

Utilización de las funciones de respuesta en la producción cafetalera

Use of the Answer Functions in the Coffee Production

MSc. Marcelino Limonta-Duverger^I, marcelino@cug.co.cu; Dr.C. Roberto Moreno-García^{II}, rrmg@uo.edu.cu; Dr.C. Raimundo J. Lora-Freyre^{II}, lora@uo.edu.cu

^IUniversidad de Guantánamo, Cuba; ^{II}Universidad de Oriente, Santiago de Cuba, Cuba

Resumen

El objetivo de este artículo es el análisis de la función de producción de café en la variedad Arábigo en las Unidades Básicas de Producción Cooperada (UBPC) del Centro de Gestión Económica "Limonar", de la Empresa Agropecuaria "El Salvador" de Guantánamo, a través de la utilización de un modelo econométrico y el empleo de técnicas basadas en el análisis marginal, fundamentalmente las derivadas parciales. El análisis realizado permitió la adopción de un grupo de medidas organizativa que, empleadas en la asignación de recursos, provocó un aumento de los rendimientos, una reducción de los costos y un incremento en los ingresos. Estas medidas han demostrado tener ventajas en relación con el método tradicional, confirmado por una elevación de la producción de café en 2,06 %. El uso de las funciones de producción, combinado con el análisis marginal, constituye un aspecto novedoso del tratamiento de estos temas.

Palabras clave: regresión, función de producción, rendimiento, derivada parcial.

Abstract

The aim of this paper is to analyze the role of coffee production function in the Arabian variety in the Basic Units of Cooperated Production (UBPC), Economic Agropecuaria Management Center "Limonar", "El Salvador" of Bayate, Guantanamo province, using an econometric model and techniques based on marginal analysis mainly partial derivatives. The analysis allowed the adoption of a group of organizational measures, which used in the allocation of resources, caused increase in yields, reducing costs and increasing revenues. These measures have proven to have advantages over the traditional method, confirmed by a rise in coffee production in 2,06 %. The use of the functions of production combined with the marginal analysis is a novel aspect of addressing these issues.

Keywords: regression, production function, performance, partial derived.

Introducción

En los Lineamientos Económicos del VI Congreso del Partido celebrado el 16 de abril del 2011 en La Habana con respecto a la agroindustria cafetalera, puntualmente en el signado con el número 194, puede leerse: “Impulsar el desarrollo de las actividades cafetaleras para contribuir a la recuperación gradual de los fondos exportables tradicionales de la actividad agropecuaria” (PCC, 2011).

Por otro lado en el lineamiento 129 se plantea:

Diseñar una política integral de ciencia, tecnología, innovación y medio ambiente que tome en consideración la aceleración de sus procesos de cambio y creciente interrelación a fin de responder a las necesidades del desarrollo de la economía y la sociedad a corto, mediano y largo plazo; orientada a elevar la eficiencia económica, ampliar las exportaciones de alto valor agregado, sustituir importaciones, satisfacer las necesidades de la población e incentivar su participación en la construcción socialista, protegiendo el entorno, el patrimonio y la cultura nacionales (PCC, 2011).

Igualmente, en el Lineamiento 136 puede leerse:

En la actividad agroindustrial, se impulsará en toda la cadena productiva la aplicación de una gestión integrada de ciencia, tecnología, innovación y medio ambiente, orientada al incremento de la producción de alimentos y la salud animal, incluyendo el perfeccionamiento de los servicios a los productores, con reducción de costos, el mayor empleo de componentes e insumos de producción nacional y del aprovechamiento de las capacidades científico-tecnológicas disponibles en el país... (PCC, 2011).

En sintonía con estas directivas se encuentran las acciones investigativas que se desarrollan en las entidades productoras de café de la Empresa Agropecuaria “El Salvador” de Guantánamo, que se explican en este artículo.

En los últimos 10 años los niveles de producción de café mostraron una sensible baja, por lo que el país ha tenido que erogar cerca de 50 millones de dólares en compras para el consumo nacional. En tal sentido, se puede hablar de una mutación de país exportador a la de importador.

Para enfrentar esta situación, el Buró Político del Comité Central del Partido Comunista de Cuba, el Ministerio de la Agricultura y la Asociación Nacional de Agricultores Pequeños (ANAP) han hecho énfasis en la necesidad de lograr la recuperación cafetalera, así como establecer tipos de organizaciones económicas que incrementen la eficiencia productiva de las entidades productoras.

La recuperación cafetalera constituye unas de las tareas de primer orden en el proceso de reordenamiento de la industria agrocafetalera, la cual demanda la participación de la ciencia en la determinación del orden de influencia de los factores en los rendimientos, la asignación de recursos humanos, materiales y financieros para la realización de la zafra cafetalera (Robles Soto, 2004).

El objetivo de este trabajo es el análisis de la función de respuesta de café en la variedad Arábigo en las Unidades Básicas de Producción Cooperada (UBPC) del Centro de Gestión Económica “Limonar”, de la Empresa Agropecuaria “El Salvador” de Guantánamo, a través de la utilización de un modelo econométrico.

Fundamentación teórica

El marco teórico, tanto desde el punto de vista referencial como conceptual, está fundamentado en las obras de autores clásicos en los temas de funciones de producción como Samuelson (1997) y Frisch (1967).

Existe poca literatura referida a la aplicación práctica de la función de respuesta aplicada a la producción cafetalera; no obstante, están disponibles algunos trabajos realizados por el Centro de Estudio de Investigaciones Económicas Aplicadas (CEIA) de la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales de la Universidad de Oriente y los obtenidos en la revisión de internet.

Se tomó como referente la documentación relativa a las normativas y lineamientos establecidos por el Ministerio de la Agricultura para la producción cafetalera.

Las técnicas de informática, unido al rápido desarrollo de la cibernética y el software, han permitido la utilización de computadoras en el proceso de experimentación con modelos econométricos. Se reconocen sistemas que solo consolidan, y de cierta manera automatizan la información, pero no se plantean aplicaciones de proyección de rendimientos agrícolas sobre la base del análisis de regresión.

En la investigación se persigue calcular las características de las funciones de respuesta, precisar el orden de influencia de los factores en los rendimientos para la asignación de recursos con el objetivo de incrementar la producción, reducir los costos y aumentar los ingresos, tomando como base el modelo propuesto por (Gujarati, 2010).

Métodos utilizados

Formulación general del problema a resolver mediante la función de producción

Un grupo de productores pertenecientes a un agroecosistema dado, está interesados en recibir recomendaciones válidas para enfrentar el efecto de factores naturales, económicos y sociales e incrementar los rendimientos por hectárea (ha). Al tratarse de un agroecosistema único, se conocen sus características agroecológicas y su estrecho vínculo con las unidades de producción (Imbert Tamayo, 1998).

Con estos antecedentes, se conoce la dependencia de la producción de factores manejables como: atenciones culturales, edad del cultivo, porcentaje de población, plagas y enfermedades (Torres Ordaz, 1996). Por su importancia, aunque es un factor no manejable, no se puede dejar de considerar la lluvia como variable ecológica.

El problema sería, a partir de la función de respuesta, realizar el análisis marginal de sus características cuyos resultados proporcionan las medidas económico-tecnológicas para el incremento de los rendimientos por ha en las UBPC.

Con esta descripción se puede plantear el siguiente modelo tomando de referencia a (Gujarati, 2010).

Planteamiento matemático general

$$Y = f(X_{1i}, X_{2i}, X_{3i}, \dots, X_{ki})$$

Índices

j factor va de $j = 1, \dots, k$;

i observación $i = 1, \dots, n$

Variable dependiente

Y_i - observación i del rendimiento por hectárea se determinan partiendo de valores históricos.

Variables independientes

X_{ki} - son los diferentes factores que intervienen en el proceso productivo, donde:

X_{1i} - i observación de la cantidad de lluvia caída, medida en puntos convertibles en milímetros, de 1 hasta 7 puntos, desde 420 hasta 1 600 mm. El siete representa el mejor valor.

X_{2i} - i observación de las atenciones culturales expresadas en puntos del 1 al 10 (representa el 10 la mejor situación para la variedad).

X_{3i} - i observación de la edad del cultivo. Se considera para el comienzo de la producción, de tres a cuatro años y alcanza un máximo a los ocho años. Aunque comience a declinar la producción, la edad comercial depende si está bien atendida la plantación. Su definición cuantitativa es de 1 a 10 puntos (el número uno representa la menor edad).

X_{4i} - i observación del porcentaje de población, el cual se refiere a la cantidad de plantas que están en producción. Se expresa de 1 a 10 puntos.

X_{5i} - i observación de las plagas y enfermedades como insectos, hongos, parásitos, bacterias y mal manejo de la plantación. Se expresa en puntos de 1 a 10 (el uno representa la mejor situación).

De estos factores seleccionados algunos son controlables como atenciones culturales, edad del cultivo, porcentaje de población y plagas y enfermedades y otros no controlables como cantidad de lluvia caída.

Parámetros

β_0 - Constante del modelo, representa el cambio en el rendimiento por hectárea (ha) producto a la acción conjunta de las variables no incluidas en el modelo.

β_1 - Coeficiente asociado a la lluvia, representa la variación de los rendimientos por variación unitaria de la variable, manteniendo constante el resto de las variables

β_2 - Coeficiente asociado a las atenciones culturales, representa la variación de los rendimientos por variación unitaria de la variable, manteniendo constante el resto de las variables

β_3 - Coeficiente asociado a la edad del cultivo, representa la variación de los rendimientos por variación unitaria de la variable, manteniendo constante el resto de las variables.

β_4 - Coeficiente asociado al porcentaje de población, representa la variación de los rendimientos por variación unitaria de la variable, manteniendo constante el resto de las variables.

β_5 – Coeficiente asociado a plagas y enfermedades, representa la variación de los rendimientos por variación unitaria de la variable , manteniendo constante el resto de las variables.

Para la realización de este estudio se supone una adecuada combinación de los supuestos del modelo de regresión poblacional con lo de la función de producción, por ser la misma, un campo especial de la economía dentro de la econometría aplicada con base en la economía general.

Una vez cumplimentado el proceso de especificación, estimación, contraste y validación del modelo, se acude a la econometría aplicada para realizar el estudio del problema planteado mediante la función de producción para analizar sus características considerando las condiciones mínimas, medias y máximas de aplicación de los factores como:

- Productividad marginal de cada factor. Se calcula mediante la primera derivada parcial de la función en relación con el factor considerado manteniendo constante el resto de los factores. O sea, dada la función $Y = F(X_1, X_2, \dots, X_n)$ es posible calcular una derivada parcial de la función con respecto a cada uno de los i factores y se expresan de la forma siguiente:

$$Y_i' = \frac{\partial Y}{\partial x_i}; \quad i = 1, 2, \dots, n$$

- Rendimiento medio de cada factor. Se define como rendimiento o productividad media de un factor a la cantidad de producto obtenida por unidad de factor empleado en la producción. Su cálculo se realiza por la fórmula

$$\bar{Y}_i = \frac{Y}{x_i}$$

Si la función de producción es una función de i variables, $Y = F(X_1, X_2, \dots, X_n)$, $i = 1, 2, \dots, n$ entonces se pueden calcular

$$\bar{Y}_1 = \frac{Y}{X_1}, \quad \bar{Y}_2 = \frac{Y}{X_2}, \dots, \quad \bar{Y}_n = \frac{Y}{X_n}$$

Es decir, un rendimiento medio por cada factor.

- Aceleración de la producción. El concepto de segunda derivada interpretado desde el punto de vista físico, expresa la aceleración o sea, la variación de la velocidad; así, si la aceleración es positiva, la velocidad irá en aumento. Si es negativa, la velocidad irá disminuyendo. Desde el punto de vista económico se puede interpretar que la segunda derivada parcial de la función de producción expresa la variación de la efectividad o productividad marginal del recurso correspondiente, debida a una variación en la magnitud de sus gastos, o sea, si es económico o no ese rendimiento marginal.

Dada una función

$$Y = F(X_1, X_2, \dots, X_n)$$

será posible calcular dos tipos de segundas derivadas parciales. Las segundas derivadas sobre cada factor, las que serían:

$$\frac{\partial^2 Y}{\partial x_1^2}, \frac{\partial^2 Y}{\partial x_2^2}, \dots, \frac{\partial^2 Y}{\partial x_n^2} \quad \text{ó} \quad Y''_{11}, Y''_{22}, \dots, Y''_{nn}$$

y a las cuales se denomina segundas derivadas directas. Las segundas derivadas aplicadas para dos factores en forma sucesiva se denotan como:

$$\frac{\partial^2 Y}{\partial x_1 \partial x_2}, \frac{\partial^2 Y}{\partial x_1 \partial x_3}, \dots, \frac{\partial^2 Y}{\partial x_i \partial x_j} \quad \text{ó} \quad Y''_{12}, Y''_{13}, \dots, Y''_{ij}$$

Estas derivadas se denominan derivadas cruzadas. En este caso, $j = 1, 2, \dots, n$ factores.

Desde el punto de vista económico la segunda derivada directa Y''_{ii} expresa:

- Si $Y''_{ii} < 0$ el rendimiento marginal de Y es decreciente.
- Si $Y''_{ii} = 0$ el rendimiento marginal de Y está en un punto extremo (máximo o mínimo).
- Si $Y''_{ii} > 0$ se esperan rendimientos o efectividades superiores a las existentes.

Se puede resumir como sigue:

$$\begin{aligned} \text{Si } Y_{ij}'' > 0 \text{ y adem\u00e1s } & \begin{cases} Y_i' > 0, \text{ entonces } Y \text{ ser\u00e1 creciente en forma progresiva} \\ Y_i' < 0, \text{ entonces } Y \text{ ser\u00e1 decreciente en forma regresiva} \end{cases} \\ \text{Si } Y_{ij}'' < 0 \text{ y adem\u00e1s } & \begin{cases} Y_i' > 0, \text{ entonces } Y \text{ ser\u00e1 creciente en forma regresiva} \\ Y_i' < 0, \text{ entonces } Y \text{ ser\u00e1 decreciente en forma progresiva} \end{cases} \end{aligned}$$

- Sustituci\u00f3n de actores: se determinan mediante el c\u00e1lculo de la segunda derivada cruzada, la cual indica, si el signo es positivo o negativo, si los factores son complementarios o son sustitutivos, respectivamente.

La interpretaci\u00f3n de la aceleraci\u00f3n cruzada es an\u00e1loga a directa. As\u00ed, Y_{ij}'' significa la variaci\u00f3n sucesiva del rendimiento marginal de los dos factores. Es decir, a trav\u00e9s de ella puede determinarse la relaci\u00f3n entre los factores.

Si $Y_{ij}'' > 0$, esto significa que al variar el factor j el rendimiento marginal de i var\u00eda en el mismo sentido. En este caso se dice que los factores son complementarios.

Cuando $Y_{ij}'' < 0$, se interpreta que al variar el factor j , el rendimiento marginal de i var\u00eda en sentido contrario. En este caso se dice que los factores son sustitutivos.

Si $Y_{ij}'' = 0$, esto significa que una variaci\u00f3n en el factor j no tiene efecto sobre el rendimiento marginal del factor i . En este caso los factores son marginalmente independientes. Por lo tanto:

$$\begin{aligned} \text{Si } Y_{ij}'' > 0 \text{ y adem\u00e1s } & \begin{cases} Y_i' > 0, \text{ entonces } Y \text{ ser\u00e1 creciente en forma progresiva} \\ Y_i' < 0, \text{ entonces } Y \text{ ser\u00e1 decreciente en forma regresiva} \end{cases} \\ \text{Si } Y_{ij}'' < 0 \text{ y adem\u00e1s } & \begin{cases} Y_i' > 0, \text{ entonces } Y \text{ ser\u00e1 creciente en forma regresiva} \\ Y_i' < 0, \text{ entonces } Y \text{ ser\u00e1 decreciente en forma progresiva} \end{cases} \end{aligned}$$

- Coeficiente de elasticidad: es la elasticidad parcial de la funci\u00f3n de producci\u00f3n respecto a la cantidad de factor considerado, o sea la raz\u00f3n entre la productividad marginal y el rendimiento medio del factor i . Mide el porcentaje de variaci\u00f3n de la producci\u00f3n por cada uno por ciento de variaci\u00f3n de la intensidad de los gastos del factor i .

$$E_i = \frac{\partial Y}{\partial x_i} * \frac{X_i}{Y} \quad \text{donde } i=1,2,\dots,n$$

Analizar la elasticidad marginal, a través de la productividad media y la productividad marginal, permite conocer si el rendimiento medio del factor es creciente o decreciente.

Si $Y_i' > \bar{Y}_i$ entonces $E_i > 1$ y por tanto el rendimiento medio es creciente.

Si $Y_i' < \bar{Y}_i$ entonces $E_i < 1$ y por tanto es decreciente el rendimiento medio.

- Norma marginal de sustitución. La determinación de si los factores son sustitutivos o no, se puede realizar por medio del signo de la segunda derivada cruzada de la función de producción. Pero esta derivada no denota cuál es la cantidad necesaria de un factor para sustituir una unidad del otro. Esta cantidad se determina mediante la denominada norma marginal de sustitución, cuya fórmula de cálculo es:

$$\left(\frac{dx_k}{dx_r} \right)_R = \left(\frac{\frac{\partial y}{\partial x_r}}{\frac{\partial y}{\partial x_k}} \right)_R = -\gamma_{kr}$$

Esta magnitud γ_{kr} se denomina norma marginal de sustitución y expresa la cantidad necesaria del recurso k-ésimo para la sustitución de una unidad del recurso r-ésimo manteniendo constante a Y_R en la forma de producción dada por las coordenadas del punto R. El signo menos indica que para mantener constante el nivel de producción, el incremento de los gastos de un factor conlleva a la reducción de los gastos del otro. Coeficiente de conversión: Es la elasticidad de la cantidad de producto respecto a uno de los factores cuando todos estos varían proporcionalmente.

$$\varepsilon = \frac{\frac{Y_1 - Y_0}{(Y_1 + Y_0)/2}}{\frac{X_1 - X_0}{(X_1 + X_0)/2}}$$

- Ecuación de conversión: es el coeficiente de conversión multiplicado por el producto. Es una relación estrictamente técnica y que puede servir para el

estudio de todas las posibles variaciones de los factores (proporcionales o no proporcionales), puesto que constituye una identidad en: X_1, \dots, X_n .

Para el cálculo de la razón costo – ingresos se empleó la fórmula

$$RCB = \frac{\text{Costos}}{\text{Ingresos}}; \text{donde } RCB \leq 1$$

Resultados y discusión

Luego de la aplicación de los elementos teóricos para la determinación de las funciones de respuesta, su estimación, contraste y validación del modelo, se determinaron sus características:

$Y_i = 647,94X_1^{0,03} X_2^{0,30} X_3^{-0,01} X_4^{0,18} X_5^{-0,05}$, donde los datos de X_i son los datos de los factores de producción obtenidos en observaciones directas.

Valores medios de cada factor: $X_1: 2,68$; $X_2: 2,152$; $X_3: 6,58$; $X_4: 6,1314$; $X_5: 6,13$.

Tomados del SSPS-21.

En la tabla 2 se observa el cálculo de los rendimientos marginales de la función de producción respecto a cada una de los factores para las condiciones mínima, media y máxima de su aplicación, arrojando para la lluvia, atenciones culturales y porcentaje de población un rendimiento marginal positivo lo cual representa un crecimiento de la producción por cada variación unitaria de estos factores manteniendo constante el resto. En el caso de la edad del cultivo y las plagas y enfermedades el rendimiento marginal es negativo y por consiguiente, genera un efecto contrario el aumento de la producción.

Tabla 2: Rendimiento por hectárea (Y) y Rendimiento marginal (Y'_i)

	X _{j min} TM/ha	X _{j medio} TM/ha	X _{j max} TM/ha
Y	0,48	0,98	1,92
Y' ₁	0,018	0,011	0,011
Y' ₂	0,16	0,14	0,06
Y' ₃	-0,000048	-0,001	-0,019
Y' ₄	0,096	0,029	0,035
Y' ₅	-0,003	-0,008	-0,1

Fuente: Elaboración propia

En las condiciones mínimas y media de aplicación de los factores, el orden de influencia de los mismos en la producción, se mantuvo constante: atenciones culturales, población, lluvia, plagas y enfermedades y edad del cultivo. En este mismo orden deben asignarse los recursos económicos y financieros en la cantidad ajustada por la función de producción. Sin embargo, para la condición máxima el orden cambia: plagas y enfermedades, atenciones culturales, población y lluvia. Cuando esta situación ocurra será necesario cambiar los datos por encontrarse todos los factores en el máximo de puntos.

Tabla 3: Rendimiento por hectárea (Y) y Aceleración de la producción (Y''_i)

	X _{j min} TM/ha	X _{j medio} TM/ha	X _{j max} TM/ha
Y	0,48	0,98	1,92
Y'' ₁	- 0,019	-0,004	-0,0022
Y'' ₂	-0,11	-0,044	-0,0044
Y'' ₃	0,00005	0,00003	0,019
Y'' ₄	-0,08	-0,005	-0,003
Y'' ₅	0,00003	0,001	0,10

Fuente: Elaboración propia

La tabla 3 muestra una aceleración negativa para la lluvia, atenciones culturales y población. Expresa, si se combina este resultado con el anterior que la producción por influencia de estos factores va a crecer lentamente en forma regresiva. Los restantes factores presentan una aceleración positiva pero con un rendimiento marginal negativo, lo cual implica una disminución de la producción, de manera regresiva.

El cálculo de la aceleración cruzada dio positiva para la lluvia, atenciones culturales y porcentaje de población, equivale a una complementariedad de factores. Igual resultado se obtuvo para la edad del cultivo en relación con las plagas y enfermedades. No obstante, la sustitución de factores se logró entre la lluvia, las atenciones culturales y porcentaje de población respecto a la edad del cultivo y las plagas y enfermedades. Este resultado es vital para el trazado de estrategia de producción en correspondencia con las situaciones reales e incluso para elaborar programas de enfrentamiento a la sequía.

Por ser la ecuación de regresión una función de elasticidad constante de variable, los coeficientes de regresión coinciden con los coeficientes de elasticidad y al tener un valor menor a la unidad expresan una disminución del rendimiento medio.

En la tabla 4 se puede verificar en la mayoría de los valores del rendimiento medio la tendencia a la disminución con la excepción de los factores porcentaje de población y plagas y enfermedades. Plantea la necesidad de manejar con mayor rigor las atenciones culturales por tener una tendencia bien definida a la disminución.

Tabla 4: Rendimiento medio en toneladas por hectárea (TM/ha) evaluadas para los valores mínimos, medios y máximos de los factores

Valores	X ₁ (min) TM/ha	X ₁ (medio) TM/ha	X ₁ (max) TM/ha
\bar{Y}_1	0,59	0,37	0,39
\bar{Y}_2	0,53	0,45	0,19
\bar{Y}_3	0,71	0,15	1,92
\bar{Y}_4	0,05	0,16	0,19
\bar{Y}_5	0,05	0,16	1,92

Fuente: Elaboración propia

La combinación del cálculo de la sustitución de factores con las normas marginal de sustitución permite apreciar la posibilidad real de utilizar las atenciones culturales para compensar la caída de la producción ante un envejecimiento de la plantación o como resultado de la acción de las plagas y las enfermedades y mantener el nivel de producción planificado según el estado de las condiciones de aplicación de los factores.

La ecuación de relación de la edad del cultivo y las atenciones culturales es la siguiente:

$$\gamma_{32} = -0,3478 \frac{X_2}{X_3}$$

Esta expresión recoge la relación para los valores mínimos, medio y máximo del factor atenciones culturales, cuando el factor edad del cultivo varía desde una cantidad mínima hasta el mayor valor de su envejecimiento. Un mínimo de producción de 7,15 toneladas se alcanza para todas las edades de la plantación. En esta situación se requiere de un manejo adecuado de las atenciones culturales y, por tanto, de menos recursos.

En las condiciones medias, la producción de 13,12 toneladas se puede mantener con las normas si la edad del cultivo se eleva a 9 puntos (aproximadamente 22 años), producirá un incremento de 2,42 puntos por encima del factor en la forma de producción considerada. En esta situación, la atención cultural deberá incrementar su puntaje de 2,15 a 2,18 para mantener la cantidad total de producto fijada de antemano. Igual procedimiento se siguió para compensar los ataques de las plagas y las enfermedades.

En la lucha contra la sequía, la función de producción permite formular estrategia de un mejor manejo de las plagas e incrementos de plantas jóvenes si se toma en consideración el efecto de una plantación saludable desprovista de la acción agresiva de los agentes:

$$\gamma_{15} = -0,5999 \frac{X_5}{X_1}$$

Para cualquier puntaje de lluvia de 1 a 7 o de 420 mm a 1 200 mm, para mantener una producción mínima y medias, las plagas y enfermedades deben estar en las categorías de ligera y media.

El coeficiente de conversión calculado con de la variación porcentual finita de la cantidad de producto y de los factores en un 10 %, en las condiciones medias fue de 0,45 menor que uno, indica una disminución del rendimiento medio para el conjunto de factores (rendimiento de escala decreciente).

Con la ecuación de conversión se obtuvo un valor de 6,24. A partir de aquí la entidad productiva puede trazar estrategia de producción considerando o no la proporcionalidad en el aumento del producto y de los factores para lograr lo más importante: un rendimiento de escala adecuado y la eficiencia económica.

El punto de equilibrio de 0,58 (t/ha). Por encima de esta producción se obtendría ganancia al proyectar mediante el uso del modelo econométrico la cantidad de toneladas de café para las diferentes condiciones de aplicación de los factores de producción.

La razón costo-ingresos marginales para las diferentes condiciones 0,025 y 0,52 centavos por peso de ingreso. Además, con la asignación de recursos siguiendo el orden de influencia de los factores, la producción aumentó de 6,38 a 10,61 TM, redujo los costos y generó ingresos adicionales de \$94,58/ha. En las condiciones mínimas y en la media, la producción aumentó de 13,14 a 14,26 t.

Las medidas aplicadas como: construir de funciones de respuesta, determinar el orden de influencia de los factores para la asignación de recursos y su empleo en el proceso de planificación y organización de la producción; determinar la tendencia de los factores a producir un efecto en la variación de la producción (crecimiento o disminución) cuando estos varían; desarrollar juego de implementación mediante la sustitución de factores combinado con las normas marginal de sustitución para enfrentar la sequía, otras estrategias productivas e introducir con éxito los resultados de investigación.

Utilizar el coeficiente de conversión con la ecuación de conversión para el manejo eficiente de los factores y lograr la eficiencia técnica en los rendimientos de escala; perfeccionar y actualizar la base de datos; revisar y perfeccionar la ficha de costo utilizando la carta tecnológica; calcular periódicamente el punto de equilibrio estrechamente vinculado al modelo econométrico y atender de manera complementaria, las otras actividades estrechamente vinculadas con los factores de producción.

Estas medidas llevaron al colectivo laboral de “Limonar” a aumentar la producción en un 2,06 % respecto al 2006 con una tendencia al crecimiento hasta el 2012 cuando se vio interrumpida primero por la sequía y el ciclón Sandy después.

No obstante en el comportamiento de la producción cafetalera en la Unidad Empresarial de Base (UEB) de la empresa en el período 2000-2014 hay un descenso sistemático hasta el 2006, luego un ascenso con determinadas declinaciones y, por último, aumentos, tal como se muestra en el gráfico siguiente.

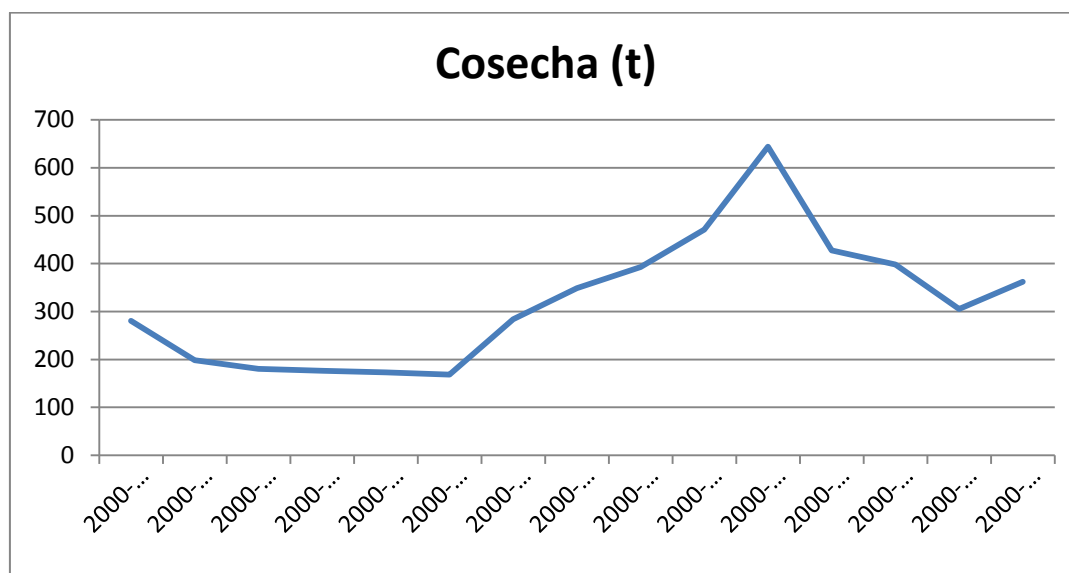


Gráfico 1: Toneladas cosechadas por las UBPC de la UEB estudiada en el período 2000-2014.
Fuente: Registros de producción de la Empresa Agropecuaria de Bayate

En el gráfico anterior puede apreciarse como a partir del 2006-2007 la producción comienza a aumentar de manera ininterrumpida hasta el 2010-2011 como resultado de la introducción de medidas económico-tecnológicas de manera rigurosa en las UBPC del colectivo laboral centro de gestión económica de “Limonar” y, parcialmente en el resto de las UBPC de la UEB de la empresa.

Estas medidas constituyen un producto del análisis de las características de las funciones de respuesta combinadas con la utilización del punto de equilibrio y razones costos-beneficios. Sin embargo, puede observarse como en 2011 y 2012 la producción comenzó a descender como consecuencia de la influencia de factores climatológicos: la sequía y el huracán Sandy.

Como es evidente, los efectos de los factores climatológicos tuvieron un impacto negativo en la zafra 2013-2014 por estar el proceso de producción y reproducción en la agricultura sujeto a la influencia de las condiciones naturales. Lo que hace necesario el planteamiento de un conjunto de medidas que permita revertir esta situación para el futuro del cultivo de café.

Conclusiones

1. *La aplicación de las medidas técnicas organizativas obtenidas del análisis de las características de la función de producción, incrementan los rendimientos cafetaleros por hectáreas reducen los costos y aumentan las ganancias lo que indica la validez del método empleado.*
2. *Los resultados obtenidos revelan que el factor individual de mayor impacto resultó ser atenciones culturales en el incremento de los rendimientos y de la eficiencia técnico económico de la entidad.*
3. *La aplicación de las técnicas econométricas le otorgan un mayor rigor científico al proceso de asignación de recursos, la cual eleva al nivel técnico organizativo de la entidad y la empresa cafetalera.*
4. *La sustitución de los factores resultante del análisis marginal puede servir de estrategia para enfrentar los embates de la sequía.*

Referencias bibliográficas

1. Frisch, R. (1969). *Las leyes técnicas y económicas de la producción*. La Habana Cuba: Edición Revolucionaria.
2. Gujarati, D. (2010). *Econometría*. (Cuarta Edición). Ciudad de México: McGraw Hill.
3. Imbert Tamayo, Josué. (1998). *Función de producción*. (Monografía). Santiago de Cuba: Editorial Universidad de Oriente.
4. Partido Comunista de Cuba. (2011). *Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución*. La Habana: Editora Política.
5. Robles Soto, S. (2004). *Nuevo enfoque para la proyección de los parques industriales como factores del desarrollo económico en México. Estudio de tres casos particulares. Período 1980-2000*. Tesis de Doctorado. Universidad de Oriente, Santiago Cuba, Cuba.
6. Samuelson P. (1997). *Sobre Economía*. (Cuatro tomos, décimo cuarta edición). , Madrid España: Mc-Graw-Hill.
7. Torres Ordaz, I. (1996). *Determinación de funciones de respuesta para la optimización del cultivo de frijol en el Municipio Hacienda Nueva*. (Tesis de Maestría). Zacatecas, México.