

APLICACIÓN DEL CATPCA PARA EL ESTUDIO DE LA SOSTENIBILIDAD DE LA EMPRESA PECUARIA VALLE DEL PERÚ.

Yasser Vázquez Alfonso¹, Caridad Walkiria Guerra Bustillo, Orlando Enrique Sánchez León y Lourdes Domínguez Orta.

Universidad Nacional Agraria de la Habana

ABSTRACT

This work was developed in the Valley Livestock Company Peru , the municipality of San José de las Lajas in the province aimed Mayabeque and apply Principal Component Analysis for categorical data for diagnosis and establishment of strategies for sustainability analysis in thereof. Information of social, economic and environmental through the database of indicators of company size was collected, being processed and analyzed by calculating the ratio of the size and overall sustainability through software and ANSOST1.0 model of Multivariate Statistics Principal Component Analysis for categorical data (CATPCA) implemented in the SSPS version 22.0 software. The variables that stand out are those related to the composition of human resources, gender and economic. These results are useful for company managers because they can make better decisions about the behavior of the core activities of the company.

KEYWORDS: Sustainability, CATPCA, ANSOST1.0, Cattle Company

MSC: 62P10

RESUMEN

El presente trabajo se desarrolló en la Empresa Pecuaria Valle del Perú, del municipio San José de las Lajas, provincia Mayabeque y tuvo como objetivo aplicar el Análisis de los Componentes Principales para datos categóricos para el diagnóstico y establecimiento de estrategias de análisis de la sostenibilidad en la misma. Se recopiló la información de las dimensiones sociales, económicas y ambientales a través de la base de datos de los indicadores de la Empresa, siendo procesada y analizada mediante el cálculo del índice de la sostenibilidad por dimensión y general a través del software ANSOST1.0 y el modelo de la Estadística Multivariada Análisis de Componentes Principales para datos categóricos (CATPCA) implementado en el software SSPS versión 22.0. Las variables que más se destacan son las relacionadas con la composición de los recursos humanos, el género y las económicas. Estos resultados son de gran utilidad para los directivos de la empresa debido a que pueden tomar mejores decisiones sobre el comportamiento de las actividades fundamentales de la empresa.

1. INTRODUCCIÓN

La década de los 90 del siglo XX demandó de la ciencia contemporánea, la elaboración y fundamentación de metodologías que permitieran instrumentar los procesos de selección de los diferentes sistemas de indicadores de sostenibilidad de acuerdo a las particularidades de los contextos abordados y el nivel organizacional de los mismos, donde la Cumbre de Río 1992 jugó un rol muy significativo dado las exigencias planteadas en la agenda 21 en cuanto a la supervisión y evaluación del proceso de desarrollo, denominado como sostenible.

¹ yalfos1@gmail.com

La definición de los primeros sistemas de indicadores de sostenibilidad, tanto para el nivel de región, país, ciudad o empresa, promovieron una nueva necesidad que radicaba en la agregación de la información, que brindaban los indicadores en su singularidad, a índices que facilitarían la interpretación de los resultados e hicieran más viable la toma de decisiones a los diferentes niveles.

La temática de la sostenibilidad ha cobrado gran valor en nuestros días debido al fracaso de los modelos tradicionales de desarrollo aplicados para enfrentar las inestabilidades territoriales y sociales registradas fundamentalmente a partir de la segunda mitad del siglo anterior, más evidentes aún en la actual sociedad sometida a la influencia de las políticas neoliberales y la Globalización y, en el caso particular de la América Latina y el Caribe, a la incapacidad de estos para abordar proyectos capaces de responder a las apremiantes necesidades de su población rural.

En este sentido, surge la necesidad de determinar indicadores que permitan evaluar, y tomar decisiones en el corto, mediano y largo plazo. Partiendo de esta urgencia, se desarrolló esta investigación, cuyo objetivo principal consistió en aplicar métodos estadísticos-computacionales para el diagnóstico y establecimiento de estrategias de análisis, de la sostenibilidad considerando indicadores seleccionados en la Empresa Pecuaria Valle del Perú del municipio San José de las Lajas.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

La Empresa Pecuaria Valle del Perú fue constituida jurídicamente el 15 de Diciembre de 1976 por la Resolución No. 101 del Ministro de la Agricultura, se encuentra ubicada en la parte centro este y sureste del municipio San José de las Lajas, limitando al este con los municipios de Güines y Madruga, al sur limita con el municipio Güines y el resto de los límites se ubican dentro del municipio, ocupa un área de 19 802,6 hectáreas, distribuidas en los diferentes renglones de la organización, cuyos propósitos productivos son la producción de leche y carne. La investigación se realizó en los años 2006 al 2012, el conjunto de actividades que integran esta investigación fueron estructuradas para dar respuesta a una parte esencial de los proyectos de investigación denominados: Socialización de Procesos de Innovación para el Desarrollo Sostenible Municipal (SPIM) y Programa de desarrollo agropecuario integral del municipio San José de las Lajas.

En el proceso de selección de las variables a analizar, se consideró las tres etapas: identificación, captación de la información y confección de la base de datos, que consisten en la identificación preliminar de las variables a estudiar, partiendo de la bibliografía existente sobre el tema, dentro de estas se destacan los trabajos de Pacheco (2002), González (2002), Cino (2009), Domínguez (2011) y Vázquez (2012), entre otros. Después se confeccionó una base de datos con las diferentes variables que representan las dimensiones sociales y económicas que se analizan en la Empresa, partiendo de los criterios dados en el proyecto Programa de Desarrollo Agropecuario Integral del municipio San José de las Lajas, por los especialistas de la Delegación Municipal de la Agricultura, Empresas Pecuarias Valle del Perú y Nazareno, Centros de Investigación (ICA, INCA, CENSA), Universidad Agraria de La Habana (UNAH) y el Centro Nacional de Control Pecuario (CENCOP).

El análisis e interpretación de la sostenibilidad, se realizó a partir del índice de sostenibilidad que incluye los índices de las dimensiones sociales, económicas y ambientales, mediante el cálculo de los logros relativos de cada una de sus variables. Los logros relativos se calcularon a través de las ecuaciones propuestas por Sepúlveda (2002):

$$a) f_i = \frac{X_i - \text{mín } X}{\text{máx } X - \text{mín } X} \text{ si se aspira a un valor alto del indicador donde:}$$

f_i : es el valor correspondiente al logro relativo en un período determinado.

X_i : representa valor del indicador para la empresa.

mín X: representa el valor mínimo observado.

máx X: representa el valor máximo observado.

$$b) f_i = \frac{\text{máx } X - X_i}{\text{máx } X - \text{mín } X} \text{ si se aspira a un valor bajo del indicador.}$$

Finalmente se obtiene para la dimensión social, económica y ambiental de la sostenibilidad en la Empresa Pecuaria Valle del Perú un Índice de Sostenibilidad (IS), a través de la siguiente formulación:

$$IS = \frac{\sum f_i(x) * w_i}{nf_i}$$

Donde:

f_i : es el valor correspondiente al logro relativo en un período determinado.

w_i : es el factor de ponderación.

nf_i : es la cantidad de logros relativos.

Para la caracterización de los indicadores de la sostenibilidad, se utilizó el software Análisis de la Sostenibilidad (ANSOST1.0), realizado en la plataforma Visual Studio, sobre el Sistema Operativo Windows, como herramienta en la visualización y análisis de la información referente a las variables que influyen en la sostenibilidad de la Empresa Pecuaria Valle del Perú.

Para la realización del análisis de la sostenibilidad en la Empresa Pecuaria Valle del Perú, se tuvieron en cuenta los doce meses de los años 2006 al 2012 y las siguientes variables que se muestran en la tabla 1.1.

Tabla 1.1. Característica de las variables.

No	Variable	Tipo	Escala
1	Producción mercantil costo (PMC)	Cuantitativa	Razón
2	Producción mercantil valor (PMV)	Cuantitativa	Razón
3	Producción bruta costo (PBC)	Cuantitativa	Razón
4	Producción bruta valor (PBV)	Cuantitativa	Razón
5	Valor agregado (VA)	Cuantitativa	Razón
6	Promedio de trabajadores (PT)	Cuantitativa	Razón
7	Utilidad o pérdida (UP)	Cuantitativa	Razón
8	Ventas netas (VN)	Cuantitativa	Razón
9	Cantidad de mujeres (CM)	Cuantitativa	Razón
10	Cantidad de hombres (CH)	Cuantitativa	Razón
11	Edad promedio (EP)	Cuantitativa	Razón
12	Cantidad de obreros/as (CO)	Cuantitativa	Razón
13	Cantidad de técnicos medios (CTM)	Cuantitativa	Razón
14	Cantidad de bachilleres (CB)	Cuantitativa	Razón
15	Cantidad de graduados universitarios (CGU)	Cuantitativa	Razón
16	Cantidad de personas capacitadas por año (CPC)	Cuantitativa	Razón
17	Tipo de sostenibilidad (TS)	Cualitativa	Nominal
18	Años	Cualitativa	Nominal
19	Meses	Cualitativa	Nominal
20	Cantidad de labores de mantenimiento y rehabilitación de tierras y pastizales en el año (CLM)	Cuantitativa	Razón
21	Cantidad de fertilizante aplicado (CFA)	Cuantitativa	Razón
22	Cantidad de plaguicidas aplicado (CPA)	Cuantitativa	Razón
23	Uso de los residuales como fertilizantes (URF)	Cuantitativa	Razón
24	Áreas reforestadas (AR)	Cuantitativa	Razón
25	Área afectada por incendio (ARFI)	Cuantitativa	Razón

Se aplicó las técnicas de Estadística Multivariada, según criterios de DeLeeuw (2005) y Tapia (2007), de acuerdo a las características de las variables, como hay presencias de diferentes escalas de medición en la investigación se utiliza el Análisis de los Componentes Principales para datos categóricos (Londoño, 2008).

El método de componentes principales categóricos (ACPCat), al igual que su homólogo para variables continuas, puede considerarse como una técnica exploratoria de reducción de las dimensiones de una base de datos incorporando variables nominales, ordinales y numéricas (Navarro, 2010). Pone al descubierto relaciones existentes entre las variables originales, entre los casos y entre ambos: variables y casos (Meulman y Heisser, 2004).

El modelo ACPCat presenta una matriz de datos $H_{n \times m}$, la cual consiste en las puntuaciones observadas de n casos en m variables. Cada variable puede ser denotada como la j -ésima columna de H ; h_j como un vector $n \times 1$, con $j = 1, \dots, m$. Si las variables h_j no tienen nivel de medición numérico, o se espera que la relación entre ellas no sea lineal, se aplica una transformación no lineal. ACPCat puede ser desarrollado minimizando la función de pérdida mínima cuadrática en la que la matriz de datos observados H es reemplazada por una matriz $Q_{n \times m}$, que contiene las variables transformadas $q_j = \varphi_j(h_j)$.

La función de pérdida $L_2(Q, A, X) = n^{-1} \sum_{j=1}^m \text{tr}(q_j \cdot a_j' - X)(q_j \cdot a_j' - X)$ es la que utiliza el

ACPCat y está sujeta a un número de restricciones. Primero, las variables transformadas son estandarizadas, a fin de que $q_j'q_j = n$. Tal restricción se necesita para resolver la indeterminación entre q_j y a_j en el producto escalar $q_j a_j'$. Esta normalización implica q_j que contenga z-scores y garantice que las saturaciones en componentes en a_j estén correlacionadas entre las variables y las componentes. Para evitar la solución trivial $A = 0$ y $X = 0$, las puntuaciones de los objetos se limitan y se requiere que $X'X = nI$, donde I es la matriz identidad, se necesitan que las puntuaciones de los objetos estén centradas, por lo tanto $1'X = 0$, donde 1 representa el vector unidad. Estas restricciones significan que las columnas de las X (componentes) son z-scores ortonormales: su media es cero, su desviación estándar es 1, y están incorrelacionada Para el nivel de escala numérica, $q_j = \varphi_j(h_j)$ implica una transformación lineal, que es la variable observada h_j es simplemente transformada en z-scores. Para los niveles no lineales (nominal, ordinal, spline), $q_j = \varphi_j(h_j)$ denotan una transformación acorde con el nivel de medición seleccionado para la variable j .

El método que se utiliza para minimizar la función de pérdida anterior es el de los mínimos cuadrados alternantes, actualizando cíclicamente uno de los parámetros X , Q y A , mientras que los otros dos se mantienen constantes. Esos procesos iterativos se continúan hasta que la mejora en los valores perdidos posteriores este por debajo de algún valor pequeño especificado por el usuario. En ACPCat, los valores de partida de X son aleatorios.

La fiabilidad de los procedimientos de Escalamiento Óptimo, se midió a través del coeficiente Alfa de Cronbach (α), según expresa Ledesma *et. al.* (2002).

Se consideran límites inferiores de aceptabilidad de la fiabilidad del método de Escalamiento Óptimo, los valores del coeficiente Alfa de Cronbach, de 0,6 a 0,7, según los criterios de Hair *et. al.* (1999).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Un primer resultado de la investigación fue ver el comportamiento del índice por dimensión y general de sostenibilidad de la Empresa Valle de Perú a través del software ANSOST1.0 como se refleja en la figuras 1.1. En esas figuras se puede observar como en los dos primeros años el comportamiento de los índices por dimensión y general es bajo, de acuerdo a la clasificación planteada por Sandoval *et. al.* (2007), que plantea que si el índice está por encima de 0,8 se considera alto, si es mayor que 0,5 y menor que 0,8 se clasifica medio y si es menor que 0,5 es bajo. Esto implica que en esos años la Empresa no fue sostenible, pero en los otros años los valores fueron más elevados, por lo que se infiere que este incremento estuvo condicionado al desempeño que tuvieron en la Empresa los trabajadores y directivos, para lograr mejores resultados.

Otro resultado fue la aplicación del Análisis de los Componentes Principales para datos categóricos, porque en el conjunto de datos hay presencia de variables mixtas (predominan las cuantitativas). En la tabla 1.2 se muestra el resumen del modelo con los valores del Alfa de Cronbach en las dos dimensiones, los cuales están dentro del rango de fiabilidad de la aplicación adecuada del método, según Hair *et. al.* (1999).

Tabla 1.2. Resumen de la fiabilidad y varianza explicada.

Dimensión	Alfa de Cronbach	Varianza explicada	
		Total (Autovalores)	% de la varianza
1	,936	9,833	39,331
2	,853	5,519	22,078
Total	,974	15,352	61,409

La dimensión1 explica el 39,33% de variabilidad y las variables que presentan más peso se muestran en la tabla 1.3 y son: Producción mercantil costo, Producción bruta valor, Valor agregado, Utilidad o pérdidas, Ventas netas, Cantidad de hombres, Cantidad de obreros, Cantidad de personas capacitadas, años, Tipo de sostenibilidad, Cantidad de labores de mantenimiento y rehabilitación de tierras y pastizales en el año y Uso de residuales como fertilizantes.



Figura 1.1. Gráficas de los índices generales y de los índices por dimensiones.

En el Análisis de Componentes Principales realizado por Torres (2011), entre las variables que más peso presentaron en la dimensión 1 se destacan: Ventas netas, Valor agregado, Cantidad de obreros, coincidiendo con algunas variables del resultado anterior.

La dimensión 2 explica el 22.08% de variabilidad y las variables que más pesos tienen son Producción mercantil valor, Producción bruta costo, Promedio de trabajadores y Cantidad de graduados universitario, estando identificada esta dimensión con lo económico y social.

En la figura 1.3 se puede observar la conformación de seis grupos de variables los cuales son:

Grupo 1: Caracterizado por los graduados universitarios (CGU) y Áreas afectadas por incendio (ARFI).

Grupo 2: Caracterizado por Uso de los residuales como fertilizantes (URF), Cantidad de personas capacitadas (CPC), Utilidad o pérdida (UP), Cantidad de labores de mantenimiento y rehabilitación de tierras y pastizales en el año (CLM), Edad promedio (EP), Años, Cantidad de hombres (CH) y Cantidad de fertilizantes aplicado (CFA).

Grupo 3: Relacionado con las variables socioeconómicas Producción mercantil costo (PMC), Producción bruta valor (PBV), Valor agregado (VA), Ventas netas (VN), Tipo de sostenibilidad (TS), Cantidad de Obrero (CO), Cantidad de técnicos medios (CTM), Cantidad de bachilleres (CB), Cantidad de trabajadores (CT), Producción mercantil valor (PMV).

Grupo 4: Relacionado con la variable ambiental Área reforestada (AR) y los meses.

Grupo 5: Conformado por la Cantidad de plaguicida aplicado (CPA) y la Producción bruta costo (PBC).

Grupo 6: Relacionado con el promedio de trabajadores (PT).

Tabla 1.3. Resultados de las variables por cada dimensión.

Variables	Dimensión	
	1	2
PMC	,858	-,061
PMV	,446	-,708
PBC	,183	-,843
PBV	,876	-,053
VA	,760	-,243
PT	-,458	-,802
UP	,775	,351
VN	,889	-,182
CT	,531	-,520
CH	,658	,255
EP	,597	,106
CO	,708	-,383
CTM	,567	-,501
CB	,567	-,501
CGU	-,068	,836
CPC	,709	,512
Años	,834	,511
TS	,835	-,332
Meses	,096	-,122
CLM	,875	,180
CFA	,678	,477
CPA	,157	-,538
URF	,718	,533
AR	-,096	-,045
ARFI	-,129	,514

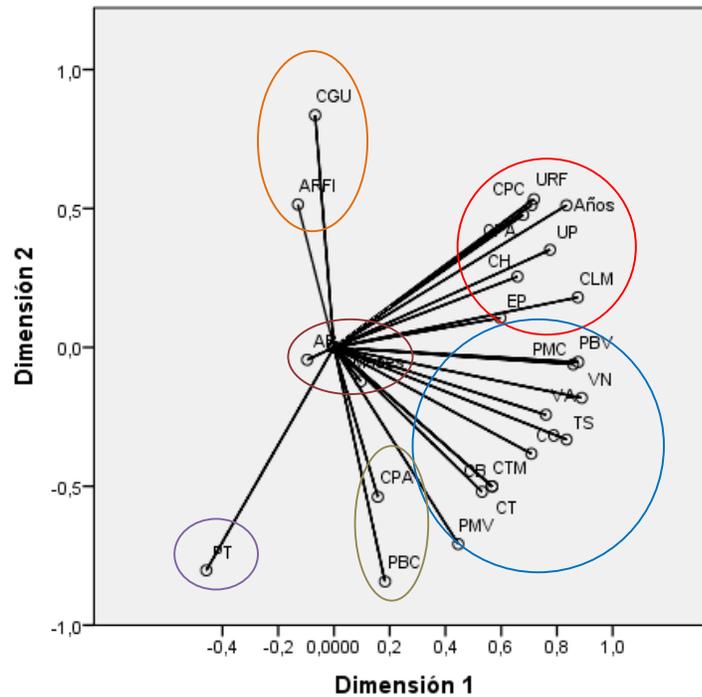


Figura 1.3. Biplot de las variables de la Empresa.

4. CONCLUSIONES

El análisis en la Empresa Pecuaria Valle del Perú, mediante la aplicación informática ANSOST1.0, mostró el comportamiento de las variables en las diferentes dimensiones de la sostenibilidad.

EL método de Escalamiento Óptimo (CATPCA) aplicado a los indicadores de la Empresa Pecuaria Valle del Perú, permite identificar y visualizar que las variables relacionadas con la composición de los recursos humanos y las económicas, las variables de género, el Uso de los residuales como fertilizantes y la Cantidad de labores de mantenimiento y rehabilitación de tierras y pastizales en el año, inciden de forma significativa en la sostenibilidad.

RECEIVED: JUNE, 2014

REVISED: MAY, 2015

REFERENCIAS

- [1] CINO, D.M. (2009): Desarrollo Rural Social y Económico: Una experiencia con la introducción del Búfalo en la empresa pecuaria Macún en Villa Clara. **Tesis en opción al grado de Máster en Ciencias Sociales. Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales. Universidad de La Habana.** Ciudad Habana. Cuba. 137p.
- [2] CORREA, G.(2008): Contribuciones al Análisis Multivariante no Lineal. **Tesis en opción al grado de Doctor en Ciencias Matemáticas.** Departamento de Estadística. Universidad de Salamanca. Salamanca. España. 223p. DE LEEUW, J. (2005): **Análisis Multivariado con Optimal Escala.** Departamento de Estadística.Universidad de California.
- [3] DOMÍNGUEZ, L. (2011): Sistema de Gestión del Capital Humano para la Empresa Pecuaria Valle del Perú. **Tesis para optar por el grado de Máster en Dirección.** Universidad Agraria de La Habana, Mayabeque. Cuba. 109p.
- [4] GONZÁLEZ, J. (2002): Análisis espacial de indicadores socioproductivos de la empresa pecuaria genética “Los Naranjos”. **Tesis para optar por el grado de Máster en Ciencias Geográficas.** Universidad de La Habana. Ciudad Habana. Cuba. 95p.
- [5] HAIR, J. F., ANDERSON, R. E., TATHAM, R. L., and LACK, W. C. (1999): **Análisis Multivariante.** Practice Hall Iberia. Madrid.
- [6] LEDESMA, R., MOLINA, G., y VALERO, P. (2002): Análisis de consistencia interna mediante Alfa de Cronbach: Un paquete basado en gráficos dinámicos. **Psico-USF.** 7, 143-152.
- [7] MEULMAN, J.J., and HEISER, W.J. (2004): **SPSS Categories 13.0.** SPSS, pub.
- [8] NAVARRO, J. M, CASAS, y G.M, GONZÁLEZ, E. (2010): Análisis de componentes principales y análisis de regresión para datos categóricos. aplicación en la hipertensión arterial. **Revista de Matemática: Teoría y Aplicaciones** 17, 205–235.
- [9] PACHECO, M.A. (2002): Análisis y diferenciación especial de indicadores socioeconómicos de la Empresa Pecuaria Genética “Valle del Perú”. **Tesis para optar por el grado de Máster en Ciencias Geográficas.** Universidad de La Habana. Ciudad Habana. Cuba. 89p.
- [10] SANDOVAL, R. A, MEDEROS, M., ROSALES, D., y DE QUESADA, E. (2007): **Contabilidad Nacional.** Editorial Félix Varela, La Habana.
- [11] SEPÚLVEDA, S. (2002): **Metodología para estimar el nivel de Desarrollo Sostenible en Espacios Territoriales.** IICA. San José. Costa Rica.
- [12] TAPIA, J. E. (2007): El Escalamiento Óptimo con base en el Análisis de Componentes Principales, no lineales para la construcción de índice de condiciones de vida y socio-económicos Aplicación en el ámbito nacional. **Proyecto previo a la obtención del Título de Ingeniero Matemático.** Escuela Politécnica Nacional. Facultad de Ciencias. Quito. Ecuador. 124p.
- [13] TORRES, V. (2011): Validación de indicadores de impacto de la transferencia tecnológica en el sector agropecuario en Cuba. **Informe del Proyecto PNAD-GEPROD 09908002.** Instituto de Ciencia Animal. Mayabeque. 136p.
- [14] VÁZQUEZ, Y. (2012): Modelación Estadística-Matemática con variables mixtas para el estudio de la sostenibilidad social en una empresa ganadera bovina. **Tesis en opción al grado de Doctor en Ciencias Veterinarias.** Facultad de Ciencias Técnicas. Universidad Agraria de la Habana. Mayabeque. 130p.