

# Caracterización de los Sistemas Lecheros en San Joaquín de Tuís, Turrialba, Costa Rica.

Karen García, Sergio Abarca, Bernardo Vargas y Gabriela Zúñiga.

## Resumen

El objetivo del estudio es caracterizar los sistemas lecheros de San Joaquín de Tuís, Turrialba, Costa Rica, mediante análisis multivariado. Se aplicó una encuesta a 21 productores, en la cual se contemplaron variables de tipo ambiental, productivas, sociales y físicas. Se identificaron dos grupos de producción representativos. El primero un sistema con bajo nivel tecnológico, responde a fincas de bajos niveles productivos con una mayor superficie ganadera, con escaso nivel tecnológico y carente aplicación de Prácticas Silvopastoriles (SSP). El segundo representa un sistema de mediano nivel tecnológico, integra

fincas con mayores rendimientos productivos en menor cantidad de área destinada a pastoreo, reciben asistencia técnica y adoptan prácticas sostenibles en mayor medida. Las tipologías obtenidas sirven de base para el diseño de acciones correctivas que incentiven el desarrollo de sistemas de producción sostenibles en esta región, debido a que se pueden identificar los principales obstáculos que enfrenta cada sistema de producción.

**Palabras claves:** Caracterización, Tipologías, Análisis Multivariado, Ganadería Lechera.

## Introducción

La caracterización consiste en la descripción de las principales características y las múltiples interrelaciones de las organizaciones; en tanto que la tipificación se refiere al establecimiento y construcción de grupos posibles basados en las características observadas en la realidad. La información obtenida de un estudio de caracterización y tipificación es considerada de gran utilidad a fin de proponer estrategias que permitan mejorar los aspectos que tienen mayor incidencia en el desarrollo de las empresas ganaderas estudiadas (Bolaños, 1999; Castillo y Bonnal, 1988).

Existen diversos métodos para generar tipologías. Predominan las técnicas multivariantes entre ellas el Análisis de Componentes Principales (ACP), Análisis de Correspondencias Múltiples (ACM) y el Análisis de Conglomerados (AC). El ACP y el ACM tienen por objetivo resumir un conjunto grande de variables relacionadas con las entidades bajo estudio en un pequeño conjunto de variables sintéticas construidas como transformaciones de las originales, con una ínfima pérdida de información, y que además son independientes entre ellas. Por esta razón, el ACP y el ACM son usados ampliamente para



caracterizar sistemas ganaderos (Pardos et al., 1999; Rapey et al., 2001; Castel et al., 2003; Macedo et al., 2003; Paz et al., 2003; Betancourt et al., 2005).

El AC, por otra parte, es utilizado para tipificar los sistemas productivos agrícolas y ganaderos, debido a que es una técnica estadística multivariada cuyo objetivo es dividir un conjunto de objetos en grupos, es decir, permite describir y reconocer diferentes agrupaciones que subyacen en un conjunto de individuos o unidades de observación, tratando de lograr la máxima homogeneidad en cada grupo y la mayor diferencia entre éstos (Johnson, 1998). El AC es considerado como uno de los procedimientos más objetivos para identificar grupos similares (Artz y Jamtgaard, 1988; Hardiman et al., 1990; Manrique et al., 1992; Williams, 1994; Álvarez y Paz, 1997; Köbrich et al., 2003; Vargas et al., 2013).

La presente investigación tiene como objetivo principal caracterizar los sistemas lecheros de San Joaquín de Tuis, Turrialba, Costa Rica, mediante la aplicación de estadística multivariada, posibilitando la identificación de grupos de explotaciones homogéneas.

## Material y Métodos

### Ubicación del Estudio

El estudio se realizó en el cantón de Turrialba, que se encuentra entre las coordenadas geográficas 09°47'14" latitud norte y 83°34'03" longitud oeste, entre los extremos de las cordilleras Volcánica Central y de Talamanca.

### Recolección de la Información

Se utilizó la metodología de caracterización descrita por Álvarez y Paz (1997), Castel et al. (2003) y Paz et al. (2003). Se seleccionó una muestra de fincas para estudio, se elaboró y aplicó un instrumento de recolección de datos, se editaron y revisaron los datos para su procesamiento estadístico, finalizando con la caracterización de cada tipología identificada. Se aplicó una encuesta semiestructurada a los productores. La información que captó la encuesta fue de índole social,

técnica, ambiental, productiva, agroecológica, inventario de animales y topografía. A través de ella se obtuvieron las características generales del sistema.

## Análisis Estadístico

Los datos cuantitativos y cualitativos obtenidos mediante las encuestas fueron sometidos a un análisis estadístico descriptivo. A partir de éste se realizó una selección de variables a incluir en el análisis multivariado. Se eliminaron variables con baja capacidad discriminatoria por su baja variabilidad, o variables altamente repetitivas por su alta correlación con algunas de las demás (Hair et al; 1998). Las variables cuantitativas seleccionadas fueron: % de plano, vacas en ordeño, hectáreas de la finca, producción de leche (kg/finca/día), producción de leche por hectárea de pasto (kg/ha/pasto/año) y carga animal. Las variables categóricas seleccionadas fueron de carácter ambiental y de manejo: registro, practica SSP, asistencia técnica, fertilización, banco forrajero, árboles en potrero, plan alimentación época seca, experiencia en la elaboración de abono orgánico, cerca viva, áreas para reforestar, pasto predominante, uso de cruces, Holstein y Jersey. Se utilizó la herramienta Análisis Factorial para Datos Mixtos (AFDM), disponible en el paquete FactoMiner del programa R, versión 3.1.1 (The R foundation Statistical Computing, 2014). En términos generales, esta herramienta realiza una combinación de ACP y ACM, permitiendo la exploración simultánea de variables cuantitativas y cualitativas (Pages, 2004)

## Resultados y Discusión

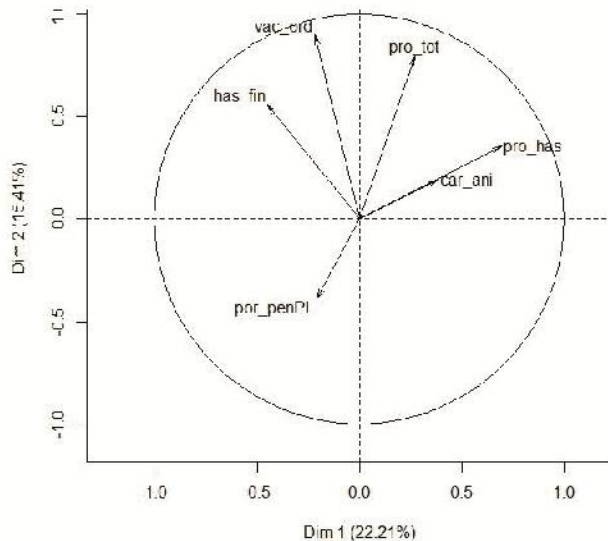
El perfil productivo de las explotaciones corresponde en general al de lecherías no tecnificadas, de tamaño relativamente pequeño, con reducido número de animales y baja carga animal. En términos generales las fincas se consideran de baja a mediana intensidad productiva. Esto podría ser debido a las condiciones desfavorables del clima, la topografía de la zona, predominancia de animales de mestizaje indefinido y lo relativamente nueva que es la actividad lechera en la zona de San Joaquín (MAG,



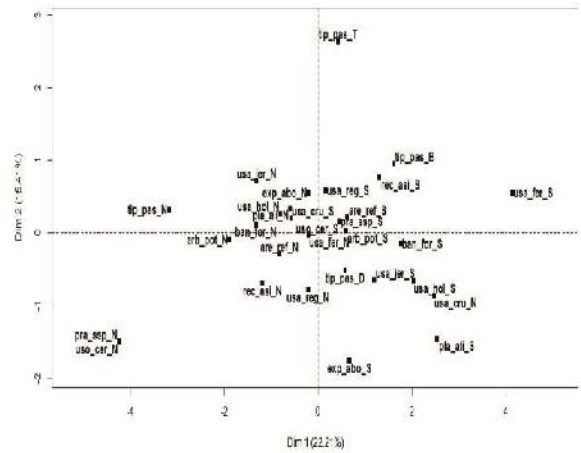
2013). Otro obstáculo podría ser el nivel de educación del productor ya que restringe la toma de decisiones técnicas como administrativas. En este sentido los individuos más preparados, poseen una mayor flexibilidad para la adopción de nuevas técnicas (Gatica, 1985; Lerdon y Aspe, 2000; Monardes et al., 1990). Es por ello que es crucial el desarrollo de programas de capacitación para que los productores tengan mejores herramientas en la toma de decisiones y puedan mejorar la cantidad y calidad de la leche (Chase et al., 2006).

**Análisis Multivariado**

La figura 1 muestra la relación de las variables cuantitativas en las dos primeras dimensiones. La carga animal y producción de leche por hectáreas de pasto se relacionan positivamente con el primer componente principal, lo que puede interpretarse como que este componente se relaciona con la intensidad de producción. Las fincas que se ubiquen a la derecha en este componente tendrán mayor producción por unidad de área y mayor carga animal.



**Figura 1.** Proyección espacial de las variables cuantitativas en el plano del primer y segundo componentes principales.



**Figura 2.** Proyección espacial de las categorías de variables cualitativas en el primer y segundo componentes principal.

Por otra parte, las variables hectáreas de la finca, vacas en ordeño y producción total tienden a relacionarse positivamente con el segundo componente principal. Puede interpretarse que este componente está ligado con el tamaño del sistema. Las explotaciones ubicadas hacia la parte superior tenderían a ser más grandes en extensión y de mayor producción total.

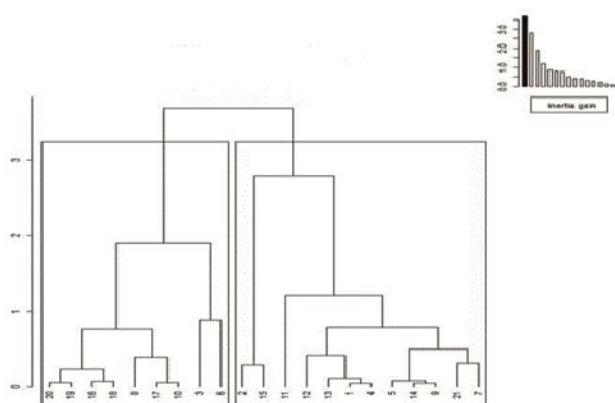
La figura 2 muestra la relación espacial entre las distintas categorías de las variables cualitativas, sobre el plano de los dos primeros componentes obtenidos del AFDM. En relación a las variables de tipo dicotómico, se observa una clara tendencia de aglomeración de las categorías relacionadas con el uso de diversas tecnologías hacia el lado derecho del primer componente, por ejemplo, uso de fertilizantes, plan de alimentación, bancos forrajeros, razas especializadas (Holstein o Jersey) y árboles en potreros. Por el contrario, las categorías relacionadas con el no uso de estas tecnologías tienden a orientarse hacia el lado izquierdo de la dimensión.

**Identificación y Caracterización de grupos**

El AC se realizó en dos fases, según se recomienda en estudios previos (Giorgis et al., 2011; Gelasakis et al., 2012). En la primera fase se utilizó el método de agrupación jerárquico de Ward, con el fin de determinar un número preliminar de grupos a formar (Figura 3). En la

segunda etapa se procedió a obtener la agrupación final mediante el algoritmo K-Means, con base en el número de conglomerados sugerido por los resultados de la primera fase (Pages y Escofier, 2008).

Partiendo de la clasificación anterior se procedió a realizar una comparación más exhaustiva de los grupos formados. Para las variables cuantitativas se realizaron comparaciones de medias independientes (Cuadro 1), con el fin de identificar las variables que difieren significativamente entre ambos grupos.



**Figura 3.** Dendrograma y gráfico de ganancia de Inercia según nivel de agrupación obtenida del análisis de conglomerados.

A partir de estos resultados se pueden caracterizar los dos principales sistemas productivos de la zona de San Joaquín. El grupo I, puede denominarse como sistema con Bajo Nivel Tecnológico (BNT). Son explotaciones de mayor dimensión, con una superficie media de 20,7 hectáreas con una carga animal de 1,7. Los valores promedio de productividad y producción por animal del sistema son de 60,1 y 5,8 kg, respectivamente. La producción media de leche por hectáreas de pasto es de 1926 kg. La cantidad de vacas en periodo de producción es de aproximadamente 11. Estas fincas reciben poca asistencia técnica pero una considerable cantidad de productores usan registros. La implementación de prácticas sostenibles se da en menor escala debido a que no todos tienen conocimientos e implementan SPP (Figura 2).

**Tabla 1.** Promedio y desviaciones estándar por conglomerado con valores de significancia para prueba T.

Variables	Unidad	Grupo 1 (n=12)		Grupo 2 (n=9)		Valor P
		$\bar{x}$	DE	$\bar{x}$	DE	
Hectáreas finca <sup>1</sup>	Has	20,7	13,4	7,2	3,5	0,01
Vacas en ordeño	N	11,3	4,1	6,8	4,7	0,03
Porcentaje Plano	%	29,2	36,5	32,2	37,3	0,85
Carga Animal	Cabezas /has	1,7	0,99	2,07	0,57	0,31
Producción por finca	Kg/finca/día	60,1	28,5	64,2	66,4	0,85
Promedio por vaca <sup>1</sup>	Kg/animal/día	5,8	2,0	8,2	3,4	0,08
Producción por área	Kg/ha pasto/año	1926	1298	3359	1686	0,04

<sup>1</sup>En estas variables se utilizó una prueba de comparación de medias para grupos con Varianzas heterogéneas

El grupo II puede denominarse como sistema de Mediano Nivel Tecnológico (MNT), la superficie ganadera media del sistema es de 7,2 has. Presenta una carga animal promedio de 2,1 la más alta de los grupos. La media de producción total de leche al día es de 64,2 kg con un promedio de leche por vaca de 8,2 kg y una media de vacas en producción de 6,8. La producción promedio anual de leche por hectárea de pasto es de 3358,4 kg. Es el grupo que aplica mayor nivel tecnológico, es decir, que tienen mayor asistencia técnica por parte de las Instituciones que velan por el desarrollo de la actividad ganadera de la región y aplican las recomendaciones brindadas a sus sistemas, tienen mejor genética, usan registros productivos y reproductivos e implementan prácticas sostenibles (Figura 2).

La ganadería en el trópico y especialmente en América Latina se ha caracterizado por una baja eficiencia productiva (Mahecha, 2003; Holmann y Rivas, 2005). Sin embargo los SSP han demostrado su importancia para mejorar las condiciones productivas en muchas de las zonas ganaderas de Centroamérica (Camero, 1996). Varios estudios demuestran una asociación positiva entre la implementación de prácticas silvopastoriles y el rendimiento productivo. La presencia de árboles en pasturas mejoradas con cierto nivel de suplementación propician un incremento en la producción, además el aprovechamiento de la cobertura arbórea ayuda a mejorar la rentabilidad de los sistemas ganaderos (Reinoso, 2000; Betancourt et al., 2005; Pérez, 2006).



## Conclusiones

El perfil productivo de las explotaciones corresponde en general al de lecherías no tecnificadas, de tamaño relativamente pequeño, con reducido número de animales y carga animal. Se logró diferenciar dos tipologías de fincas que se relacionaron a sistemas lecheros de bajo nivel tecnológico con reducidos rendimientos productivos e insuficiente aplicación de prácticas ganaderas sostenibles y sistemas ganaderos de mediano nivel tecnológico con mayor productividad así como conocimiento y

aplicación de SSP. Se evidencian relaciones entre la implementación de prácticas sostenibles en conjunto con mayor asistencia técnica con altos rendimientos productivos. En contraposición los productores que emplean SSP en menor grado se caracterizan por índices productivos más bajos. Las tipologías obtenidas sirven de base para la formación de medidas para el desarrollo pecuario de la actividad ganadera en esta región.

## Biografía

Álvarez, R; Paz, R. 1997. Metodología asociada al diseño de propuestas para el desarrollo de la producción lechera caprina. Arch. Zoo., 46: 211-222.

Artz, N; Jamtgaard, K. 1988. The use of cluster analysis in distinguishing land-use patterns in a traditional Moroccan pastoral system. In: Whitehead, E.E.Hutchinson, C.F. Timmermann, B. N. Varady, R. G. 85 p.

Betancourt, K; Ibrahim, M; Villanueva, C; Vargas, B. 2005. Farm management characterization of dairy production systems from the Bulbul river basin, Matiguás, Matagalpa, Nicaragua (En línea). Livestock Research for Rural Development. Consultado 08 septiembre 2014. Disponible en:

<http://www.lrrd.org/lrrd17/7/beta17080.htm>

Bolaños, O. 1999. Caracterización y tipificación de organizaciones de productores y productoras. Unidad de planificación estratégica. Ministerio de agricultura y ganadería. XI Congreso Nacional Agronómico / I Congreso Nacional de Extensión. Costa Rica

Castel, J; Mena, M; Delgado, Y; Camúñez, M; Basulto, J; Caravaca, J; Guzmán, F; Alcalde, M. 2003. Characterization of semi-extensive goat

production systems in southern Spain. Small Ruminant Research. 47:133-143.

Castillo, J; Bonnal, P. 1988. El proyecto Aroa bajo Tucuyo. Bases conceptuales y metodológicas. Series metodológicas N° 88-1. Barquisimeto, Venezuela. 42 p.

Chase, L; Ely, L; Hutjens, M. 2006. Major advances in Extension Education Programs in Dairy Production. J. Dairy. Sci., 89: 1147-1154. Gatica, F. 1985. Producción Animal. Capacitación de agentes de extensión en ganadería. Depto. de Producción Animal. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile. 1-11 p. Gelasakis, A; Valergakis, E; Arsenos, G; Banos, G. 2012. Description and typology of intensive Chios dairy sheep farms in Greece. J. Anim. Sci., 95:3070-3079. Giorgis, A; Muñoz, J; García, A; Gómez, G; Angón, E; Larrea, A. 2011. Caracterización técnico económica y tipología de las explotaciones lecheras de la pampa argentina. FCV-LUZ. 21: 340-352.

Hair, J; Anderson, R; Tatham, R; Black, W. 1998. Análisis Multivariante. 5th edition Prentice Hall College Division, New York, USA. Cap 3. 768 p.

Holmann, F; Rivas, L. 2005. Los forrajes.....

- mejorados como promotores de crecimiento económico y la sostenibilidad. El caso de los pequeños productores de Centroamérica. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 70 p.
- Jonhson, D.1998. Métodos multivariados aplicados al análisis de datos. México, Internacional Thomas Editores. 566 p.
- Köbrich, C; Rehman, T; Khan, M. 2003. Typification of farming systems for constructing representative farm models: two illustrations of the application of multi-variate analyses in Chile and Pakistan. *Agri Syst.*, 76: 141-157.
- Lerdon, j; Aspe, H. 2000. Análisis Económico de 13 Empresas Lecheras de la Localidad de Panguipulli. *Estudios de Caso. Agro Sur.* 28: 1-12.
- Macedo, R; Galina, M; Zorrilla, J; Palma, M; Pérez, J. 2003. Análisis de un sistema de producción tradicional en Colima, México. *Arch. Zoo.*, 52: 463-474.
- Manrique, E; Maza, T; Olaizola, A. 1992. Classification systems in livestock farming: how and why? The point of view of a production economist. In II International Symposium the Study of Livestock Farming Systems in a Research and Development Framework. Zaragoza. 5 p.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). 2013. Implementación de Prácticas de Ganadería Sostenible en San Joaquín de Tuis y comunidades vecinas. MINAET,GET,PNUD. 20 p.
- Mahecha, L. 2003. Importancia de los Sistemas Silvopastoriles y principales limitantes para su implementación en la ganadería Colombiana. *Colom.Cienc.Pecua.*, 16: 11-18.
- Monardes, A; Cox, T; Cox, M; Ortega, H. 1990. Transferencia de tecnología. Evaluación de Adopción de tecnología. Centro de Estudios para América Latina sobre Desarrollo Rural, Pobreza y Alimentación (CEDRA). Santiago, Chile. 117 p.
- Paz, R; Lipshitz, H; Álvarez, R; Usandivaras, P. 2003. Diversidad y Análisis económico en los sistemas de producción lecheros caprinos en el área de riego del Río Dulce-Santiago del Estero-Argentina. *ITEA.* 99: 10-40.
- Pardos, L; Sáez, E; González, J; Allueva, A. 1999. Caracterización técnica de explotaciones ovinas aragonesas mediante métodos estadísticos multivariantes. *SEOC.XXII.* Pages, J. 2004. Analyse factorielle de donne es mixtes. *Revue Statistique Appliquee.* LII. 4: 93-111.
- Pages, J; Escofier, B.2008. *Analyse Factorielles Simples et Multiples* 4eme edition. 31-63 p.
- Perez, E. 2006. Caracterización de Sistemas Silvopastoriles y su contribución socioeconómica a productores ganaderos de Copán, Honduras. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 133 p
- Rapey, H; Lifran, R; Valadier, A. 2001. Identifying social, economic and technical determinants of silvopastoral practices in temperate uplands: results of a survey in the Massif central region of France. *Agr. Syst.*, 69:119-135.
- Reinoso, M. 2000. Contribución del potencial lechero y reproductivo de sistemas de pastoreo arborizados empleando vacas Siboney de Cuba. Tesis en opción al grado de doctor en Ciencias Veterinarias. Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas. Santa Clara, Cuba. 99 p.
- R Development Core Team. 2014. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0. Smith, R. 1999. Caracterización de los sistemas productivos lecheros de Chile. Cap. V En: *Competitividad de la producción lechera nacional.* Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Valdivia, Chile. 274-302 p.
- Vargas, B; Solís, O; Sáenz, F; León, H. 2013.