienestar y calidad de vida en donde el 80% de los productores señalaron tener buena calidad de vida. Por otra parte, el 100% de los productores del estudio de Ríos (2010) manifestaron regular el acceso al crédito (rjCRED6). En el presente estudio se encontró que para rcCONSOC3 y rlCONSOC3, el 100% y 50%, respectivamente, de los productores reportaron buenas relaciones entre productores, así para rcMERC5 y rlMERC5, el 28,6% y 16,7%, respectivamente, indicaron tener bueno acceso y para rcASOC1 y rlASOC1 señalaron que el 7,4%% y 33,3%, respectivamente, están organizados.

©2020 Ciencia Agropecuaria es desarrollada en el Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá, bajo una licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional. Para más información escribir a cienciaagropecuaria@idiap.gob.pa

Escala de evaluación de los indicadores de sostenibilidad social (VistC y VistL)

Los rangos de los indicadores de sostenibilidad social se detallan en el Cuadro 15. Los valores máximos y mínimos de VistC y VistL se obtuvieron simulando si la finca fuera altamente sostenible (sumando los máximos valores de las variables de indicadores de sostenibilidad) y si fuera altamente insostenible (sumando los mínimos valores de las variables de indicadores de sostenibilidad). Además, con estos indicadores se dio origen a los rangos de sostenibilidad social.

Cuadro 15. Valores máximos y mínimos esperados de los indicadores de sostenibilidad social para sistema vaca-ternero y sistema doble propósito.

Sistema Vaca-Ternero			Sistema Doble Propósito		
Indicador	**Máximo**	**Mínimo**	**Indicador**	**Máximo**	**Mínimo**
$Cind_1$	0,375	0,125	$Lind_1$	0,333	0,111
$Cind_2$	0,171	0,057	$Lind_3$	0,091	0,000
$Cind_7$	0,179	0,595	$Lind_5$	0,083	0,028
$Cind_8$	0,150	0,043	$Lind_6$	0,056	0,006
$Cind_9$	0,114	0,014	$Lind_7$	0,167	0,056
$Cind_{11}$	0,214	0,095	$Lind_8$	0,139	0,000
$Cind_{12}$	0,049	0,018	$Lind_{11}$	0,194	0,065
VistC	**1,253**	**0,341**	$Lind_{12}$	0,044	0,012
			VistL	**1,107**	**0,277**

La escala de sostenibilidad social (Cuadro 16) se origina de los rangos de los valores de VistC y VistL (Cuadro 15). La escala propuesta se basó en dividir la amplitud del rango entre tres de manera que cada categoría de sostenibilidad social tenga la misma proporción calificativa.

Basado en la escala propuesta, la Finca8 (14,3% de las fincas) del SVT calificaría como altamente sostenible, mientras que las Finca9, Finca10, Finca11, Finca12 y Finca13 (71,5% de las fincas) califican como medianamente sostenible y la Finca7 (14,3% de las fincas) como altamente insostenible.

Para el SDP, las Finca1, Finca3 y Finca6 califican como medianamente sostenibles y las Finca2, Finca4 y Finca5 como altamente insostenibles. Existiendo la misma proporción de fincas (50,0%) en ambas categorías.

©2020 Ciencia Agropecuaria es desarrollada en el Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá, bajo una licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional. Para más información escribir a cienciaagropecuaria@idiap.gob.pa

Cuadro 16. Valores de sostenibilidad social propuestos para los sistemas vaca-ternero y sistemas doble propósito.

Indicadores de sostenibilidad social	Sistemas de Producción		Referencia
	SVT	SDP	Ríos (2010)
Sostenible	>1,025	>1,107	>0,296
Altamente sostenible	0,797 – 1,025	0,830 – 1,107	0,296 – 0,265
Medianamente sostenible	0,569 – 0,797	0,554 – 0,830	0,265 – 0,238
Altamente insostenible	0,341 – 0,569	0,277 – 0,554	0,238 – 0,225
Insostenible	<0,341	<0,277	<0,225

Estas escalas difieren grandemente de la propuesta por Ríos (2010) para sistemas lecheros bovinos especializados. La escala de Ríos (2010) se basó en los rangos de los valores de sostenibilidad social de los conglomerados y no con los rangos mayores y menores esperados de las variables indicadoras.

Las razones por la cual las ciencias sociales no estuvieron involucradas en la conceptualización de sostenibilidad reposan en el dualismo histórico entre la ciencia social y natural y en la utilización de terminologías y métodos heterogéneos (Becker et al., 1999; citados por Janker et al., 2019). Estos estudios deben analizarse a través del enfoque de sistema para entender los fenómenos sociales complejos. El mismo fue propuesto para reducir la complejidad social de la realidad para entender las estructuras y comportamiento dentro de un sistema. Una dimensión social, a nivel de finca, es requerida para complementar los pilares existentes ambientales y económicos de la sostenibilidad en las herramientas de evaluación, estrategias y políticas de sostenibilidad para la agricultura.

CONCLUSIONES

- El modelo de evaluación de sostenibilidad social en fincas del SVT y SDP, modificado y adaptado de la propuesta de Ríos (2010) resultó ser muy útil y versátil y es una herramienta para ser usada en gestión para la planificación, control y toma de decisiones en ambos sistemas bovinos de producción.

- Se generaron dos escalas de evaluación de la sostenibilidad social, una para el SVT y otra para el SDP, las cuales difieren de la escala propuesta por Ríos (2010) para sistemas bovinos lecheros especializados. Además, ambas escalas propuestas para

©2020 Ciencia Agropecuaria es desarrollada en el Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá, bajo una licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional. Para más información escribir a cienciaagropecuaria@idiap.gob.pa

SVT y SDP también difieren entre sí ya que las variables indicadoras de sostenibilidad social no coincidieron en un 100% para ambos sistemas bovinos.

- La relativización de las variables indicadoras de sostenibilidad social permitió el adecuado análisis multivariado (ACP y AC) para el agrupamiento de variables de indicadores de sostenibilidad social y de fincas de los SVT y SDP. Con el ACP, en el SVT, se identificaron cuatro factores y resultaron tres grupos de fincas, y en el SDP se obtuvieron tres factores y tres grupos de fincas.

- Diferencias significativas entre grupos de fincas se encontraron en los indicadores de sostenibilidad social $Cind_7$ (apoyo institucional) y $Cind_{11}$ (satisfacción del nivel académico por disponibilidad de centros educativos) en el SVT y en los indicadores $Lind_8$ (tamaño familiar) y $Lind_{11}$ (satisfacción del nivel académico por disponibilidad de centros educativos) en el SDP.

- La mayoría de las fincas del SVT calificaron como medianamente sostenible, mientras que en el SDP la mitad calificó como tal. En este estudio solamente la Finca8 en el SVT calificó como altamente sostenible.

BIBLIOGRAFÍA

ADEC INNOVATIONS. 2019. What is social sustainability. American Data Exchange Company Innovations. 4p. CA, USA. www.asg.adec.innovationes.com/about-us/faqs/what-is-social-sustainability/ (consultado 4 may. 2019).

Aldenderfer, M.S., and R.K. Blashfield. 1984. Cluster analysis. SAGE Publications, Inc. 1st Print. Beverly Hills, CA. USA. 88p.

Alkan Olsson, J., C. Bockstaller, L. Stapleton, F. Ewert, R. Knapen, O. Therond, G. Geniaux, S. Bellon, T. Pinto Correira, N. Turpin, and I. Bezlepkina. 2009. A goal-oriented indicator framework to support integrated assessment of new policies for agri-environmental system. Environmental Science Policy. 12:562-572.

©2020 Ciencia Agropecuaria es desarrollada en el Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá, bajo una licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional. Para más información escribir a cienciaagropecuaria@idiap.gob.pa

Binder, C.R., G. Feola, and J.K. Steinberger. 2010. Considering the normative, systematic and procedural dimensions in indicator-based sustainability assessments in agriculture. Environmental Impact Assessment. 30:71-81.

Boogaard, B.K., S.J. Oosting, B.B. Bock, and J.S.C. Wiskerke. 2011. The social-cultural sustainability of livestock farming: an inquiry into social perception of dairy farming. Animal. 5:1458-1466.

Carmona, F. 2014. Un ejemplo de Análisis de Componentes Principales (ACP) paso a paso. http://www.ub.edu/stat/docencia/Mates/ejemploACP.pdf (consultado 30 sep. 2020).

De León-García, R.H., G. Thomas, y O. Castillo. 2018. Caracterización y tipificación de pequeñas fincas doble propósito de la provincia de Bocas del Toro-Panamá. Ciencia Agropecuaria. 29:13-40.

Escobar, G. 1995. Desarrollo metodológico para la aplicación del enfoque de sistema en América Latina. p. 99-109. En: Investigación con enfoque de sistemas en la agricultura y el desarrollo rural, editores J.A. Berdegué y E. Ramírez. Red Internacional de Metodología de Investigación de Sistemas de Producción (RIMISP). Centro Internacional e Investigación para el Desarrollo (CIID). Santiago de Chile, Chile.

Everitt, B. 1979. Unresolved problem in cluster analysis. Biometrics 35:169-181.

Gómez-Limón, J.A., and G. Sánchez-Fernández. 2010. Empirical evaluation of agricultural sustainability using composite indicators. Ecological Economy. 69:1062-1075.

Gras, R. 1989. Le fait technique en agronomie: activité agrícola, concepts et méthodes d'étude. Editions L'Harmattan, París. France.

Google Earth. 2020. Panamá – Google My Maps. https://www.google.com/maps/d/embed?mid=1jCP67RFnnXZxW0IGvFPDgRIIn9U&ie=UTF8&msa=0&ll=9.35286800000002... (consultado: 24 dic. 2020).

©2020 Ciencia Agropecuaria es desarrollada en el Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá, bajo una licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional. Para más información escribir a cienciaagropecuaria@idiap.gob.pa

Hair, J.F., R.E. Henderson, R.L. Taham, and W. Black. 1998. Multivariate data analysis. 5th Ed. Prentice Hall College Division. New York, NY. USA. 768p.

Hammond, M. 2020. Escala de Linkert: qué es y cómo utilizarla. Gestión de Clientes. Lectura de 9 minutos. Hubspot. 768p. www.blog.hubspot.es/service/escala-likert (consultado 18 sep. 2020).

Harrington, L. 1995. Sustainability in perspective: strengths and limitation of farming system research in contributing to a sustainable agriculture. Journal of Sustainable Agriculture. 5:41-59.

Janker, J., and S. Mann. 2018. The social dimension of sustainability in agriculture. Working paper. https://researchgate.net/publication/32263634 (consultado 4 jun. 2019).

Janker, J., S. Mann, and S. Rist. 2019. Social sustainability in agriculture. A system-based framework. Journal of Rural Studies. 65:32-42.

Johnson, R., and D. Wichern. 1998. Applied multivariate statistical analysis. 4th Ed. Prentice Hall College Division. New York. NY. 799p.

Kim, J.O., and C.W. Mueller. 1978. Factor analysis. Statistical methods and practical issues. SAGE Publications, Inc. Beverly Hills, CA. USA. 87p.

Lebacq, T., P.V. Baret, and D. Stilmant. 2013. Sustainability indicators for livestock farming. A review. Agronomy Sustainability Development. 33:311-327.

Likert, R. 1932. A technique for the measurement of attitude. Archives of Psychology. 22:140-155.

Meul, M., F. Nevens, D. Reheul, and G. Hofman. 2007. Energy use efficiency of specialized dairy, arable and pig farm in Flanders. Agricultural Ecosystem and Environment. 119:135-144.

©2020 Ciencia Agropecuaria es desarrollada en el Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá, bajo una licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional. Para más información escribir a cienciaagropecuaria@idiap.gob.pa

Pannell, D.J. 1999. Social and economic challenges in the development of complex farming systems. Agroforestry System. 45:393-409.

Rigby, D., P. Woodhouse, T. Young, and M. Burton. 2001. Constructing a farm level indicator of sustainable agriculture practice. Ecological Economics. 39:463-478.

Ríos, G.P. 2010. Propuesta para generar indicadores de sostenibilidad en sistemas de producción agropecuaria para la toma de decisiones. Caso: Lechería especializada. M.Sc. Tesis de Graduación. Facultad de Minas. Universidad Nacional de Colombia. 107p.

Sadock, W., F. Angevin, J.E. Bergez, C. Bockstaller, B. Colomb, L. Guichard, R. Reau, and T. Doré. 2008. Ex ante assessment of the sustainability of alternative cropping systems: implications for using multi-criteria decision-aid methods. A review. Agronomy Sustainability Development. 28:163-174.

Steel, R.G.D., and J.H. Torrie. 1980. Principles and procedures of statistics: A biometrical approach. 2nd Edition. McGraw-Hill Book Company. New York, NY. USA. 633p.

ten Napel, J., A.A. van der Veen, S.J. Oosting, and P.W.G. Koerkamp. 2011. A conceptual approach to design livestock production systems for robustness to enhance sustainability. Livestock Science. 139:150-160.

van Calker, K.J. 2005. Sustainability of Dutch Dairy farming system: a modeling approach. Dissertation, Wageningen Universiteit, Wageningen, Germany.

van Calker, K.J., P.B.M. Berebtsen, I.J.M. de Boer, G.W.J. Giesen, and R.B.M. Huirne. 2007. Modelling worker physical health and societal sustainability at farm level: an application to conventional and organic dairy farming. Agricultural System. 94:205-219.

van Cauwembergh, N., K. Biala, C. Bielders, V. Brouckaert, L. Franchois, V. García Cidad, M. Hermy, E. Mathis, B. Muys, J. Reijnders, X. Sauvenier, J. Valckx, M.

©2020 Ciencia Agropecuaria es desarrollada en el Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá, bajo una licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional. Para más información escribir a cienciaagropecuaria@idiap.gob.pa

Vanclooster, B. Van der Veken, E. Wauters, and A. Peeters. 2007. SAFE-a hierarchical framework for assessing the sustainability of agricultural systems. Agricultural Ecosystem Environment. 120:229-242.

van der Werf, H.M.G., and J. Petit. 2002. Evaluation of the environmental impact of agricultures at the farm level: a comparison and analysis of 12 indicator-based methods. Agricultural Ecosystem and Environment. 93:131-145.

Ward, J. 1963. Hierarchical grouping to optimize an objective function. Journal of the American Statistical Association. 58:236-244.

©2020 Ciencia Agropecuaria es desarrollada en el Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá, bajo una licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional. Para más información escribir a cienciaagropecuaria@idiap.gob.pa