

Determinación de la estructura óptima de variedades y cepas de caña en empresas azucareras

Finding an Optimal Structure of Sugarcane Varieties and Strains in
Sugarcane Manufacturing Enterprises

Dr. C. José Antonio Naranjo López

*Centro de Estudios de Investigaciones Azucareras, Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales,
Universidad de Oriente*

RESUMEN

Se creó y aplicó un modelo económico-matemático de programación entera binaria y un sistema informático, con el objetivo de encontrar la estructura óptima de variedades y cepas en empresas azucareras del territorio oriental, lo cual constituye una novedad científica respecto a estudios precedentes. El diseño, creación y aplicación de un sistema informático soportado en los modelos matemáticos antes mencionados ha permitido un incremento en la producción de caña de 18 024,04 t, que representa un ingreso bruto adicional para las entidades productoras de \$ 917 423,56.

Palabras claves: rendimientos agrícolas, rendimientos industriales, condiciones edafoclimáticas, cepas

ABSTRACT

An economic-mathematical model with an entire binary programming and a computer assisted system were designed and applied in order to find out an optimal structure of sugarcane varieties and strains in sugarcane manufacturing enterprises from western provinces. This constitutes a scientific novelty in relation to previous studies. The design, elaboration, and application of a computer assisted system supported by the above mentioned model resulted in a sugarcane production increase up to 18 024,04 tons representing a \$ 917 423,56 additional gross income for producing entities.

Key Words: agricultural profits, industrial profits, edaphic-climatic conditions, strains

INTRODUCCIÓN

A partir del triunfo de la Revolución cubana comienza la transformación de la rama azucarera, donde no prevalece solamente un sentido económico, sino una concepción que integra además el desarrollo social, cultural y político del pueblo. Durante cuatro décadas, con inmensos esfuerzos y recursos, Cuba desarrolló, modernizó y humanizó la rama azucarera, creando condiciones para que esa agroindustria desplegara un potencial productivo que respondería a un mercado seguro y provechoso: el campo socialista de aquellos tiempos. Tras su derrumbe y la consiguiente pérdida de ese mercado, Cuba se vio obligada a pasar al Período Especial¹, lo

1 Período de crisis económica en Cuba que inició en 1991 tras el colapso de la Unión Soviética; agudizado por la intensificación del bloqueo a que EE.UU. somete el país. (N. del E.).

cuál implicó serias afectaciones a los rendimientos agrícolas de la caña y otros cultivos debido a la falta de combustible para la maquinaria agrícola y el riego, falta de fertilizantes y otros insumos.

En los últimos 40 años, el precio mundial del azúcar pierde, en términos reales, casi un 2 % por año. Esto implica que para mantener la relación utilidad-coste, la productividad de la industria tiene que crecer casi un 2 % anualmente. El comportamiento de los precios en el mercado internacional a principios del año 2001 y los altos costos de producción del azúcar cubano, entre otros factores no menos importantes, conllevó a la alta inestabilidad del gobierno en el país a tomar la decisión de redimensionar la rama azucarera. Esto condujo a la selección de aquellas empresas productoras de azúcar de mejor desenvolvimiento económico y las áreas con mejores condiciones para el cultivo (Almazán, 2002, pp. 15-19).

En medio de estas circunstancias, donde la política económica está orientada a elevar la productividad y efectividad de la producción para asegurar una mayor competitividad en el mercado internacional, así como diversificar las producciones derivadas del cultivo de la caña y teniendo en cuenta que todos estos procesos se deben realizar de manera sostenible, se hace necesario introducir métodos científicamente argumentados que permitan la toma de decisiones en los diferentes procesos de producción.

Las empresas azucareras deben facilitar la aplicación de los resultados de la investigación científica e introducir nuevas tecnologías que posibiliten alcanzar de manera eficiente los niveles de producción planificados. Esto se justifica por el hecho de que ha cambiado totalmente el panorama: el azúcar alcanza en estos momentos un precio no menor de 0,31 USD en el mercado mundial (Arias, 2009), a partir fundamentalmente de la eliminación casi total de la producción de azúcar de remolacha en Europa a causa de la subida de los precios del petróleo en 2005 y afectaciones climáticas en los principales países productores. En este sentido el Centro de Estudios de Investigaciones Azucareras pertenece a la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales de la Universidad de Oriente, Cuba, ha desarrollado en los últimos diez años un conjunto de acciones encaminadas a perfeccionar la planificación en labores concretas del proceso agroindustrial. Precisamente esta investigación, desarrollada por dicha entidad investigativa, forma parte del proyecto territorial de innovación tecnológica denominado Optimización de la organización y control en fases priorizadas del proceso agroindustrial azucarero, aprobado por el Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente.

Una de las fases más importantes de la cadena productiva del azúcar se inicia, en su aspecto agrícola, con la preparación de las tierras; continúa con la siembra de las semillas, el cultivo de las plantas y concluye con la

cosecha. Este trabajo centra la atención específicamente en la composición de variedades y cepas,² eslabón decisivo en la obtención de indicadores que implican incremento sustancial de la eficiencia, no sólo en esta etapa, sino también en la fase industrial. Al efecto se utilizó la modelación económico-matemática vinculada a sistemas informáticos.

DESARROLLO

Estudios realizados en las diferentes empresas azucareras de Cuba demuestran que entre las causas fundamentales que impiden alcanzar los rendimientos potenciales agrícolas e industriales está la estructura deformada de variedades y cepas, así como la política de reposición.

La incongruencia en la estructura de variedades y cepas conduce también al desfase en el proceso de corte, consistente en cosechar la caña fuera de su óptima edad; o por otras especificaciones en la etapa de cosecha aplicadas a las variedades, las cuales se indican a continuación:

- Altos rendimientos agrícolas e industriales.
- Resistencia a la sequía y al exceso de humedad.
- Posibilidad de mecanización.
- Resistencia a las enfermedades.

Por otra parte es necesario también contar con lo que se denomina composición de variedades, que permita en un momento dado, mantener un nivel mínimo de ataques de plagas o enfermedades que puedan afectar algunas variedades, pero no a todas.

Dada la complejidad de la tarea fue imprescindible utilizar técnicas de avanzada, en este caso la modelación económico-matemática vinculada a los sistemas informáticos, determinar eficientemente la estructura óptima de variedades y cepas en perspectiva a nivel de entidad y empresa azucarera; a la vez que llevar el plan de siembra a la situación perspectiva por etapas.

Metodología para la determinación e implementación de la estructura óptima de variedades y cepas en las empresas azucareras objeto de estudio

Encontrar una estructura óptima de variedades y cepas es un proceso complejo, pues se necesita conocer, para las mismas condiciones edafoclimáticas de una región, la respuesta de cada variedad y cepa en cada bloque; cuando el número de variedades es m , el número de cepas es n y el número de bloques es f , es necesario encontrar $m \cdot n \cdot f$ combinaciones

2 La cepa es el ciclo en que se encuentra la planta, en dependencia de cuándo se sembró o de las veces que se haya cortado. Distintas cepas: *de primavera*, son las sembradas de enero a junio; *primaveras quedadas*, las plantadas de mayo a junio y que se dejan para la zafra siguiente por no contar con los requeridos 12 meses de edad al momento de la cosecha; *de frío*, son las que se sembraron de julio a diciembre; *soca*, son las cañas a las que se les ha dado un solo corte; *retoños*, planta con más de dos cortes. (N. del E.).

posibles y a partir de aquí seleccionar aquella que maximice los resultados que deberán alcanzarse.

Lo que se requiere en estos casos es aplicar la modelación económico-matemática asociada a los sistemas informáticos, para obtener la solución de la forma más eficiente posible.

Formulación general del problema para la construcción del modelo económico- matemático

Se quiere encontrar la estructura óptima de variedades y cepas en perspectiva, que conlleve a perfeccionar el programa de siembra en cada bloque con la variedad y cepa que le corresponda y a su vez maximice el impacto de adaptación de esta estructura a las condiciones concretas del lugar objeto de estudio, lo que debe conducir al máximo de toneladas métricas de azúcar por hectárea.

Son conocidas las variables controlables para la solución del problema planteado y la información primaria correspondiente:

- Los bloques cañeros con que cuenta la empresa y sus áreas correspondientes en hectáreas.
- Las diferentes variedades y cepas que pueden sembrarse en la región bajo estudio.
- Las normativas del Ministerio del Azúcar (MINAZ) referentes a restricciones específicas con respecto a la siembra de variedades y cepas.
- Los límites máximos y mínimos del área que se deberá sembrar, por variedad, para minimizar el desfase.
- El cumplimiento del plan de azúcar dado en toneladas para cada entidad o centro de recepción según se decida.
- Los pesos específicos de las características fundamentales de las variedades que se quieren evaluar, que comprenden: la madurez, los rendimientos agrícolas e industriales, las enfermedades, entre otros. Esto fue valorado a través de criterios de expertos.
- Las respuestas de las características fundamentales de las variedades en cada bloque, medidas en puntos. Esto se puede obtener mediante criterios de expertos.

Con estos elementos el problema sería determinar qué variedad y cepa debe sembrarse en cada bloque de manera que se obtenga como resultado final el máximo de toneladas métricas de azúcar por hectárea.

De acuerdo con la formulación general se trata de decidir qué variedad y cepa debe sembrarse en un bloque dado y cuáles no. En este caso los problemas de programación matemática se enfocan hacia la programación entera binaria, donde las variables sólo pueden tomar valores cero o uno.

Con estos elementos el planteamiento matemático general sería:

Conjuntos:

- V: Conjunto de variedades que se utilizan, con elemento típico i .
- C: Conjunto de cepas que se consideran, con elemento típico j .
- A: Conjunto de bloques dedicados a la siembra de caña, con elemento típico k .

A_{ij} : Conjunto de bloques donde se puede sembrar la variedad i en la cepa j .

V_k : Conjunto de variedades que se pueden sembrar en el bloque k .

Variables:

X_{ijk} : Variable binaria que toma valor 1 si la variedad i y cepa j se puede sembrar en el bloque k y valor 0 en caso contrario.

Parámetros:

N_{ij} : Cantidad de bloques donde se puede sembrar la variedad i y cepa j .

C_{ijk} : Puntuación que refleja la adaptación que tiene la variedad i y cepa j en el bloque k .

PA: Plan de azúcar en toneladas métricas.

a_i : Área máxima que se puede sembrar de la variedad i en hectáreas.

b_i : Área mínima que se puede sembrar de la variedad i en hectáreas.

m_{ijk} : Estimado de la producción de azúcar de la variedad i y cepa j en el bloque k en toneladas métricas.

d_k : Área del bloque k en hectáreas.

Sistema de restricciones:

Grupo de restricciones de tipo 1

La variedad i y cepa j puede ocupar más de un bloque.

$$\sum_{k \in A_{ij}} X_{ijk} \leq N_{ij} \quad ; \quad \begin{matrix} i \in V \\ j \in C \end{matrix}$$

Grupo de restricciones de tipo 2

Cada bloque admite solamente una variedad y cepa.

$$\sum_{i \in V} \sum_{j \in C} X_{ijk} = 1 \quad ; \quad k \in A$$

Grupo de restricciones de tipo 3

Se cuenta con un área máxima y mínima para sembrar la variedad i y cepa j .

$$\sum_{j \in C} \sum_{k \in A_{ij}} d_k X_{ijk} \leq a_i ; i \in V$$

$$\sum_{j \in C} \sum_{k \in A_{ij}} d_k X_{ijk} \geq b_i ; i \in V$$

Restricción de tipo 4

Cumplimiento del plan de azúcar para la entidad.

$$\sum_{i \in V} \sum_{j \in C} \sum_{k \in A_{ij}} m_{ijk} X_{ijk} \geq H$$

Restricción binaria

$$X_{ijk} \in \{0, 1\}; \forall i, j, k$$

Función objetivo

$$Max \quad Z = \sum_{k \in A_j} \sum_{i \in V} \sum_{j \in C} C_{ijk} X_{ijk}$$

Confección de la base informática y obtención de la solución

La información primaria para el desarrollo del modelo utilizado se obtuvo de los sistemas informáticos SICE y ZF38,³ lineamientos nacionales y provinciales del MINAZ y grupo empresarial azucarero, respectivamente, criterios de expertos de las empresas azucareras, entidades cañeras y especialistas de la Empresa Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar.

Coefficientes y parámetros del modelo:

N_{ij} Se obtiene de la cantidad de bloques que admite la variedad i y cepa j .

a_i y b_i Áreas máxima y mínima dadas en hectáreas que puede ocupar la variedad i y se calculan basándose en un valor porcentual del área cañera total perteneciente al centro de recepción o entidad productora dada por la empresa azucarera.

³ Sistemas informáticos del Ministerio del Azúcar para la determinación de indicadores fundamentales de la cosecha cañera. (N. del E.).

C_{ijk} Puntuación que refleja la adaptación que tiene la variedad i y cepa j en el bloque k . Este coeficiente es el resumen dado en puntos de las características de cada variedad y cepa en cada bloque.

El resultado final se obtiene por la siguiente fórmula:

$$\sum_{h \in H} P_{ijkh} \cdot t_h$$

donde:

H Es el conjunto de características, con elemento típico h .

t_h Es el peso específico de la característica h por variedades y se utiliza en todas las empresas. Constituye un valor entre cero y uno, y la suma total es igual a 1.

En ambos casos los resultados fueron validados por la prueba de Friedman y Kendall.

PA Es el plan de azúcar en toneladas que deberá cumplirse para la entidad objeto de estudio. Se obtiene de los datos de la empresa azucarera, mediante la siguiente fórmula:

PA = RPC* estimado de producción en toneladas métricas del área total de la entidad /100. [8]

donde:

RPC: es el rendimiento potencial de la caña en por ciento.

m_{ijk} Producción de azúcar esperada de la variedad i y cepa j en el bloque k . Se calcula multiplicando el rendimiento esperado agrícola de la variedad i y cepa j en el bloque k (RAE_{ijk}) por el rendimiento esperado industrial de esa variedad en ese bloque (RIE_{ijk}) por el área del bloque k (d_k). Es decir:

$$i \in V, j \in C, k \in A_j \quad m_{ijk} = RAE_{ijk} \cdot RIE_{ijk} \cdot d_k ; (2.3)$$

Este cálculo se realiza internamente de manera automática a través del sistema informático OPESVAR-08.

Los valores de RAE_{ijk} y RIE_{ijk} se determinan mediante las siguientes fórmulas:

$$RAE_{ijk} = \sum_{s \in S} RAE_{ijks} \cdot P_j \quad ; \quad i \in V, j \in C, k \in A_j$$

$$RIE_{ijk} = \sum_{s \in S} RIE_{ijks} \cdot Q_s \quad ; \quad i \in V, j \in C, k \in A_j$$

Donde

S Es un conjunto, con elemento típico s , que identifican el tipo de año, de forma tal que

$S = \{\text{bueno, regular, malo}\}$

RAE_{ijkS} Es el rendimiento agrícola de la variedad i y cepa j para el bloque k para el tipo de año s . [23]

RIE_{ijkS} Es el rendimiento industrial de la variedad i y cepa j para el bloque k para el tipo de año s . [23]

P_s Probabilidad de que el año para la cepa j sea del tipo s .

Q_s Probabilidad de que el año sea del tipo s , en la etapa de zafra.

d_k Se obtiene del inventario de los bloques disponibles en la empresa azucarera.

Para la determinación de la estructura óptima de variedades y cepas, mediante un modelo económico matemático de programación entera binaria, se utilizó el sistema informático OPESVAR-08, el cual permite automatizar los datos de entrada mediante una interfaz amigable, con el consiguiente incremento de la seguridad en los datos, tanto por los errores humanos, como por la posibilidad de almacenar dichos datos con mayor integridad. Este sistema fue diseñado para operar con un ambiente de ventanas múltiples que permite al usuario seleccionar cuáles tendrá abiertas de forma simultánea y colocarlas donde le sea más cómodo el trabajo. Además, se realiza una interfaz con el sistema profesional Hyperlindo para resolver el problema, el cual utiliza para la solución de la programación entera binaria, el algoritmo de ramificación y cotas.

Análisis de los resultados

La empresa azucarera objeto de estudio inicialmente fue la *Paquito Rosales* y luego se extendieron los resultados a las *Julio Antonio Mella* y *Chile*, las tres de la provincia de Santiago de Cuba, y la *Argeo Martínez* en la provincia de Guantánamo.

Solución mediante el sistema informático OPESVAR-08

A partir del sistema OPESVAR-08 se presenta en la Tabla 1 la estructura óptima de variedades de todos los centros de recepción de la empresa *Paquito Rosales*, así como su consolidación a nivel de empresa. Obsérvese los porcentajes de áreas que deben sembrarse, por variedad.

La comparación de la estructura óptima con la actual se presenta en la Tabla 2. Todas las variedades evaluadas se consideran en la estructura óptima; la que presenta mayor incremento es la C 1051-73 con un poco más del 11 %, mientras que se reduce drásticamente la b 7274 (32,22 %).

Tabla 1. Estructura óptima de variedades. Empresa azucarera Paquito Rosales. Año 2006

Variedades	Centros de recepción												Empresa	
	Mejorana		San Benito		Jazmín		Basculador		Carolina		Santa Cruz			
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
c 8612	123,89	19,20	133,03	17,90	163,61	19,50	148,34	13,00	95,62	13,00	114,76	17,50	779,25	16,37
b 7274	58,72	9,10	142,70	19,20	167,80	20,00	102,70	9,00	66,20	9,00	89,18	13,60	627,29	13,18
CP 5243	118,08	18,30			133,40	15,90	159,75	14,00	102,98	14,00	53,77	8,20	567,98	11,93
C 1051-73	65,81	10,20	78,78	10,60			182,57	16,00	117,69	16,00	100,99	15,40	545,84	11,47
CU 8751	52,91	8,20					205,39	18,00	132,40	18,00	68,20	10,40	458,90	9,64
MY 5514	58,72	9,10	124,86	16,80			102,70	9,00	66,20	9,00	89,18	13,60	441,66	9,28
C 14081	121,95	18,90					159,75	14,00	102,98	14,00	47,21	7,20	431,89	9,07
C 294-70	45,17	7,00			110,75	13,20	79,87	7,00	51,49	7,00	92,46	14,10	379,74	7,98
C 32368			141,95	19,10	149,34	17,80							291,30	6,12
C 12078			121,89	16,40	114,10	13,60							235,99	4,96
Total	645,24	100,00	743,21	100,00	839,00	100,00	1 141,07	100,00	735,56	100,00	655,76	100,00	4 759,84	100,00

Tabla 2. Comparación de la estructura actual con la óptima en la empresa azucarera Paquito Rosales. Año 2006

Estructura óptima de variedades		Estructura actual de variedades			
Variedades	Área (ha)	% del área total	Variedades	Área (ha)	% del área total
c 8612	779,25	16,37	C 86-503	93,83	1,97
b 7274	627,29	13,18	c 8612	453,08	9,52
CP 5243	567,98	11,93	b 7274	2143,83	45,04
C 1051-73	545,84	11,47	CP 5243	209,85	4,41
CU 8751	458,90	9,64	C 1051-73	16,37	0,34
MY 5514	441,66	9,28	CU 8751	685,40	14,40
C 14081	431,89	9,07	MY 5514	230,37	4,84
C 294-70	379,74	7,98	C 140-81	173,26	3,64
C 32368	291,30	6,12	C 323-68	214,72	4,51
C 12078	235,99	4,96	C 90-469	67,59	1,42
			C 90-530	392,69	8,25
			JA 64-19	23,89	0,50
			C 86-456	41,05	0,86
			Otras	13,91	0,30
			Comerciales		
Totales	4 759,84	100,00	Totales	4 759,84	100,00

Se infiere que las variedades que no fueron evaluadas desaparecerán en la medida que se cumpla el plan de demoliciones⁴ de la empresa.

Una vez conocida la estructura óptima de variedades es importante también conocer en qué momento deben sembrarse, o sea, la composición óptima de cepas de primavera quedada y frío. Para la siembra de la cepa de frío, que abarca más extensión que la de primavera, se recomienda dedicar un área mayor a la CP 5243 y a la C 1051-73; mientras que en la de primavera debe corresponderle más extensión a la C 14081 y a la c 8612.

Impacto económico de la estructura óptima de variedades y cepas

El efecto económico total que incluye todas las empresas azucareras conlleva a un incremento en la producción de caña de 18 024,04 t, que representa un ingreso bruto adicional para las entidades productoras de

⁴ En el contexto de la agricultura cañera, demolición significa arrancar las plantas de caña de azúcar, por medios mecanizados, para sembrar nuevamente el campo. Se hace cuando la planta ha perdido rendimiento por el tiempo de explotación, y que en Cuba ocurre normalmente cuando han transcurrido siete años y se han dado cinco cortes. Un campo también puede demolerse ante una situación fitosanitaria incontrolable. (N. del E.).

\$ 917 423,56. El costo adicional por la cosecha (\$ 9,50 por t) implica un gasto total de \$ 171 228,38, para un ingreso neto de \$ 746 195,18.

Se aprecia incremento de los rendimientos industriales en todas las empresas, conducente a la obtención de 1 990,32 t adicionales de azúcar, representativas de 995 158,85 USD. El gasto adicional para este ingreso es de 917 423,56 (CUP)⁵ a los que hay que añadir el traslado de caña por ferrocarril desde los centros de recepción hasta la industria que se estiman en \$ 40 914,57; en total \$ 958 338,13.

Al analizar globalmente los gastos en que se incurre para obtener el ingreso de \$ 995 158,85 USD, producto de la venta del azúcar adicional obtenida, se debe tener en cuenta solamente los gastos de cosecha de las entidades cañeras de \$ 171 228,38 y el gasto de transporte por ferrocarril que asume la industria de \$ 40 914,57, lo que representaría un total de \$ 212 142,95 (CUP). Estas cifras indican que la determinación de la estructura óptima de variedades representa una ventaja competitiva muy favorable a la empresa azucarera.

Análisis de sensibilidad

El análisis de sensibilidad es una técnica para determinar hasta qué punto la solución obtenida mediante el modelo económico-matemático, continúa siendo óptima cuando ocurren cambios en la información de partida. En esta investigación se realizó una variante del análisis de sensibilidad, consistente en hallar la solución del modelo para un incremento y disminución de los parámetros en un 10 %, variaciones que fueron consultadas con los usuarios del sistema. OPESVAR-08 pudo contemplar estos cambios y obtener la nueva solución rápida y eficiente. Un ejemplo: la variedad My 5514, que en la solución óptima tiene un 6 %, bajo el análisis de sensibilidad ocupa 2,96 %; por otro lado la composición de cepas se encuentra en la misma proporción.

Proyección

La implementación por zafras de la estructura óptima de variedades y cepas —suponiendo que se mantenga como media la reposición de 5 cortes en 7 años según el plan de demolición de los bloques— permite saber que en la zafra 2013-2014 se cumplirá la propuesta para todos los centros de recepción de la empresa azucarera *Paquito Rosales*, la cual se encuentra en estos momentos a más del 70 % de implementación. De esta proyección se infiere que el centro de recepción que tiene la mayor cantidad de variedades propuestas sembradas antes de dicha zafra, es Mejorana, ya que para esa zafra sólo deberá sembrar dos variedades. A diferencia de Jazmín que para dicha cosecha debe sembrar todavía siete

⁵ Pesos cubanos. Un CUP equivale a $\approx 0,0432$ USD. (N. del E.).

variedades. El centro de recepción que más cambios debe realizar en su estructura es Mejorana (75 % de su estructura actual) y el que menos cambios tiene que hacer es Jazmín, con 39 %.

CONCLUSIONES

La utilización de la modelación económico-matemática para la determinación de la estructura óptima de variedades y cepas mediante el sistema informático OPESVAR-08, ha demostrado ventajas concretas con respecto al método actual, demostrado por: incrementos, a nivel de planificación, en 0,26 t/ha como promedio de las toneladas métricas de azúcar por hectárea en las empresas azucareras objeto de estudio, lo cual implica un aumento en el ingreso en divisas de 995 158,85 USD. El trabajo repercute en un mayor nivel de eficiencia a nivel de empresa azucarera. Se cumplen así los objetivos de la investigación.

Constituye una novedad científica la adaptación al objeto de investigación, de modelos matemáticos de programación entera binaria así como su solución e implantación a través de un sistema informático, sin antecedentes en la literatura científica.

La introducción del sistema informático OPESVAR-08 para determinar mejor la estructura óptima de variedades y cepas, influye a su vez en una gradual elevación de los niveles cultural y técnico de los trabajadores responsabilizados con esta tarea.

A partir de la solución de los modelos económico-matemáticos, las empresas azucareras objeto de estudio mejoraron el ordenamiento de variedades y cepas para el corte, cuestión altamente significativa para el cuidado y conservación de los suelos y las cepas, lo que influye significativamente en el alargamiento del ciclo de cinco cortes en siete años y en el costo promedio de una tonelada de caña.

RECOMENDACIÓN

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos se recomienda generalizar a las restantes empresas azucareras del territorio la aplicación de la metodología expuesta en el trabajo, según plan acordado con la Empresa Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar.

Referencias

- ALMAZÁN DEL OLMO, O. (2002). Viabilidad y alternativa económica. *Bohemia*, (23), 15-19.
- ARIAS, SHEILA. (2009). Precios actuales del azúcar de caña. En WWW.sugarmark.com. Extraído el 24 de agosto de 2009.