

# Función de producción de la ganadería de doble propósito de la zona oriente del estado de Yucatán, México

## Production function of dual purpose cattle in the eastern zone of the state of Yucatan, Mexico

Víctor Pech Martínez<sup>a</sup>, Jorge Santos Flores<sup>a</sup>, Rubén Montes Pérez<sup>a</sup>

### RESUMEN

Se estimó una función de producción, que relaciona la cantidad de carne y leche producida (Y), a partir de la cantidad de alimento concentrado ( $X_1$ ), la cantidad de vacas en producción ( $X_2$ ) y cantidad de mano de obra utilizada para esta actividad ( $X_3$ ), en veinte explotaciones de ganado bovino de doble propósito en la zona oriente del estado de Yucatán. De la información aportada por los productores a través de cuestionarios, se generó una matriz de datos primarios, los cuales se analizaron por mínimos cuadrados para estimar la función de producción. El modelo que mejor se ajusta a la relación insumo-producto es  $\text{Log } Y = 253.04 - 357.32 \text{ Log } X_1 + 908.75 \text{ Log } X_2 + 713.83 \text{ Log } X_3$ . No necesita aumentarse la cantidad de alimento concentrado para incrementar la producción de carne y leche, pero sí las vacas en producción y la mano de obra. Posiblemente sea necesario implementar programas adecuados de reproducción y mejoramiento genético para incrementar la cantidad de vacas en producción; asimismo adoptar un adecuado control administrativo para contratar mano de obra y aprovechar los planes de financiamiento gubernamental y estímulos fiscales.

**PALABRAS CLAVE:** Función de producción, Ganadería de doble propósito, Leche y carne, México, Producción bovina, Yucatán.

### ABSTRACT

A production function was estimated which relates beef and milk production (Y), produced from feed concentrate ( $X_1$ ), the number of cows in production ( $X_2$ ) and labor ( $X_3$ ) in twenty dual purpose cattle farms in eastern Yucatan State. From data provided by producers by means of feedback forms, a primary data matrix was generated, which was analyzed through least squares so as to estimate a production function. The model which best adjusts to the input/output relation can be expressed as  $\text{Log } Y = 253.04 - 357.32 \text{ Log } X_1 + 908.75 \text{ Log } X_2 + 713.83 \text{ Log } X_3$ . There is no need to increase the amount of feed concentrate to increase beef and milk production, but labor and cows in production increases show a positive response. It will be necessary to implement adequate genetic improvement and reproduction programs to increase the number of cows in production, as well as to adopt adequate management controls for hiring labor and also to benefit from government funding programs and tax incentives.

**KEY WORDS:** Production function, Dual purpose cattle, Beef and milk, Mexico, Bovine production, Yucatan.

La ganadería bovina en el estado de Yucatán constituye una actividad significativa en el sector primario de producción, en virtud de que ocupa cerca del 30 % de la superficie del territorio yucateco<sup>(1)</sup>. De este sector, la ganadería bovina de doble propósito ubicado especialmente en la zona oriente del estado, ha experimentado un incremento entre los años de 1982 a 1990<sup>(2)</sup>, debido posiblemente a que este tipo de producción tiene dos propósitos bien definidos:

Bovine production in the State of Yucatan is a significant activity in the primary sector, occupying nearly 30 % of the total area<sup>(1)</sup>. In this sector, dual purpose cattle production, which is mostly found in the eastern part of the state, has increased since 1982 to 1990<sup>(2)</sup>, owing to the fact that this type of production has two well defined purposes: a) production of two basic food items for human consumption (beef and milk) and b) to protect

Recibido el 30 de marzo de 2001 y aceptado para su publicación el 8 de marzo de 2002.

<sup>a</sup> Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán. Carretera Mérida-Xmatkuil Km 15.5, Mérida, Yuc. CP. 97300. Fax (99) 423205. Correspondencia y solicitud de separatas al primer autor.

generación simultánea de productos básicos para la alimentación humana (carne y leche), y protege al productor frente a cambios en el valor de cualquiera de los productos, ante a la escasez de los insumos necesarios para producirlos.

Un aspecto sumamente importante en las empresas pecuarias es la descripción de su producción en términos de eficiencia del uso de recursos, pues de esto depende el grado de eficiencia económica<sup>(3)</sup>. Hasta el momento no existe información publicada sobre este rubro para la ganadería bovina de doble propósito en el estado de Yucatán.

Existen metodologías para estimar la eficiencia del uso de recursos en cualquier explotación pecuaria para generar uno o más productos simultáneamente. Una de estas metodologías consiste en la estimación de funciones de producción, mediante las cuales se establecen relaciones entre uno o más productos y los factores o insumos que intervienen en su producción, pudiendo de esta manera predecir los valores de producción y determinar los niveles óptimos del uso de insumos y su productividad marginal<sup>(4)</sup>.

Algunos de los componentes de las funciones de producción en la ganadería bovina son: volumen de producción, superficie de suelo empleada para la producción de carne y leche, infraestructura para la producción, cantidad de alimento concentrado utilizado por la empresa, número de vacas en producción y mano de obra empleada en la actividad; de estos, los tres últimos son los limitantes más comunes<sup>(3)</sup>.

Con base en este planteamiento, el objetivo del presente trabajo consistió en estimar una función de producción que describa la relación que guarda la producción bovina de doble propósito con tres factores económicos que la describen, y valorar los cambios en la producción al modificar las cantidades de los recursos utilizados.

La zona oriente del estado de Yucatán concentra la mayor cantidad de explotaciones bovinas de doble propósito, con un total de 98, cuyo inventario es de 4,720 cabezas según censo de 1996<sup>(5)</sup>. Los municipios ubicados en la zona oriente son: Sucilá, Espita, San Felipe, Panabá, Tizimín, Buctzotz y Valladolid.

producers from price changes in any of them when faced with a shortage of inputs necessary for production. A very important aspect in stockbreeding enterprises is production in terms of resource use efficiency, because it is closely linked to economic efficiency<sup>(3)</sup>. Up to now, no published information on this item referred to dual purpose cattle in Yucatan is available.

Methodologies to estimate resource use efficiency in any cattle raising production unit which generates two products simultaneously are available. One of these methodologies consists of estimate production functions, through which relations between one or more outputs and production factors or inputs are set, so as to be able to predict production values and to determine the most advantageous input use levels and their marginal productivity<sup>(4)</sup>.

Some components of production functions in bovine stockbreeding are: total production, beef and milk production area, production infrastructure, feed concentrate, number of cows in production and labor. Of all these, the three last are the most common limiting factors<sup>(3)</sup>.

Based on this situation, the objective of the present paper was to estimate a production function which best describes the relation between dual purpose cattle production and three economic factors which influence it and also to value changes in production when input quantity is modified.

The eastern part of the State of Yucatan congregates the highest number of bovine dual cattle production units, totaling 98 and holding 4,720 head, according to the 1996 census<sup>(5)</sup>. The counties found in the eastern part of the State are Sucilá, Espita, San Felipe, Panabá, Buctzotz, Tizimín and Valladolid.

In general, production units are extensive, with low productivity and very low input use. Some of the management practices include manual milking and incomplete milk extraction. These units generally get underway with native or zebu cattle and females are replaced gradually with Holstein or Brown Swiss crosses<sup>(6,7)</sup>.

With one milking per day and low supplementation, milk production can total 1,277 liters for 184 milking days, showing a 462 day interval between births<sup>(7)</sup>.

En general las explotaciones se caracterizan por ser modelos de tipo extensivo, baja productividad y mínimo de recursos; algunos de los procedimientos de manejo consisten en efectuar el ordeño manual y extracción incompleta de la leche. Estas explotaciones se establecen a partir de ganado con diverso encaste de cebú con razas europeas, y gradualmente las hembras se sustituyen por animales cruzados con Holstein o Suizo<sup>(6,7)</sup>.

Bajo el esquema de un ordeño al día y con suplementación moderada, se alcanzan valores de producción de 1,277 litros a los 184 días de lactancia, con un intervalo entre partos de 462 días<sup>(7)</sup>.

Se eligió una muestra de 20 explotaciones y se tomaron como criterios para la selección: volumen de producción, inventario animal y acceso del productor a proporcionar la información solicitada, siendo las dos primeras las variables con mayor relevancia económica<sup>(8)</sup>.

Los datos obtenidos cubren un periodo de dos años (1995 y 1996), los cuales fueron registrados por medio de la aplicación de un cuestionario al productor en cada visita mensual. El cuestionario extrajo información sobre cantidad de alimento concentrado consumido ( $X_1$ ), número de vacas en producción ( $X_2$ ) y cantidad de mano de obra ( $X_3$ ).

Los datos fueron concentrados en una matriz estructurada en una hoja de cálculo, donde se ordenaron como variables dependientes la producción de leche y carne ( $Y$ ) e independientes  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$ . A partir de esta información, se estimaron las funciones de producción para lo cual se probaron dos modelos de regresión múltiple: cuadrático y de Cobb Douglas. Se utilizó el método de mínimos cuadrados ordinarios para seleccionar el modelo que mejor ajusta los datos en estudio<sup>(9)</sup>.

Los modelos estimados fueron los siguientes:

Cuadrático:

$$Y = a + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2^2 + \beta_3 X_3^2 + e$$

Cobb Douglas:

El modelo no lineal es  $Y = a X_i^{\alpha_i}$ . Este mismo modelo expresado en su forma lineal, es el siguiente:

A 20 farm sample was selected following these criteria: production total, cattle inventory and willingness on the part of the producer to provide data, being the first two variables of economic relevance<sup>(8)</sup>.

Data were obtained through feedback forms filled by each producer in monthly visits during a two year time period (1995 and 1996). Data obtained was: feed concentrate consumption ( $X_1$ ), number of cows in production ( $X_2$ ) and labor ( $X_3$ ). Data was concentrated in a matrix structured in a spreadsheet, where variables were introduced either as dependent on beef and milk production ( $Y$ ) or independent ( $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$ ). Based on this information, production functions were estimated using two multiple regression models, Quadratic and Cobb-Douglas. The least common square method was used to choose the model which best adapts itself to the data under analysis<sup>(9)</sup>.

The calculated models were the following:

Quadratic:

$$Y = a + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2^2 + \beta_3 X_3^2 + e$$

Cobb-Douglas:

The non-linear model should be  $Y = a X_i^{\alpha_i}$ , and linear  $\text{Log } Y = c + \alpha_1 \text{Log } X_1 + \alpha_2 \text{Log } X_2 + \alpha_3 \text{Log } X_3 + e$

Where:

$a$  and  $c$  correspond to the intercept.

$\alpha$  is the intercept to the origin of the quadratic regression.

$\beta_1$  is the coefficient for feed concentrate consumption.

$\beta_2$  is the coefficient for the square of cows in production.

$\beta_3$  is the coefficient for the square of labor.

$e$  = error.

To select the model which best accounts for the production function, the following criteria were taken in account: the determination coefficient adjustment value ( $R^2$ ), and the results of the "F" and "t-student" tests. Expected signs for coefficients corresponding to variables  $X_1$  to  $X_3$  were positive. All hypothesis were tested at 5 % significance.

$$\text{Log } Y = c + \alpha_1 \text{ Log } X_1 + \alpha_2 \text{ Log } X_2 + \alpha_3 \text{ Log } X_3 + e$$

Donde :

a y c corresponden al intercepto

$\alpha$  es el intercepto al origen de la regresión cuadrática.

$\beta_1$  es el coeficiente de la cantidad de alimento concentrado consumido.

$\beta_2$  es el coeficiente del cuadrado del número de vacas en producción.

$\beta_3$  es el coeficiente del cuadrado de la cantidad de mano de obra.

e es el error.

Para seleccionar el modelo que mejor describe la función de producción, se tomaron en cuenta los siguientes criterios: el valor ajustado del coeficiente de determinación ( $R^2$ ) y los resultados de las pruebas de "F" y "t-student". Los signos esperados de los coeficientes de las variables  $X_1$  a  $X_3$  fueron de signo positivo. Todas las hipótesis se probaron al nivel del 5 % de significancia.

Se seleccionó una función de producción empírica del tipo Cobb Douglas en virtud que resultó la que mejor se ajustó a los datos. La ecuación adopta la siguiente forma lineal:

$$\text{Log } Y = 253.04 - 357.32 \text{ Log } X_1 + 908.75 \text{ Log } X_2 + 713.83 \text{ Log } X_3$$

$$(-1.51)^* \quad (2.42)^* \quad (2.75)^*$$

$$R^2 = 0.86$$

$$F = 8.78^*$$

Las cantidades entre paréntesis indican los valores de "t-student", los cuales fueron significativos.

En consecuencia, la productividad marginal (PM) de cada factor incluido en el estudio fue el siguiente:

PM  $X_1$  = -357.32 (kilogramos de carne:leche/kilogramos de alimento concentrado consumido).

PM  $X_2$  = 908.75 (kilogramos de carne:leche/unidad animal).

An empiric production function of the Cobb-Douglas type was chosen in virtue of being the one that best adjusted to results. The equation took on this linear shape:

$$\text{Log } Y = 253.04 - 357.32 \text{ Log } X_1 + 908.75 \text{ Log } X_2 + 713.83 \text{ Log } X_3$$

$$(-1.51)^* \quad (2.42)^* \quad (2.75)^*$$

$$R^2 = 0.86$$

$$F = 8.78^*$$

Numbers in brackets indicate "t-student" values, which were significant ( $P < 0.05$ ).

In consequence, marginal productivity (MP) for each factor included in this study was as follows:

MP  $X_1$  = -357.32 (kg beef:milk/kg feed concentrate intake)

MP  $X_2$  = 908.75 (kg beef:milk/livestock unit)

MP  $X_3$  = 713.83 (kg beef:milk/labor unit)

MP for feed supply ( $X_1$ ) indicates that for a 1.0 kg increase in this input, beef and milk production will decrease by 357.32 kg, when the other inputs remain constant.

MP for number of animals in production ( $X_2$ ) indicates that for a 1.0 unit increase of this input, beef and milk production will increase by 908.75 kg, when the other inputs remain constant.

Finally, an MP for feed supply ( $X_3$ ) indicates that for a 1.0 unit increase of this input, beef and milk production will increase by 713.83 kg, when the other inputs remain constant. Dual purpose cattle production units described in this paper show that the input feed concentrate does not need to be increased in order to increase production, however, coefficient  $X_1$  negative sign indicates that for a unit decrease in feed concentrate, marginal production would equal zero, reaching at that level the economic optimum, showing that this input's contribution is excessive for this production. FIRA<sup>(10)</sup> recommends the adoption of intensive grazing technology and when this grazing method or any other doesn't meet the nutritional requirements of livestock it should be supplemented. This is a common occu-

PM  $X_3 = 713.83$  (kilogramos de carne:leche/unidad de mano de obra).

La PM del suministro de alimento ( $X_1$ ) indica que el aumento de 1.0 kg de este insumo, provocará una disminución en la producción de carne y leche de 357.3 kg, cuando los demás insumos permanezcan constantes. La PM de los animales en producción ( $X_2$ ) muestra que el aumento de una unidad animal resultará en el aumento de la producción de carne y leche en 980.7 kg, también manteniendo constantes los insumos  $X_1$  y  $X_3$ . Finalmente la PM de la mano de obra dedicada a esta actividad, significa que el aumento de una unidad de  $X_3$  producirá el aumento de carne y leche en 713.8 kg, también conservando constantes  $X_1$  y  $X_2$ . Las explotaciones de doble propósito estudiadas en el presente trabajo muestran que el insumo alimento concentrado no necesita aumentarse para incrementar la producción; sin embargo, el signo negativo del coeficiente  $X_1$ , indica que si se disminuye en una unidad el alimento concentrado, el producto marginal sería igual a cero, alcanzándose en ese nivel el óptimo económico, evidenciando que el aporte de alimento concentrado está excedido para los fines de producción. En este aspecto FIRA<sup>(10)</sup> recomienda el uso de pastoreo intensivo tecnificado y, en caso de que este sistema de pastoreo o cualquier otro no cubra los requerimientos de nutrición del ganado, entonces suplementar. Esto llega a ocurrir frecuentemente durante la época de secas, cuando disminuye drásticamente la disponibilidad de pasto, principalmente en praderas que carecen de riego. En este aspecto es deseable utilizar subproductos disponibles en la región como frecuentemente son bloques de melaza, pulpa de cítricos y pollinaza. Finalmente, ajustar los niveles de producción respecto a los recursos disponibles<sup>(11)</sup>.

Respecto a  $X_2$ , el modelo detecta deficiencias en la cantidad de vacas en producción, lo cual puede ser consecuencia de la carente utilización de programas de reproducción y mejoramiento genético, tal como ha sido informado previamente<sup>(12)</sup>, por lo tanto es necesario implementar prácticas reproductivas encaminadas a mejorar los índices de fertilidad, como podría ser el amamantamiento restringido,

rrence in the dry season, when forage availability decreases dramatically, especially in non-irrigated pastures. It should be desirable to supplement with whatever by-products are easy to find in the area, as molasses, citrus pulp and poultry litter manure. Finally, production levels should be kept in line with available resources<sup>(11)</sup>.

Relative to  $X_2$ , the model detects a shortage in cows in production, which could be the result of not having any genetic improvement or reproduction programs, as has been stated<sup>(12)</sup>. It is imperative to adopt reproductive practices focused on improving fertility rates, as could be restricted nursing, which shortens the inter-birth interval from 462 to 398 days<sup>(13)</sup>, as well as substituting native genotypes with Holstein/Zebu or Brown Swiss/Zebu crosses in 50 % to 75 % of the cows<sup>(10)</sup>.

This model also showed that the 20 farms under study use less labor than what is necessary. This situation could be the result of lack of planning or management, especially when this type of enterprises operate with low entrepreneurial level producers<sup>(12)</sup>. If adequate management controls were put in practice, government funding programs could be profited from. However, the low efficiency of Yucatan State's dual purpose cattle can also be attributed to low marketing support for agricultural production, especially milk, to little technical assistance<sup>(6)</sup>, to a cash shortage in agricultural enterprises which prevents investment in new technology, to competition from foreign dairy products which account for 85 % of the state's total supply, and to lack of support to local producers, which at least should be equal to those given to producers of our partner in NAFTA<sup>(12)</sup>.

The production function and marginal productions estimated in this paper can not be compared, owing to lack of information on this topic of farms similar to those studied, and also because each production function can be different for each farm, owing to the amount and type of each input these farms use.

As a conclusion it can be said that some of the limiting factors which affect dual purpose cattle production in the eastern part of the State of Yucatan, are the number of animals in production and labo.

que permite acortar los intervalos entre partos de 462 a 398 días<sup>(13)</sup>, así como también sustituir el genotipo criollo de vacas productoras por cruza Cebú-Holstein o Cebú-Suizo en proporciones 50 a 75 %<sup>(10)</sup>.

El modelo también mostró que las 20 explotaciones estudiadas operan con menos personal de lo necesario. Esta situación puede ser el resultado de la deficiente planeación y organización administrativa, especialmente cuando este tipo de explotaciones opera con productores de bajo nivel empresarial<sup>(12)</sup>; si se implementa un adecuado control administrativo se podrían aprovechar las políticas de financiamiento. Sin embargo, la baja eficiencia de la ganadería de doble propósito en Yucatán también está limitada por el deficiente apoyo a las vías de comercialización de los productos, principalmente la leche y, la escasa asistencia técnica<sup>(6)</sup>; falta de liquidez en las empresas para mejorar sus tecnologías, competencia de empresas externas a través de la importación de productos lácteos la cual constituye el 85 % del consumo total en el estado y, falta de apoyo a los productores nacionales, equiparables a los recibidos por los productores de los socios comerciales de Estados Unidos de América del Norte<sup>(12)</sup>.

La función de producción y las producciones marginales determinadas en este trabajo, no pueden ser comparadas, por la carencia de información sobre este tópico en fincas similares a las analizadas en este trabajo, y también porque cada función de producción puede ser distinta entre fincas, por la cantidad y el tipo de insumo que cada una de éstas utiliza.

Se concluye que algunos de los factores limitantes de la producción bovina de doble propósito en la zona oriente del estado de Yucatán, son la cantidad

de animales en producción y la mano de obra dedicada a esta actividad.

## LITERATURA CITADA

1. Anderson S, Santos J, Boden R, Wadsworth J. Characterization of cattle production systems in the State of Yucatan. Dual Purpose Cattle Production Research. International Foundation for Science. Mérida, Yucatán, México, 1992:150-161.
2. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Anuario Estadístico de los Estados Unidos Mexicanos. México, D.F.: Talleres gráficos del INEGI; 1997.
3. Debertin DL. Agricultural production economics. New York: MacMillan; 1986:22.
4. Aguirre VL, Venezian E. Estimación de funciones de producción para la zona rural vecina a Chapingo. *Agrociencia* 1975;20:13-19.
5. Gobierno del Estado de Yucatán. Programa lechero del estado de Yucatán. Mérida, Yucatán: Secretaría de Desarrollo Agropecuario - Gobierno del Estado de Yucatán. 1996.
6. Osorio-Arce MM, Segura-Correa JC, Osorio-Arce DA, Marfil-Acevedo AA. Caracterización de la ganadería lechera del estado de Yucatán, México. *Rev Biomed* 1999;10:217-227.
7. Osorio AMM, Segura CJC, Marfil AA, Osorio AAD. Diagnóstico de la ganadería lechera en el estado de Yucatán. Mérida Yucatán: Gobierno del estado de Yucatán: 1997:37-40.
8. Alvarez FFJ. Sistemas de producción bovina de doble propósito en el trópico mexicano. En: Centro Internacional de Agricultura Tropical, Instituto Colombiano Agropecuario (editores) *Panorama de la ganadería de doble propósito en la América Tropical*. Bogotá, Colombia. 1986:45-58.
9. SAS. SAS/Stat User's Guide (Release 6.03). Cary NC, USA: SAS Inst. Inc. 1988.
10. FIRA (Fideicomisos Instituidos con Relación a la Agricultura). Comportamiento de ganado bovino de doble propósito en el trópico. Mérida, Yucatán: Banco de México; 1996:25-27.
11. Gobierno del Estado de Yucatán. Secretaría de Desarrollo Rural. Programa Lechero. 1998.
12. Peniche PNA. Riesgos y oportunidades para el campo yucateco: El Sector agropecuario y el TLC que suscribimos con Estados Unidos y Canadá. Gobierno del Estado de Yucatán. Mérida, Yucatán, México. 1994.
13. Magaña J, Valencia E, Delgado R. Efecto del amantamiento restringido sobre el comportamiento de vacas holstein y sus crías en el trópico subhúmedo de México. *Vet Méx* 1996:221-227.