



Ciencia en su PC

ISSN: 1027-2887

cpc@megacen.ciges.inf.cu

Centro de Información y Gestión Tecnológica
de Santiago de Cuba
Cuba

Rodríguez Betancourt, Ramón; Naranjo López, José Antonio; Betancourt Loyola, Manuel
DETERMINACIÓN DE LA ESTRUCTURA ÓPTIMA DE VARIEDADES Y CEPAS EN LA EMPRESA
AZUCARERA "PAQUITO ROSALES", PROVINCIA SANTIAGO DE CUBA

Ciencia en su PC, núm. 4, 2008, pp. 21-29

Centro de Información y Gestión Tecnológica de Santiago de Cuba
Santiago de Cuba, Cuba

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181317818003>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

DETERMINACIÓN DE LA ESTRUCTURA ÓPTIMA DE VARIEDADES Y CEPAS EN LA EMPRESA AZUCARERA “PAQUITO ROSALES”, PROVINCIA SANTIAGO DE CUBA

Autores:

DrC. Ramón Rodríguez Betancourt ramonrb@eco.uo.edu.cu

Lic. José Antonio Naranjo López lorenzok@yahoo.com

MSc. Manuel Betancourt Loyola manuel@mbl.uo.edu.cu

Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, Universidad de Oriente

Centro de Estudio de Investigaciones Azucareras

Facultad de Matemática-Computación, Universidad de Oriente

RESUMEN

La optimización de la estructura de variedades y cepas en una Empresa Azucarera (EA), representa un punto crucial en el proceso de siembra para la obtención de mejores rendimientos agrícolas e industriales. Este proceso requiere tener en cuenta diversas alternativas y su determinación se hace compleja sin el uso de la modelación económico-matemática. El presente trabajo optimiza el proceso de siembra de la estructura de variedades y cepas para cada Centro de Recepción de la Empresa Azucarera “Paquito Rosales”, de la provincia Santiago de Cuba. El modelo utilizado es de Programación en Enteros y se complementa con un sistema informático (OPVAR), que permite su establecimiento en el objeto de estudio. La solución obtenida para esta empresa demuestra que, desde el punto de vista de la planificación, se puede incrementar la producción potencial de azúcar en un 24.9% y los rendimientos agrícolas potenciales en un 9 %.

Palabras clave: Programación en Enteros, sistema informático, variedades, cepas, optimización, rendimiento.

ABSTRACT

The optimization of the structure of varieties and stumps in a Sugar Company (EA) represents a crucial point in the plant process for the obtaining of better agricultural and industrial yields. This process requires to keep alternative diverse and its determination becomes complex without the use of the economic-mathematics models. The present work optimizes, the process of plant the varieties structure and stumps for each Reception Center in the Sugar Company "Paquito Rosales", belonging county Santiago de Cuba. The model used is Programming in Whole and is supplemented with a computer system (OPVAR) that allows the implementation in the study object. The solution obtained for this company demonstrates that from the point of view of the planning, is possible to increase the potential production of sugar in 24.9% and the yields agricultural potentials in 9%.

Key words: Programming in whole, computer system, varieties, stumps, optimization,

yield

INTRODUCCIÓN

Probablemente uno de los retos más complejos a los que se ha enfrentado la economía cubana en fecha reciente, por su magnitud e implicaciones económicas y sociales, es la reestructuración que tiene lugar en la producción azucarera, mediante la cual se ha reducido a más de la mitad el número de centrales azucareros activos.

Ante la variabilidad de los precios del azúcar en el mercado mundial, y teniendo en cuenta los niveles de eficiencia que debe mantener el sector, la máxima dirección del país ha planteado dos alternativas.

1. Elevar la productividad y efectividad de la producción, para asegurar así la competencia de los costos.
2. Diversificar integralmente, para distribuir riesgos y lograr una mayor independencia del mercado de azúcar físico.

Tales perspectivas han conducido a la instauración de un programa integral de reestructuración de la agroindustria azucarera, que debe ser ejecutado de inmediato. Este programa ha llevado implícito el cumplimiento de la primera alternativa, que comenzó con el proceso de planificación de la zafra.

Teniendo en cuenta lo anterior, esta investigación estuvo dirigida a “Determinar la estructura óptima de variedades y cepas de una empresa azucarera, mediante la modelación económico matemática y la computación, para lograr que se maximice el impacto de adaptación de esta estructura a los lineamientos establecidos y disminuya el costo de producción de caña, a nivel de EA.”

DESARROLLO

De acuerdo con los objetivos propuestos en esta investigación, se utilizó un modelo matemático de Programación en Enteros que solo cubre la situación perspectiva.

Formulación general del problema para el planteamiento matemático

En una empresa azucarera donde se requiere encontrar la estructura óptima de variedades y cepas, con vista a la determinación del programa de siembra de cada bloque, se conocen, a través del método de expertos, los pesos específicos de las características fundamentales de las variedades y cepas que se quieren evaluar, tales como: ton de azúcar/ha, resistencia a las enfermedades y a la sequía, necesidad de maduradores, época de siembra, factor fibra-meollo y otros. También son consabidas las respuestas de cada variedad y cepa en cada bloque, por el análisis hecho de las características anteriormente mencionadas, estas se miden en puntos; los límites máximos y mínimos, en % que cada variedad puede ocupar en cada centro de recepción, de acuerdo con orientaciones nacionales y territoriales; igualmente, se tienen en cuenta la cantidad de bloques en que puede ser sembrada una variedad, la respuesta en producción de azúcar, rendimientos agrícolas y el porcentaje de POL de cada variedad y cepa en cada bloque. Con estos elementos y con el uso de la Programación en Enteros, el problema está en determinar qué variedad y cepa debe ser sembrada en cada bloque para extender las toneladas de azúcar por hectárea.

Con estos elementos el planteamiento matemático será el siguiente:

Planteamiento matemático general

Para la anterior formulación del problema, corresponde el siguiente Planteamiento Matemático General en cada centro de recepción considerado:

Índices:

i: Variedades; $i = 1, 2, \dots, m$

j: Cepa; clasificación de la planta según el estadio de cortes que ha recibido;
 $j = 1, 2, \dots, n$

k: Bloques; se consideran todos los bloques existentes en los centros de recepción de la EA, que estén destinados para la siembra de caña; $k = 1, 2, \dots, f$

Conjuntos:

A_{ij} : Conjunto de bloques asociados a un centro de recepción donde se puede sembrar la variedad i con el tipo de cepa j.

T_k : Conjunto de variedades i y cepas j que pueden sembrarse en el bloque k.

Variable:

X_{ijk} : Variable binaria que toma valor uno si la variedad i en el tipo de cepa j se debe sembrar en el bloque k, y cero en caso contrario.

Parámetros:

N_{ij} – Cantidad de bloques donde se puede sembrar la variedad i con la 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 TM.

a_{ij} – Área máxima que puede sembrarse de la variedad i y cepa j .

b_{ij} – Área mínima que puede sembrarse de la variedad i y cepa j .

m_{ijk} – Producción de azúcar de la variedad i y cepa j en el bloque k .

d_k – Área del bloque k .

Restricciones:

La variedad i sembrada para el tipo de cepa j puede plantarse en más de un bloque.

$$\sum_{k \in A_{ij}} X_{ijk} \leq N_{ij} \quad ; \quad i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n$$

Cada bloque admite la siembra de una sola variedad y cepa:

$$\sum_{i, j \in T_k} X_{ijk} = 1 \quad k = 1, 2, \dots, f$$

Las variedades sembradas para la cepa j emplean un por ciento máximo y mínimo del área total sembrada:

$$\sum_{k \in A_{ij}} d_k X_{ijk} \leq a_{ij} \quad i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n$$

$$\sum_{k \in A_{ij}} d_k X_{ijk} \geq b_{ij} \quad i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n$$

Cumplimiento del Plan de Azúcar:

$$\sum_{i, j \in T_k} \sum_k m_{ijk} X_{ijk} \geq PA$$

Restricción de no negatividad y enteros:

$$0 \leq X_{ijk} \leq 1; \quad \text{y enteros } \forall i, j, k$$

Función Objetivo:

$$\text{Max } Z = \sum_{i, j \in T_k} \sum_k C_{ijk} X_{ijk}$$

Toda la base informática para la solución de los modelos, fue tomada de los documentos de

trabajo de la Empresa Azucarera objeto de estudio y validada por los directivos de la misma.

Resultados y aportes de la metodología propuesta

Este modelo, que constituye la novedad teórica de la investigación, se implantó a través de la construcción del Sistema Informático OPVAR, fue programado en Borland Delphi 6, en ambiente Windows 95 o superior, de fácil interfaz con el usuario y sustentado en el algoritmo de solución de ramificación y cotas (Branch and Bound), para modelos en enteros. Los resultados de las aplicaciones aparecen a continuación.

El diseño y programación del sistema informático estuvo precedido por el correspondiente análisis de factibilidad, que se hizo con el objetivo de garantizar que los resultados de la introducción sean los esperados. Los elementos expuestos anteriormente fueron valorados de positivos por el usuario, con lo cual se efectuó la validación de la factibilidad de diseño, programación y aplicación del sistema informático propuesto. La solución obtenida mediante este sistema informático en el centro de recepción “Mejorana” es la siguiente:

Análisis de los resultados

En la tabla 1 se ofrece la asignación óptima de cada variedad y cepa en primera, segunda y tercera opciones, para cada bloque del Centro de Recepción “Mejorana”

EA “Paquito Rosales”

Asignación óptima de variedades en las cepas de PQ y F a los bloques.

Centro de Recepción “Mejorana” Zafra 05-06

Tabla 1

Primera Opción				Segunda Opción				Tercera Opción			
Bloque	Área (ha)	Variedad	Cepa	Bloque	Área(ha)	variedad	Cepa	Bloque	Área(ha)	Variedad	Ce
57	30.53	B72-74	PQ	57	30.53	B72-74	PQ	57	30.53	B72-74	PQ
58	28.69	B72-74	F	58	28.69	B72-74	PQ	58	28.69	B72-74	PQ
59	43.80	C86-12	F	59	43.80	C14081	PQ	59	43.80	C14081	F
60	41.91	C86-12	F	60	41.91	C86-12	PQ	60	41.91	C29470	F
61	62.38	CP5243	F	61	62.38	C86-12	F	61	62.38	C29470	F
62	45.86	C29470	F	62	45.86	C86-12	PQ	62	45.86	C86-12	F
63	27.94	CP5243	F	63	27.94	C29470	F	63	27.94	C14081	PQ
64	31.18	C14081	PQ	64	31.18	C86-12	PQ	64	31.18	C86-12	F
65	60.04	C14081	PQ	65	60.04	CP5243	F	65	60.04	C86-12	PQ
66	43.27	C105-73	F	66	43.27	C86-12	PQ	66	43.27	C86-12	F
67	37.83	C105-73	F	67	37.83	C86-12	PQ	67	37.83	C86-12	F
68	53.57	C87-51	F	68	53.57	C86-12	PQ	68	53.57	C86-12	F
69	19.88	C87-51	PQ	69	19.88	C86-12	PQ	69	19.88	C86-12	F
70	29.11	M5514	F	70	29.11	C105-73	PQ	70	29.11	C105-73	F
71	29.40	M5514	F	71	29.40	C105-73	PQ	71	29.40	C105-73	F
72	20.63	C105-73	F	72	20.63	C86-12	PQ	72	20.63	C86-12	F
73	46.19	C87-51	F	73	46.19	C86-12	PQ	73	46.19	C86-12	F

PQ- Primavera Quedada; F- Frío

Como se puede apreciar, la variedad que más se debe sembrar en el centro de recepción “Mejorana” es la C8751, seguida de la C105173, cada una en tres bloques. En relación con la cepa, la más empleada es la Frío, utilizada en 13 bloques, en comparación con la Primavera Quedada, dispuesta en cuatro bloques solamente. Al responsable de tomar las decisiones se le brindan varias alternativas para su elección final, o sea, si por alguna razón, ya sea financiera o por falta de materiales, se ve incapacitado de utilizar la primera opción en algunos de los bloques, puede recurrir a la segunda o tercera opciones, que también contribuyen a maximizar la

adaptación de las variedades escogidas. De esta misma forma, se halló la estructura óptima para los restantes centros de recepción

A nivel de EA, la variedad que debe ocupar un mayor porcentaje para la siembra es la variedad B7274, seguida de la C8612. La menor área de cultivo la debe ocupar la variedad C29470, con un 2%.

Se aprecia a simple vista que la cepa de Frío abarca mayor extensión que la de Primavera, de esta primera cepa corresponde un área mayor a la B7274 y la C8612, mientras que en la Primavera, le toca una mayor área a la B7274 y a la C14081.

La comparación del rendimiento agrícola e industrial potencial, que se puede obtener con la nueva estructura, en relación con la que actualmente existe, se expone en la siguiente tabla:

EA “Paquito Rosales”

Comparación de Rendimientos Agrícolas

Centro de Recepción y EA

Tabla 2

Centro de Recepción	Rendimiento Agrícola en t/ha		% Incremento
	Actual	Óptimo	
Mejorana	83	85.37	2.86
San Benito	91.32	93.42	2.30
Jazmín	81.47	83.68	2.71
Basculador	109	111.18	2.86
Carolina	109	111.18	2.86
Santa Cruz	123	126.22	2.86
Total	99.47	101.84	2.74

Centro de Recepción	Rendimiento industrial %		% Incremento
	Actual	Óptimo	
Mejorana	10.69	11.40	6.64
San Benito	10.26	11.43	11.4
Jazmín	9.96	10.53	5.72
Basculador	11.83	12.62	6.64
Carolina	11.13	11.87	6.64
Santa Cruz	11.08	11.82	6.64
Total	10.83	11.62	7.28

Fuente: Elaboración propia del autor

Como se observa en la solución del problema, se obtiene un rendimiento medio agrícola e industrial superior a los rendimientos actuales, cuyos incrementos son de 2.74 y 7.28 %, respectivamente.

En la zafra 2008-2009 es donde se cumple la propuesta para todos los centros de recepción. De esta proyección se infiere que el centro que tiene la mayor cantidad de variedades propuestas sembradas antes de dicha zafra, es “Mejorana”, a diferencia de “Jazmín”, que para el mismo período debe cambiar siete variedades.

Análisis económico

Los incrementos en los rendimientos agrícolas e industriales tienen su efecto en la correspondiente disminución de los costos industriales por t, en un 3.9% a nivel de empresa azucarera, si se consideran los precios anteriores de la tonelada de caña y azúcar; un 1.05% de esta reducción le concierne a las divisas. En cuanto a los costos de producción unitarios de la caña en las UBPC, se estima que su disminución es directamente proporcional al incremento de los rendimientos agrícolas, es decir, de un 2.74%; de los cuales el 0.-0.74% corresponde a la moneda libremente convertible.

Para este cálculo se parte del costo total unitario de cultivo, que brinda el departamento de costos del MINAZ nacional para la Empresa Azucarera “Paquito Rosales”. Se tiene en cuenta que en una misma área, con las mismas atenciones culturales y gastos totales de cultivo, se obtiene un mayor rendimiento agrícola y una mayor producción de caña, por lo que el costo unitario

disminuye, así como su componente en divisas.

CONCLUSIONES

La modelación económico-matemática y la computación permiten un avance significativo en la planificación perspectiva, por su precisión y rapidez; de igual forma, proporcionan el hallazgo de la variante óptima de estructura de variedades y cepas a nivel de centro de recepción y empresa azucarera.

El cumplimiento total de la solución hallada en la EA “Paquito Rosales” de la provincia Santiago de Cuba, asegura un desarrollo del rendimiento agrícola e industrial de un 2.74 y 7.28%, respectivamente, esto incide en una disminución de un 3.9% de los costos planificados, lo cual se aprecia en la mejoría de la estructura de variedades y cepas.

RECOMENDACIONES

Extender el sistema planteado a otras empresas del territorio.

BIBLIOGRAFÍA

Eppen, G.D; Gould, F. J.: “Investigación de operaciones en la ciencia administrativa”. 1993. Prentice-Hall Hispanoamericana, S.A, México.
Fernández F., Marcelo. Cuba y la Economía Azucarera Mundial.2002. La Habana.
Hiller , F.S.; Lieberman, G.J. Introducción a la investigación de operaciones. 1993 Mcgraw Hill. México. 5ta. Edición.
Moskowitz, Herbert; Wright, Gordon: “Investigación de operaciones”. 2002 Prentice-Hall Hispanoamericana, México.
Rodríguez B., Ramón; Arrieta G., Miguel. Principales modelos económico matemáticos aplicados a la industria azucarera. 1989. EMPES. Ministerio de Educación Superior.
Rodríguez Betancourt, R. Estudio de casos en técnicas de optimización. 1996.Folleto utilizado en la Maestría de aplicaciones de la modelación económico-matemática. México.