

## Modelo econométrico para la toma de decisiones aplicado al cultivo del café

Econometric Model Applied to Coffee Cultivation for Making Decisions  
MSc. Marcelino Limonta Duverger\* y Dr. C. Josué E. Imbert Tamayo\*\*

\*Departamento de Contabilidad y Finanzas, Facultad de Ciencias Económicas,  
Universidad de Guantánamo, Cuba

\*\* Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, Universidad de Oriente, Cuba  
marcelino@fce.cug.co.cu

### RESUMEN

Se estudió mediante modelos econométricos el efecto (físico y económico), en los rendimientos del café, de cuatro variables manejables: atenciones culturales, edad del cultivo, plagas y enfermedades, y porcentaje de población; además de una variable no manejable: la lluvia. Se construyó un modelo econométrico de los cinco factores—considerados fundamentales por los expertos— para medir el impacto de cada uno de ellos en el crecimiento de la producción y de los ingresos. Se obtuvo que todos los factores aumentan el rendimiento, pero el único que tiene un efecto progresivo es atenciones culturales y se comprobó que el incremento en las ganancias inducido por este factor es el más elevado. Se propuso un orden de prioridad para la asignación de los escasos recursos laborales y financieros, entre los diferentes factores, que permite alcanzar mejores resultados que en otros lugares; u otros años anteriores en el mismo lugar.

**Palabras clave:** *rendimientos, modelo econométrico, toma de decisiones, café*

### ABSTRACT

Econometric models were applied to study the physical-economic effect of four manageable variables and nonmanageable one on coffee crop yield. Manageable variables measured were cultural practices, cultivation age, pests and diseases, and population percentage, while the nonmanageable variable was rainfall. An econometric model including the above five variables –considered essential by experts– was elaborated to measured each variable impact on production and income growth. Results demonstrated that all variables increased yield; however, cultural practices showed a significant association with a progressive effect even concerning the highest incomes. Priorities were established for the allocation of current scarce labor and financial resources in order to achieve better results than those accomplished in the past in other places or in the same place.

**Key Words:** *yield, econometric model, decision-making, coffee*

## INTRODUCCIÓN

El cultivo del café ha constituido históricamente uno de los renglones principales de exportación de nuestro país. Sin embargo, en la década de 1990-2000 la producción y la productividad se deprimieron, debido a la carencia de insumos fundamentales para su mantenimiento y desarrollo y a los bajos precios de compra al productor. Actualmente se quiere proceder a la recuperación de los rendimientos históricos y de llevarlos a los niveles de países especializados en su cultivo. De aquí que el problema existente en la actualidad sea la necesidad de elevar los niveles de producción y productividad del cultivo, alcanzándolos mediante métodos que permitan una rentabilidad satisfactoria para los distintos elementos que participan en la producción y comercialización del producto.

En el cultivo del café influyen muchos factores: la variedad, la altura del terreno sobre el nivel del mar, el tipo de suelo, la temperatura, humedad ambiental, la cantidad de lluvia caída y su distribución en el tiempo, la cantidad y calidad de las atenciones culturales que se le brinden, porcentaje de población por hectárea, porcentaje de dicha población que padezca de plagas y enfermedades, la edad de los cultivos, etc.

Si el estudio se realiza en un agroecosubsistema dado, muchos de estos factores se pueden identificar como fijos, mientras que otros se mantienen como variables. Dentro de los factores variables existen algunos que son manejables por el productor y otros no lo son. El trabajo tiene como objetivo estudiar, mediante la utilización de modelos econométricos, el efecto en los rendimientos del café de los cuatro factores manejables fundamentales y uno no manejable, tanto desde el punto de vista físico como en el económico.

Se parte de la hipótesis de que es posible, mediante el empleo de modelos econométricos para la toma de decisiones, determinar prioridades de algunos factores manejables, aumentar su influencia en la producción, en la productividad, la reducción de los costos y en el incremento de las utilidades.

Inicialmente, se determinó el agroecosubsistema que debía estudiarse, el cual está constituido por 22 unidades básicas de producción cooperativa (UBPC) situadas en el municipio El Salvador de la provincia Guantánamo, Cuba y atendidas por la Empresa de Café y Cacao de Bayate.

### **Particularidades del modelo econométrico y etapas en la toma de decisiones**

Para la investigación se toman en cuenta cuatro factores variables manejables: atenciones culturales, porcentaje de población, plagas y enfermedades y edad de los cultivos, los cuales son los fundamentales en opinión de los productores y los técnicos consultados. A partir de ellos y considerando también la lluvia, que es un factor variable no manejable, pero que es necesario tomar en consideración siempre, se determinó un conjunto de modelos para diferentes variedades (entre ellas la Arábica), cuyas variables dependientes representan el rendimiento del café y las variables independientes son los factores variables arriba mencionados. Utilizando los modelos construidos es posible: Estimar cuales son los mejores rendimientos a los que se puede aspirar, dado el estado actual de las tecnologías aplicadas, llevando los factores manejables hasta los valores más altos posibles.

Determinar cuál es la influencia de cada uno de los factores en los rendimientos, y por tanto, organizarlos en orden de importancia, por el efecto económico que producen.

Ordenar los factores a partir de si el efecto que produce su variación en el rendimiento es a corto, mediano o largo plazo.

A partir del efecto económico que producen los factores, se puede determinar en cuáles de ellos invertir los recursos escasos con que cuentan los productores, especialmente las UBPC que constituyen el objeto de este estudio.

Algunos tipos de funciones de respuesta permiten calcular el óptimo técnico. Esto estará en dependencia del tipo de función que mejor represente el comportamiento del cultivo.

Construida la función puede realizarse el cálculo de las características de la misma, tales como rendimiento marginal, rendimiento medio, normas marginales de sustitución, aceleración de la producción, etc.

### **Análisis del modelo econométrico como guía para la toma de decisiones**

La información de partida, obtenida a partir de los productores, se procesó y adecuo en intervalos de puntos para aquellos factores que así lo requerían.

Se realizaron pruebas para cinco tipos de funciones: lineal logarítmica, lineal, exponencial, potencial y lineal más cuadrática. Se eligió la curva potencial múltiple es la que mejor se ajusta al cultivo descrito y al conjunto de factores considerados, no sólo por tener un buen coeficiente de determinación, cumplir con las dójimas de Fisher, t-student y Durbin–Watson, sino también por el comportamiento específico de los factores considerados para el cultivo café.

La función del proceso estudiado que resultó más representativa está dada por (1)

$$Y_1 = 650,72 * X_1^{0,03} * X_2^{0,30} * X_3^{-0,01} * X_4^{0,18} * X_5^{-0,05} \quad (1)$$

Donde X1: lluvia caída. X2: atenciones culturales, X3: edad del cultivo, X4: porcentaje de población y X5: plagas y enfermedades. A partir de (1) se realizará el análisis de algunas de las características del modelo econométrico (funciones de respuesta): rendimiento marginal, rendimiento medio y aceleración de la producción.

Los valores medios de los factores son: Y = 1022,52; X1= 2.68; X2 = 2.152; X3 = 6.58; X4 = 6.1314; X5 = 6.13.

Utilizando (1) se calculan las funciones correspondientes a las primeras y segundas derivadas, las cuales reflejan los rendimientos marginales y la aceleración de la función correspondiente a la variedad arábica. Evaluando estas funciones para los valores mínimo, medio y máximo de los factores se llega a la tabla 1.

<b>Tabla 1. Y: Rendimiento por hectárea; Y'i: Rendimiento marginal, Y''i: Aceleración de la producción</b>			
	Xj min t/ha	Xj medio t/ha	Xj max t/ha
Y	0,48	0,98	1,92
Y'1	0,018	0,011	0,011
Y''1	- 0,019	-0.004	-0.0022
Y'2	0,16	0,14	0,06
Y''2	-0,11	-0,044	-0,0044
Y'3	-0.000048	-0,001	-0,019
Y''3	0.00005	0.00003	0,019
Y'4	0,096	0,029	0,035
Y''4	-0,08	-0.005	-0.003
Y'5	-0,003	-0.008	-0,1
Y''5	0.00003	0.001	0,10

La tabla 1 refleja los resultados de la evaluación de las funciones de rendimiento marginal y de qué forma impacta el comportamiento de cada uno de los factores sobre

**Tabla 2: Valores de las funciones del rendimiento medio evaluadas para los valores mínimos, medios y máximos de los factores**

	$X_j$ (min) t/ha	$X_j$ (medio) t/ha	$X_j$ (max) t/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

el rendimiento por hectárea.

### **Impacto de los factores sobre el rendimiento por hectárea para la variedad Arábica**

Cuando los valores de los factores son bajos, el factor que más influye en el rendimiento por hectárea es el de las Actividades Culturales, en segundo lugar está el Porcentaje de Población de plantas por hectárea, en tercer lugar la Lluvia, en cuarto lugar están las Plagas y Enfermedades y en quinto lugar, la Edad del Cultivo.

A niveles medios de los factores el orden de influencia de los factores sobre el rendimiento por hectárea es igual que a niveles bajos.

A niveles altos (cerca al máximo) de los factores la situación cambia, siendo el factor que más influye las Plagas y Enfermedades, el segundo es Actividades Culturales, en tercer Población, en cuarto Edad de los Cultivos y en quinto la Lluvia.

En la actualidad, los niveles de aplicación de los factores son bajos. Quiere esto decir que para la elevación de los rendimientos y la producción total, es necesario que los mismos pasen a los niveles medios y altos. De aquí se desprende que el procedimiento a formular deberá estar dirigido a un periodo de corto y mediano plazos, sobre todo teniendo en cuenta los recursos disponibles que deben ir creciendo a medida que crezca la producción y la productividad.

Cuando el nivel de aplicación de todos los factores sea alto, será necesario revisar las bases de datos de partida para buscar un nuevo procedimiento para la distribución de los recursos, porque la importancia relativa de los factores puede cambiar, al tomar en cuenta datos más recientes.

Utilizando los resultados obtenidos en la tabla 1, al evaluar las segundas derivadas de la función seleccionada, se puede realizar el siguiente:

### **Análisis de la aceleración y su influencia en el comportamiento del rendimiento por hectárea ante variaciones de los factores**

La aceleración para el factor Lluvia, para valores bajos, medios y altos de los factores se vuelve negativa. Sin embargo, su rendimiento marginal es positivo. Esto indica que el rendimiento por hectárea es creciente a medida que la lluvia aumenta, pero este aumento tiene una tendencia regresiva, o sea es cada vez menor a medida que la cantidad de lluvia caída aumenta.

Los valores del rendimiento marginal del factor Actividades Culturales son positivos en todo el intervalo considerado, mientras que los valores de la aceleración (segunda derivada) son negativos. Esto indica que el rendimiento por hectárea es creciente cuando aumentan las Actividades culturales, pero que este crecimiento es cada vez más pequeño.

El rendimiento por hectárea disminuye a medida que el factor Edad del Cultivo aumenta, pero esa disminución es regresiva, tal como indica la segunda derivada. Es decir, el rendimiento por unidad de tierra sembrada disminuye a medida que el factor aumenta pero cada vez disminuye menos.

Los valores del rendimiento marginal del Porcentaje de Población son positivos y esto indica que el rendimiento por hectárea es creciente a medida que aumenta el número de plantas por unidad de tierra, pero al ser negativa la aceleración esto indica que este crecimiento es regresivo, o lo que es lo mismo, este crecimiento será cada vez menor a medida que el número de plantas por unidad de tierra aumenta.

El factor Plagas y Enfermedades influye negativamente en el rendimiento por hectárea, pero esta disminución será cada vez menor.

Si se calculan las funciones de rendimiento medio correspondientes a la variedad arábica y se evalúan para los valores mínimos, medios y máximos de los factores, se llega al resultado que aparece en la tabla 2.

Aquí se observa que los rendimientos medios de los factores son decrecientes para los que influyen positivamente en el rendimiento por hectárea y crecientes para los que influyen negativamente, o sea la Edad del Cultivo y las Plagas y Enfermedades. Además, en el caso de estos dos factores, el crecimiento del rendimiento medio es muy grande cuando estos factores están en el máximo, el cual corresponde en el caso de Edad del Cultivo a la etapa de mucha juventud en la plantación y en el caso de las Plagas y Enfermedades a la situación en que las plantaciones están sanas. Esto es debido a que el máximo de los mismos ocurre cuando su valor es el más pequeño.

### **Valoración de la influencia de los factores**

Del análisis anterior se deduce el orden de influencia de los factores en el rendimiento por hectárea de esta variedad. Para niveles bajos y medios de los factores, de mayor a menor el orden sería el siguiente:

1. Atenciones Culturales; 2. Población; 3. Lluvia; 4. Plagas y Enfermedades
5. Edad del Cultivo

Para niveles altos de los factores, el orden cambia y sería el siguiente:  
Plagas y Enfermedades; 2. Atenciones Culturales; 3. Porcentaje de Población  
4. Edad del Cultivo y 5. Lluvia

Este orden es la base del diseño de un procedimiento o guía para la dirección, que permita una utilización más racional de los escasos recursos disponibles.

Los recursos disponibles deben emplearse preferentemente en los factores que más influyen en el rendimiento por hectárea. Es preciso destacar que las Atenciones Culturales en todos los niveles de los factores resulta ser el factor que provoca un aumento mayor del rendimiento por hectárea por punto de aumento en el factor. Esto indica que los recursos laborales, materiales y financieros disponibles, deben dirigirse preferentemente a este factor.

<b>Tabla 3. Relaciones de complementariedad entre los factores</b>	
Actividades Complementarias	
Atenciones culturales	Lluvia
	Población
Lluvia	Atenciones culturales
	Población
Edad del Cultivo	Plagas y enfermedades
Población	Atenciones culturales
	Lluvia
Plagas y enfermedades	Edad del Cultivo

<b>Tabla 4: Relaciones de sustitución entre los factores</b>	
Actividades Sustitutivas	
Atenciones Culturales	Edad del Cultivo
	Plagas y enfermedades
Lluvia	Edad del Cultivo
	Plagas y enfermedades
Población	Edad del Cultivo
	Plagas y enfermedades

### **Análisis de las aceleraciones cruzadas**

Si se calculan las segundas derivadas cruzadas correspondientes a la función dada, se pueden obtener los resultados que aparecen en las tablas 3 y 4.

La tabla 3 indica la complementariedad de factores, o sea que al variar un factor el otro varía en igual sentido.

En la tabla 4 se deduce, al analizar las actividades sustitutivas, que es posible compensar mediante un aumento de las Atenciones Culturales el aumento en la Edad del Cultivo y de las Plagas y Enfermedades. Es posible también compensar la falta de Lluvia mediante una disminución de la Edad del Cultivo o mediante la disminución de las Plagas y enfermedades presentes en las plantaciones. También es posible compensar el aumento en la Edad del Cultivo y la destrucción de la plantación por la acción de las Plagas y las enfermedades mediante un aumento de la Población. Esto quiere decir, para los factores Lluvia, Atenciones Culturales y Porcentaje de Población, que un aumento en uno de ellos, provoca un aumento en la necesidad del otro. Para los factores que son sustitutivos una disminución en uno puede ser compensada mediante el incremento en el otro.

De esta manera, si por ejemplo, las Plagas y enfermedades crecen, es posible obtener el mismo nivel de rendimiento por hectárea (Y) aumentando las Atenciones Culturales.

### **Análisis económico**

Recordando que X1: lluvia caída. X2: atención es culturales, X3: edad del cultivo, X4: porcentaje de población y X5: Plagas y enfermedades y sabiendo que los datos observados de los factores fueron los siguientes:

X1: 716 mm3    X2: 2.2525    X3: 5.04    X4: 7.07 puntos    X5: 8

El promedio de lluvia caída durante el periodo muestral se encuentra cercano al que se considera como media histórica, el factor población se encuentra en un nivel aceptable, el factor Plagas y enfermedades se encuentra en un nivel alto, mientras que la edad del cultivo está baja y las atenciones culturales se encuentran en un nivel muy

bajo. Esto indica que en el estado actual de productividad del cultivo influyen de manera directa las Actividades Culturales.

En la carta tecnológica para el café Arábico se estipulan tres tarifas salariales para el pago en las atenciones culturales de dicha variedad. Estos tres niveles indican una mayor o menor complejidad de dichas atenciones. El costo total de una hectárea es de \$ 1 072,75 con una tarifa baja; para una tarifa medio el costo es de \$ 1 165,79 y con la tarifa alta, el costo total asciende a \$ 1 255,06.

Se conoce además que el precio de venta de una lata de café, en dependencia de su calidad, es de \$ 0,94 por Kg. ó \$ 1,00 por Kg. en dependencia de la calidad. Mediante esta información es posible calcular aproximadamente si es rentable incrementar el factor de atenciones culturales. Si se calcula el rendimiento para el conjunto de los valores medios de los factores se obtienen 1235,59 Kg. por hectárea.

**Tabla 5. Utilidades obtenidas para los valores actuales de los factores**

Indicador	Tarifa baja	Tarifa media	Tarifa alta
Costo por kilogramo	\$ 0,39	\$ 0,43	\$ 0,50
Costo por hectárea	\$ 1 072,75	\$ 1 165,79	\$1 255,06
Ingreso por hectárea	1 149,03	1149,03	1 149,03
Utilidad por hectárea	76,28	(16,76)	(106,03)

En este nivel de rendimientos no es posible realizar atenciones medias ni complejas al cultivo, debido a que se obtienen pérdidas. Es lógico que si no se incrementan las atenciones el rendimiento no deberá crecer. Se nota que aún en el caso de la tarifa baja, la utilidad por hectárea es sumamente pequeña.

Sin embargo, si el factor X2 se incrementa un punto, o sea pasa de 2.2525 a 3.2525 puntos, el rendimiento se incrementa en 555,53 Kg. por hectárea, es decir se obtendrían 1791,26 kg por hectárea. Realizando los cálculos anteriores con este nuevo nivel de rendimientos se tiene la tabla 6.

**Tabla 6. Utilidades cuando se incrementa un punto por encima de los valores actuales de los factores**

Indicador	Tarifa baja	Tarifa media	Tarifa alta
Costo por hectárea	\$ 1 072,75	\$ 1 165,79	\$ 1 255,06
Ingreso por hectárea	\$ 1 665,87	\$ 1 665,87	\$ 1 665,87
Utilidad por hectárea	\$ 593,88	\$ 500,08	\$ 410,81

Ya en este nivel de rendimiento, es posible realizar cualquier tipo de atención sin caer en pérdidas. Esto demuestra claramente que es conveniente incrementar el factor Atenciones culturales, ya que además se conoce que el efecto de las mismas es creciente dentro de los límites dados, lo que implica mayores utilidades a medida que se incrementa el valor de factor.

Observando los resultados de estas tablas, en la columna correspondiente a la aceleración de la producción, se nota que a medida que el factor variable aumenta, los valores se vuelven negativos; excepto en la tabla correspondiente al factor atenciones culturales (X2). Este cambio de signo indica que el rendimiento por hectárea aumenta a medida que el factor aumenta, pero aumenta en forma regresiva, o sea cada vez menos.

Si se observa el comportamiento del rendimiento medio, se verá que ocurre algo similar. El rendimiento medio de todos los factores disminuye, excepto para las atenciones culturales, o sea que solo en este caso, a medida que el factor aumenta, el rendimiento por unidad de factor aumenta también.

De todo lo anterior se concluye que el factor Atenciones Culturales es el de mayor influencia en el rendimiento y el único cuya influencia es creciente a medida que el

factor aumenta. Dicho en otras palabras, mientras más recursos se asignen a este factor, mayores serán los incrementos de cosecha que se obtendrán. Claro está que esto sucede sólo dentro de los límites considerados.

Un estudio similar se desarrolló al fijar los factores en niveles medios y máximos y en todos los casos se puede arribar a conclusiones similares a las anteriores.

### **Procedimiento o política recomendada para la toma de decisiones buscando el aumento del rendimiento**

Los pasos fundamentales de este procedimiento son los siguientes:

1. Determinación del orden de incidencia de los factores en el rendimiento y la magnitud de la misma.
2. Utilización del orden de los factores en el proceso de planeación agrícola.

a) A partir de la fuerza de trabajo disponible, los medios de trabajo existentes y el presupuesto total planificado para el conjunto de actividades del Centro de Gestión Económica (CGE), dedicar estos recursos laborales, materiales y financieros fundamentalmente a las Actividades Culturales para niveles mínimo y medio de aplicación de los factores.

b) Para la variedad arábica, la prioridad en la utilización de los recursos para el resto de los factores debería realizarse de acuerdo al siguiente orden: Porcentaje de población, Plagas y enfermedades y Edad del cultivo.

Para niveles altos de aplicación el orden de los factores cambia: Plagas y Enfermedades, Atenciones Culturales, Porcentaje de Población, Edad del Cultivo. Pero en este caso ya sería necesario recalculiar la función pues la base de datos habría cambiado al pasar de niveles bajos de rendimiento a niveles medios.

3. Perfeccionamiento de la base primaria de datos.
4. Revisión periódica de las fichas de costo del café por variedades. Esto es necesario debido a los cambios en precios de insumos, materiales, salarios y del producto cosechado que ocurren cada cierto tiempo.

### **Resultados obtenidos por la aplicación del procedimiento o política recomendada.**

En la tabla 7 se detallan los resultados obtenidos con la aplicación del procedimiento recomendado en el CGE Limonar.

Este CGE fue escogido como piloto en la aplicación del procedimiento recomendado, lo cual se inició a principios del 2007, comenzándose a obtener los resultados en la cosecha del 2007-08 y está compuesto por tres UBPC.

Si se observa el cambio en los totales, se advierte que la producción de café Arábica se ha más que duplicado Si se considera un precio promedio de \$ 1,83 por Kg. Para el café de la variedad Arábica, se podría determinar el efecto económico de la aplicación de la política a partir de los resultados de la presente investigación en el CGE Limonar.

UBPC	Variedad Arábica		Incremento %
	Cosecha	Cosecha	
	2006-2007	2007-2008	
Marcos Martí	104,00 latas 1,32 ton.	360,00 latas 4,56 ton.	246
Álvaro Barba	636,00 latas 8,1 ton.	738,00 latas 9,4 ton.	16

Indiana	200,00 latas 2,54 ton.	806,00 latas 10,26 ton.	303
Total	940,00 11,97 ton.	1,904,00 24,24 ton.	103

Si se tiene en cuenta el significado económico para estas UBPC, la *Álvaro Barba* obtuvo en el año 2007 un ingreso por hectárea de \$ 180,80 y en el 2008 el ingreso ascendió a \$ 625,25, o sea un incremento de \$ 444,45.

Para el CGE Limonar el comportamiento de los ingresos totales fue el siguiente: en el año 2007 el ingreso por concepto de la producción y venta de café variedad Arábica fue de \$ 21 930.02 y en el 2008 fue de \$ 44 420.32 para un incremento en los ingresos totales de \$ 22 490,3.

## CONCLUSIONES

El empleo de un modelo econométrico (Función de Respuesta) para la determinación de una estrategia de utilización de los recursos escasos en el cultivo del café ha demostrado ser una guía para la toma de decisiones y tener ventajas concretas con relación al método actual confirmadas por los resultados obtenidos al introducirse en la práctica.

### *Impacto económico*

A partir de las características del modelo (funciones de respuesta) determinadas para cada una de las variedades consideradas se establece un procedimiento de utilización de los recursos financieros, laborales y materiales disponibles por las UBPC. Este tipo de política demuestra su efectividad al aplicarla en un CGE de la Empresa de Café y Cacao de Bayate, municipio El Salvador, provincia de Guantánamo. En este lugar se logró un aumento de la producción de café tipo arábica de un 103 %, o que en valor representa un aumento en el ingreso del CGE de \$ 43 651,68 para un 92 % de incremento.

A pesar de que en el resto de la Empresa no se adoptó la política planteada con la misma rigurosidad que en el CGE Limonar, en los demás Centros de Gestión se lograron aumentos de aproximadamente un 26 % en cada una de las variedades. Resulta evidente que si en todos los CGE se aplicara la política con el mismo rigor que se aplicó en el de Limonar los aumentos en los ingresos a nivel de Empresa serían mayores.

### *Impacto científico*

Por primera vez en Cuba se construyen funciones de respuesta científicamente fundamentadas como guía para la toma de decisiones y para describir el comportamiento del rendimiento del café ante variaciones en los factores manejables más importantes para el productor.

Por primera vez se realiza la comprobación práctica de que las medidas concretas sugeridas por los resultados del análisis de las características de las funciones de respuesta aplicadas a cada una de las variedades cultivadas en Cuba, proporcionan aumentos considerables en el rendimiento por unidad de área cultivada.

### *Impacto social*

La utilización del procedimiento recomendado en el trabajo mejora el ingreso de las entidades en las cuales se aplica y por ende permite mayores oportunidades de empleo

en la zona donde está enclavada, incidiendo en el bienestar de la población y de los miembros de esas UBPC.

## BIBLIOGRAFÍA

FRISCH R. (1969). *Las leyes técnicas y económicas de la producción*. La Habana: Edición Revolucionaria

GALLAGHER CH. A. y WATSON H. J. (2007). *Modelos cuantitativos para la toma de decisiones en Administración*. Primera parte. La Habana: Ed. Ciencias Médicas.

GALLAGHER CH. A. y WATSON H. J. (2008). *Modelos cuantitativos para la toma de decisiones en Administración*. Segunda parte. Ed. Ciencias Médicas. La Habana.

GUJARATI, D. N. (2004). *Econometría* (4ta. ed.). México: McGraw Hill.

IMBERT TAMAYO, J. y LIMONTA DUVERGER, M. (2003). *Funciones de respuesta para el cultivo del café. Importancia del factor humano*. Memorias de la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Santiago de Cuba, Cuba: Universidad de Oriente.

LORÍA E. (2006). En defensa de la macroeconometría estructural. *Estudio de la econometría aplicada*, 24(1), 277-297.

PALOMARES, C. E, ALCOLEA, OLIVARES R. (2010, 19 de abril). Para que el café no sea amargo. *Trabajadores*, sección Nacional, p. 07.

PÉREZ LÓPEZ, C. (2006). *Problemas resueltos de Econometría*. Madrid: Universidad Complutense de Madrid.

PULIDO, A. y PÉREZ-GARCÍA J. (2005). *Modelos econométricos*. La Habana: Ed. Félix Varela.

PULIDO, A. (2007). *Modelos econométricos*. Tomo II. Editorial La Habana: Ed. Félix Varela.

ROBLES SOTO, S., RODRÍGUEZ BETANCOURT, R. e IMBERT TAMAYO J. (2004). *Proyección del desarrollo de los parques industriales como factores del desarrollo económico en México. Estudio de tres casos particulares*. Memorias de la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Santiago de Cuba, Cuba: Universidad de Oriente.

Registros de producción del grupo Empresarial de Montaña Guantánamo.

*Curso gratis de econometría*. (2010). Recuperado de <http://www.quedelibros.com/libro/46861/Estadistica-Matematica-1apart.html>

BOROVKOV, A A. (2011). *Estadística Matemática*. 3ª parte [en línea]. Recuperado de <http://www.quedelibros.com/libro/46863/Estadistica-Matematica-3apart.html>.2009