

Clasificación de unidades lecheras de la empresa pecuaria genética Valle del Perú

Javier Herrera

Instituto de Ciencia Animal, San José de Las Lajas, Mayabeque, Cuba

jherrera@ica.co.cu

RESUMEN

Se caracterizaron 30 vaquerías de una empresa lechera. Se utilizó la técnica análisis factorial discriminante. Se emplearon once variables: producción de leche anual; producción de leche/vaca/día; nacimientos; por ciento de vacas en ordeño; vacas totales; vacas vacías; por ciento del área con *Pennisetum purpureum* vc. Cuba CT-115; por ciento del área con pastos mejorados; costo del litro de leche; gastos totales en CUP y cantidad de obreros. Se formaron *a priori* tres grupos de vaquerías, en base a la producción de leche anual total de tres años (alto, medio y bajo) nivel de producción. Las vaquerías del grupo 1 presentaron un comportamiento más favorable que las del grupo 2, y estas, a su vez, que las del 3, excepto en los gastos totales. De las variables analizadas, las que más aportaron a la diferenciación entre los grupos en orden descendente, fueron: nacimientos totales, por ciento de vacas en ordeño y vacas totales. Los resultados demostraron que, desde un punto de vista relativo, existieron tres clases de vaquerías en la empresa: de alta, mediana y baja producción de leche anual, información útil para trazar estrategias tecnológicas conducentes a mejorar el desempeño de las vaquerías menos productivas.

Palabras clave: *análisis multivariable, clasificación, poder discriminante, vaquerías*

Classification of Dairy Units at the Valle del Peru Cattle Raising Company

ABSTRACT

Thirty dairies from a dairy company were characterized. Discriminant Factor Analysis was applied. Eleven variables were used: annual milk production; milk production/cow/day; births; percent of milking cows; total cows; empty cows; Percent of areas with *Pennisetum purpureum* vc. Cuba CT-115; percent of areas with improved pastures, milk L cost; total costs in CUP; and number of workers. The dairies were divided into three groups, based on annual milk production for three years (high, medium, low). Dairies in group 1 showed a more favorable behavior than in group 2; and the latter had higher values than group 3, except for the total costs. The most significant variables causing group differences were total births, percent of milking cows, and total cows. The results proved that, relatively, there were three types of dairies in the company: high, medium, and low annual milk production. That information was useful to set up technological strategies to improve the performance of the least producing dairies.

Key words: *multivariable analysis, classification, discriminating power, dairies*

INTRODUCCIÓN

En la actualidad las empresas pecuarias en Cuba y en otras partes del mundo presentan limitaciones en materia de análisis y evaluación, en estas, los análisis se basan en la comparación entre los cumplimientos de planes de producción anuales y los resultados alcanzados en el período analizado son descriptivos y univariados. Lo anterior constituye un elemento que actúan en contra del incremento de la productividad y eficiencia en los sistemas productivos (Herrera, 2013).

Por otra parte, en el análisis de sistemas de producción agrícola y pecuaria se utilizan diversas técnicas de análisis estadísticos. Por ejemplo (Martínez *et al.*, 2010; Aviles *et al.*, 2010; Righi *et al.*, 2011) utilizaron componentes principales y análisis de conglomerado para determinar los principales factores que incidieron en la diferen-

ciación de predios agrícolas y ganaderos. No obstante a lo antes planteado, la técnica de análisis multivariado utilizada en la presente investigación, Análisis Factorial Discriminante (Miranda, 2011), permite identificar con precisión las características que diferencian o discriminan a dos o más grupos de sujetos, en función de una variable dependiente o de clasificación y su dependencia con varias variables independiente o discriminantes. En este caso, la matriz tiene la particularidad de presentar una partición por filas, es decir, en la muestra de individuos existen grupos que se forman *a priori* en función de la variable dependiente. Es necesario que las variables para efectuar este tipo de análisis sean cuantitativas.

Los argumentos expuestos sirvieron de fundamento para la realización de la presente investigación, cuyo objetivo fue realizar una caracteriza-

ción a 30 vaquerías de una empresa lechera, con un enfoque de clasificación en el período 2006-2008.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización y condiciones climáticas. El estudio se realizó en una Empresa Pecuaria, situada al centro de la provincia Mayabeque, en el municipio San José de las Lajas, Cuba, en un clima tropical húmedo. Las principales variables climáticas se comportaron según los siguientes valores promedios: 1 426,66 mm de precipitación; 24-22 °C de temperatura y 77-63 % de humedad relativa.

Procedimiento general. La información se originó de los diagnósticos realizados a 30 vaquerías que representaron el 54 % del total. Se analizaron 11 variables cuantitativas relativas al desempeño productivo, económico y aspectos sociales, las que resultaron seleccionadas de un total de 34 luego de un proceso de descarte en función del poder discriminante y del grado de redundancia de las mismas (Valerio *et al.*, 2004).

Las variables empleadas fueron: una dependiente, producción de leche anual (l) y 10 independientes: producción de leche vaca⁻¹día⁻¹ (l), nacimientos, por ciento de vacas en ordeño, vacas totales, vacas vacías, porcentaje del área con CT-115 (*Pennisetum purpureum* vc. Cuba CT-115), por ciento del área con pastos mejorados, costo del litro de leche (\$), gastos totales (\$) en CUP, cantidad de obreros. Se formaron a priori con un corte transversal y desde un punto de vista relativo 3 grupos de vaquerías (alta, media y baja) producción de leche anual.

Aspectos estadísticos. Se efectuó un análisis factorial discriminante y la función discriminante se estimó por el método de estimación simultánea (Hair *et al.*, 1999). Los datos se procesaron en forma de panel, por medio del paquete estadístico SPSS versión 15.0 (Visauta, 1998).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del análisis factorial discriminante revelaron, según los autovalores, que el 90,5 % de la variabilidad de los datos se explicó con la función 1, por su parte la función 2 explicó el 9,5 % (Tabla 1).

El estadístico Lambda de Wilks permitió concluir que, con ambas funciones, se logró distinguir significativamente los 3 grupos, pues en ambas el valor crítico fue inferior a 0,05; no obstante, en la segunda el valor del estadístico fue mayor y más

próximo a 1, esto indicó que existió mayor solapamiento entre los grupos, lo que se corresponde con el porcentaje de la varianza que logró explicar dicha función, por tanto, no se tomó en cuenta para el análisis técnico, porque su contribución al modelo fue significativamente inferior (Tabla 2).

En la Tabla 3 se muestra el aporte de cada variable a la diferenciación entre los grupos en orden descendente, por medio de los coeficientes estandarizados.

Este resultado, en términos prácticos, significó plantear la hipótesis de que la diferencia entre los niveles productivos que se establecieron se explicó por el orden propuesto y, que las vaquerías del grupo 1 presentaron un comportamiento más favorable, en los indicadores que se midieron, que las del grupo 2, y estas, a su vez, que las del 3, excepto en los gastos totales, que por su significado técnico mientras mayor valor tenga dicha variable menos ganancias tendrá la vaquería. Lo anterior se planteó con base a los valores de los centroides (media general de cada grupo) en la función 1 (Fig. 1), además se brindó una lista jerarquizada de las variables en cuanto a su poder discriminante.

Los nacimientos totales fue la variable que en mayor grado explicó la diferencia entre grupos, variable que, según Acosta y Guevara (2009) es determinante en la productividad de las vaquerías. El por ciento de vacas en ordeño presentó un coeficiente estandarizado alto, lo que demostró la importancia de esta variable en el rendimiento de las entidades lecheras. Posteriormente, se ubicaron dos variables de escalas importantes, vacas totales y gastos totales, las que, generalmente, se correlacionan positivamente con los niveles productivos.

El por ciento de vacas vacías influyó considerablemente en la clasificación; este resultado es lógico y evidenció la preponderancia de las variables reproductivas en los sistemas lecheros (Benítez *et al.*, 2010; Cavestany *et al.*, 2009). Cabe mencionar que el signo negativo en esta variable indicó que en las vaquerías más productivas presentaron menor por ciento de vacas vacías y viceversa.

La producción de leche diaria por vacas totales se ubicó en el sexto lugar, lo que denotó que no fue de las variables de mayor poder discriminante, aunque el valor de coeficiente estandarizado en la

primera función fue considerable, por tanto, fue una variable importante para la clasificación.

El por ciento de área sembrada de CT-115 fue la variable más discriminante de las relacionadas con la base alimentaria, lo que es muy probable que esté relacionado con el aporte de esta especie a la producción de materia seca, fundamentalmente, en el período poco lluvioso, en comparación con los pastos naturalizados (Martínez *et al.*, 2010). Estos resultados coinciden con los valores que informaron Torres *et al.* (2008) en cuanto a la preponderancia de esta variable en los sistemas de producción de leche especializados en pastoreo.

La cantidad de obreros indicó que, generalmente, el total de trabajadores agrícolas fue superior en las vaquerías en correspondencia con el nivel productivo, en este sentido es importante significar que esta variable influye de manera significativa en el aumento de los gastos totales por concepto de salario. De ahí la alta correlación entre las variables gastos totales y cantidad de obreros.

El por ciento de pastos mejorados presentó un coeficiente estandarizado bajo, por tanto, explicó en menor cuantía las diferencias entre los grupos, aunque las vaquerías del grupo 1 presentaron mayor por ciento de estos. Esta situación se pudo deber a la baja proporción de estos en las vaquerías estudiadas, en este último aspecto se coincidió con lo informado por Betancourt *et al.* (2005).

El costo unitario del litro de leche no resultó un importante elemento discriminante, aunque, igual a lo sucedido en la variable vacas vacías, el valor negativo en esta variable en la función 1 indicó un peor comportamiento en este indicador en las vaquerías, según su categoría productiva; en este sentido, se coincidió con Cino *et al.* (2004), en cuanto a que las vaquerías con bajo nivel de producción se caracterizan por presentar márgenes económicos negativos, por litro de leche producido.

El diagrama de dispersión de los tres grupos en las funciones discriminantes (Fig. 1), corroboró lo que se expresó con relación a la Tabla 1 que, con la función 1 (eje horizontal), se distinguió con mayor claridad los tres grupos, aunque en algunos casos existió superposición entre los elementos de grupos diferentes y un caso no fue agrupado, lo que representó 1,1 %. Inversamente, se observó que en la función 2 (plano vertical) los grupos fueron poco distinguibles.

Por otra parte, con el análisis de las puntuaciones discriminantes de la función 1 se visualizó el desempeño de cada vaquería longitudinalmente, con base en un índice relativo que conceptualmente puede ser nombrado como “índice factorial discriminante” que, a su vez, se convierte en un índice del impacto de las variables independientes utilizadas en el modelo sobre la variable dependiente (producción de leche anual) lo que, según Nahed (2009) permite la evaluación multidimensional de las vaquerías (Fig. 2).

El análisis dinámico de los índices factoriales discriminantes mostró que, entre el primer año y el segundo, no se observó marcadas diferencias, aunque el segundo año fue mejor para las vaquerías de los grupos 2 y 3, en el tercer año fue evidente la mejoría, sobre todo, para las vaquerías de alto y mediano nivel productivo.

Con este análisis se identificaron los momentos de mayores y menores índices, lo que permitió examinar, de manera individual, las variables que mayor influencia ejercieron en la puntuación. En este sentido, por ejemplo, se detectó que en la vaquería 24, el bajo por ciento de vacas en ordeño en el año 2007 incidió de manera importante en que esta presentara un índice de impacto negativo, en alto grado en ese momento; por el contrario, en la vaquería 5 en el año 2006 fueron los nacimientos totales los responsables de los índices positivos y altos.

En lo que respecta al desempeño individual, según el índice que se estimó, las vaquerías 3; 4 y 5 fueron la más integrales en el trienio, por lo que las mismas pudieran ser tomadas por el resto como modelo para la adaptación tecnológica (Simón *et al.*, 2007 ; Zhu , 2009). En cuanto a las vaquerías de peores índices, como la número 28, 29 y 30, la dirección de la empresa deberá priorizar la realización de acciones tecnológicas y organizativas para elevar sus niveles de producción.

CONCLUSIONES

Los resultados demostraron que, desde un punto de vista relativo, existieron tres clases de vaquerías en la empresa según la producción de leche anual (alta, mediana y baja) producción de leche anual, información útil para trazar estrategias tecnológicas conducentes a mejorar el desempeño de las vaquerías menos productivas, lo que es factible de lograr con el mejoramiento de los puntos críticos detectados con las variables que más aportaron a la diferenciación productiva entre las vaquerías

analizadas. Por otra parte, la técnica estadística análisis factorial discriminante demostró ser una herramienta útil para el análisis, evaluación dinámica y multidimensional de entidades productivas que tiene implícito un enfoque de referencia.

REFERENCIAS

- ACOSTA, ZOE y GUEVARA, G. (2009). Clasificación de las entidades productivas dedicadas a la ganadería bovina en la cuenca del río San Pedro en Camagüey. *Revista de Producción Animal*, 20 (1), 1-6.
- AVILÉS, J.; ESCOBAR, P. y GRABRIELLE, V. F. (2010). Caracterización productiva de explotaciones lecheras empleando metodologías de análisis multivariado. *Revista Científica, FCU-Luz*, 20 (1), 74-80.
- BENÍTEZ, D.; RAMÍREZ, ALINA; GUEVARA, O.; PÉREZ, B.; TORRES, VERENA; DÍAZ, MARGARITA *et al.* (2010). Factores determinantes en la eficiencia productiva de fincas ganaderas de la zona montañosa de la provincia Granma, Cuba. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 42 (3), 34.
- BETANCOURT, K.; IBRAHIM, M.; VILLANUEVA, C. y VARGAS, B. (2005). *Caracterización del manejo productivo de sistemas lecheros en la cuenca del río Bulbul de Matiguás, Matagalpa, Nicaragua*. Conferencia del Posgrado Regional en Ciencias Veterinarias Tropicales. Programa en Producción Animal Sostenible, Costa Rica.
- CAVESTANY, D.; KULCSAR, M.; CRESPI, D.; CHILLIARD, Y.; LA MANNA, A.; BALOGH, O. *et al.* (2009). Effect of Parturition Energetic Supplementation on Productive and Reproductive Characteristics, and Metabolic and Hormonal Profiles in Dairy Cows under Grazing Conditions. *Reprod. Dom. Anim.*, 44, 663-671.
- CINO, DELIA; MARTÍN, P. C. y TORRES, VERENA (2004). Estudio económico preliminar de alternativas de producción de leche bovina. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 38 (1), 3.
- HAIR, J. F. (1999). *Análisis Multivariante*. Madrid, España: Prentice Hall Iberia.
- MARTÍNEZ, J.; HERNÁNDEZ, N.; JORDÁN, H.; CHONGO, BERTHA; TORRES, VERENA; FONTES, DAYAMÍ *et al.* (2010). Caracterización de fincas lecheras que utilizan los hollejos de cítricos húmedos para la alimentación de rumiantes. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 44 (2), 45.
- MIRANDA, I. (2011). *Estadística aplicada a la sanidad vegetal*. La Habana, Cuba: Editorial CENSA.
- NAHED, T. J. (2009). Aspectos metodológicos en la evaluación de la sostenibilidad de sistemas agrosilvopastoriles. *Revista Avances de Investigaciones Agropecuarias*, 12 (3), 4.
- SIMÓN, C.; ARIAS, A. y SIMÓN, J. (2007). Aplicación de la técnica DEA en la medición de la eficiencia de la Universidad Complutense de Madrid. *Revista Española de Documentación Científica*, 30 (1), 23.
- TORRES, VERENA; RAMOS, N.; LIZAZO, D.; MONTEAGUDO, F. y NODA, AIDA (2008). Modelo estadístico para la medición del impacto de la innovación o transferencia tecnológica en la rama agropecuaria. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 23 (42), 2, 56.
- VALERIANO, C.; GARCÍA, A.; MARTÍNEZ, A. y ACERO, RAQUEL (2004). Metodología para la caracterización y tipificación de sistemas ganaderos. *Documento de trabajo producción animal y gestión*, 1, 1698-4226.
- VISAUTA, B. (1998). *Análisis estadístico con SPSS para Windows*. España: Mc Grow-Hill Interamericana.
- ZHU, J. (2009). *Quantitative Models for Performance Evaluation and Benchmarking: data Envelopment Analysis with Spreadsheets*. USA: Springer.
- HERRERA, J. A. (2013). *Procedimiento integrador para el análisis, evaluación y corrección de los sistemas de producción de leche en pastoreo*. Tesis de doctorado en Ciencias, Instituto de Ciencia Animal, San José de Las Lajas, Mayabeque, Cuba.
- RIGHI, E.; CITTADINI, E. D.; MUNDET, C.; SAN MARTINO, L.; SANZ, C. y BALTUSKA, N. (2011). Tipología predial del sector productor de cerezas del sur de la Patagonia argentina. *Agriscientia*, 38, 85-97.

Recibido: 26-1-2015

Aceptado: 10-2-2015

Tabla 1. Autovalores

Función	Autovalor	Por ciento de varianza	Por ciento acumulado	Correlación canónica
1	6,114(a)	90,5	90,5	,927
2	,643(a)	9,5	100,0	,626

Se emplearon las 2 primeras funciones discriminantes canónicas en el análisis

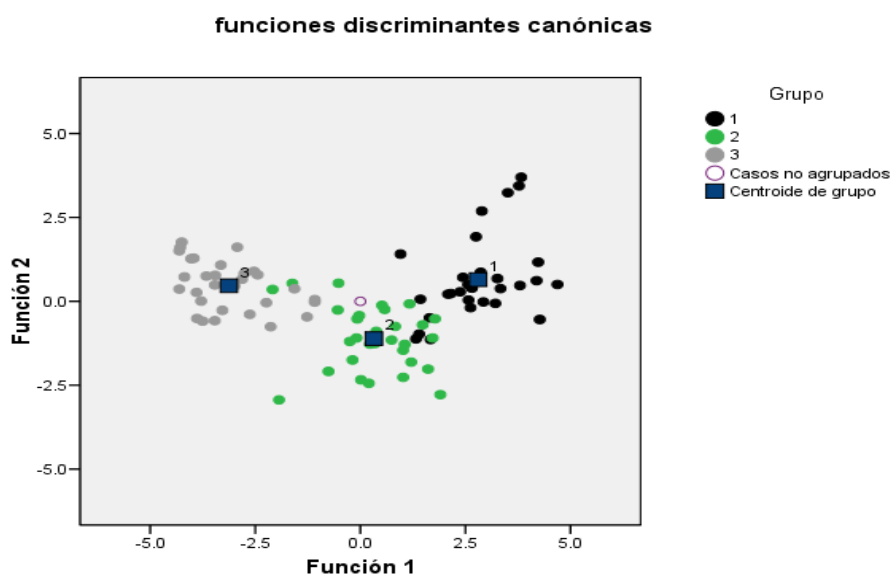
Tabla 2. Lambda de Wilks

Contraste de las funciones	Lambda de Wilks	Chi-cuadrado	gl	Sig
1 a la 2	,086	202,855	20	,000
2	,608	40,988	9	,000

Tabla 3. Matriz de estructura

Variables	Función	
	1	2
Nacimientos	.575(*)	.261
Porcentaje de vacas en ordeño	.482(*)	-.395
Vacas totales	.461(*)	.288
Gastos totales	.384	.565(*)
Porcentaje de vacas vacías	-.375(*)	.229
Producción de leche vaca ⁻¹ día ⁻¹	.349(*)	-.297
Porcentaje del área con CT-115	.349(*)	-.196
Cantidad de obreros	.342	.516(*)
Porcentaje del área con pastos mejorados	.237(*)	-.186
Costo del litro de leche	-.149	.403(*)

(*) Mayor correlación absoluta entre cada variable y cualquier función discriminante

**Fig. 1. Diagrama de dispersión de las funciones discriminantes**

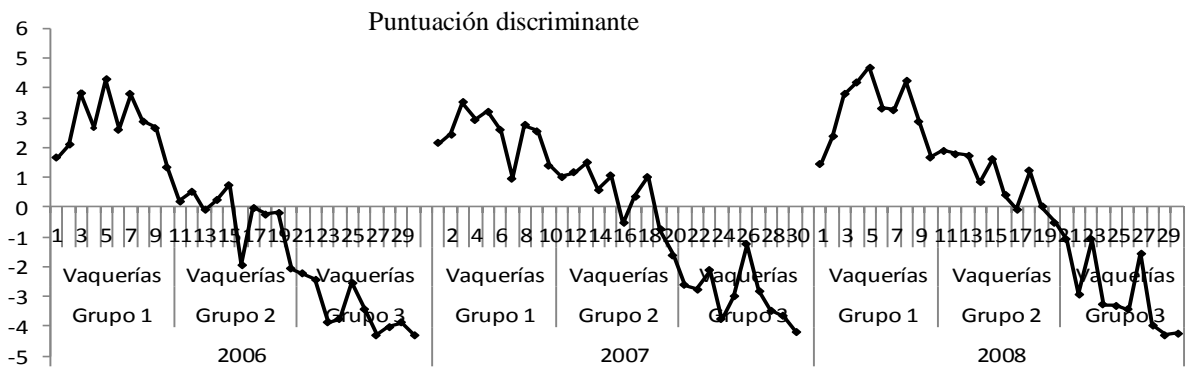


Fig. 2. Puntuación discriminante de la función 1