

INTRODUCCIÓN DEL SISTEMA OPESCOR-10 PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ESTRATEGIA Y PROGRAMACIÓN DEL CORTE DE CAÑA

Rubén Guillermo Pellicer Durán¹, Ramón Rodríguez Betancourt²

^{1/} Profesor en fase de adiestramiento. Miembro del Centro de Estudio de Investigaciones Aplicadas a la Producción y los Servicios de la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Colaborador del Departamento de Métodos Matemáticos y Computación. E-mail: ruben.pellicer@eco.uo.edu.cu

^{2/} Dr. en Ciencias Económicas, Profesor Titular, Miembro del Centro de Estudio de Investigaciones Aplicadas a la Producción y los Servicios de la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales de la Universidad de Oriente, Cuba. Director de la revista universitaria “Anuario de la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales”. Colaborador del Departamento de Métodos Matemáticos y Computación. E-mail: ramonrb@eco.uo.edu.cu

RESUMEN

En los últimos años el redimensionamiento que ha tenido lugar en la industria azucarera y áreas cañeras, con vistas a lograr la competitividad del producto en el mercado mundial, se ha visto fortalecido por la subida de los precios del petróleo y el hecho de que algunos derivados de la caña de azúcar puedan utilizarse como portadores energéticos renovables. En atención a estas circunstancias se desarrolla la presente investigación tratando de abarcar el siguiente objetivo: Perfeccionar y optimizar el proceso de planeación de la cosecha en puntos fundamentales, como la determinación de la estrategia, programación del corte y su control, mediante la modelación económico-matemática asociada a un sistema informático, con vistas a minimizar el desfase y maximizar la producción de azúcar. La introducción del referido sistema informático para la optimización de la estrategia y programación del corte de la caña (OPESCOR-10), en las empresas azucareras seleccionadas de las provincias de Santiago de Cuba, Granma, Holguín y Guantánamo, indica que se pueden lograr mayores volúmenes de azúcar con la misma cantidad de caña por un mejor ordenamiento para el corte de variedades y cepas, lo que influye a su vez en la disminución de los costos de producción de azúcar de hasta un 9% en comparación con el desarrollo de esos procesos por el método tradicional.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años el redimensionamiento que ha tenido lugar en la industria azucarera y áreas cañeras, con vistas a lograr la competitividad del producto en el mercado mundial, se ha visto fortalecido por la subida de los precios del petróleo y el hecho de que algunos derivados de la caña de azúcar puedan utilizarse como portadores energéticos renovables.

En atención a estas circunstancias se desarrolla la presente investigación tratando de abarcar el siguiente objetivo:

Perfeccionar y optimizar el proceso de planeación de la cosecha en puntos fundamentales, como la determinación de la estrategia, programación del corte y su control, mediante la modelación económico-matemática asociada a un sistema informático, con vistas a minimizar el desfase y maximizar la producción de azúcar.

MATERIALES Y MÉTODOS

La confección del plan de azúcar comienza con la determinación de los volúmenes de materia prima con que se cuenta para realizar la zafra, es decir, el cálculo de los estimados cañeros. El objetivo de este proceso es determinar qué se tiene realmente en cada campo en cuanto a variedades, cepas, edades, rendimientos, etc., así como, cuales campos son molibles o no.

Estos estimados parten del campo y toman en cuenta todos los elementos que influyen en el rendimiento como la variedad, cepa, edad, mecanización, riego, etc. Por otra parte esta información sirve de base para la determinación de la estrategia de corte, que es un proceso previo a la programación y que tiene como objetivo dar una visión preliminar del ordenamiento del corte, teniendo en cuenta los elementos necesarios con que se cuenta hasta ese momento, con el mínimo de desfase posible y lograr el máximo de producción de azúcar (Normativas del MINAZ, 2006).

El problema general de la estrategia del corte, consiste en encontrar para cada entidad cañera un ordenamiento previo decenal de variedad-cepas y edades para el corte manual y el mecanizado, que haga máxima la producción de azúcar y minimice el desfase. (Documentos Villa Clara, 2003). La estrategia de corte es un elemento de gran valor, que permite:

- Ordenar el corte de la caña atendiendo a su período óptimo de madurez.
- Compensar las cepas de ciclo largo y variedades florecedoras por centros de recepción.
- Buscar solución a los desfases en edades, variedades y cepas.
- Ordenar el corte de las demoliciones en función de la época de siembra y reposición.
- Priorizar el corte de las áreas resecentes donde las cepas sufran por el “fogueo”¹.
- Conocer y optimizar las distancias de tiro de cada etapa.
- Definir las áreas a recibir aplicaciones de maduradores.

Las principales desventajas que ofrece el sistema actual son las siguientes:

- El proceso es manual y complicado, pues debe compatibilizarse por semanas, los estimados por campos con la norma de la semana y además tener en cuenta los lineamientos establecidos;
- Lo trabajoso del proceso no permite seleccionar variantes, sino que se trabaja con una sola.
- Al cometerse un error en cualquier semana hay que rehacer el trabajo y compatibilizar de nuevo, cuestión esta que en la práctica presenta bastante dificultad.

¹ Acción intensa del sol y falta de humedad en la caña, que deterioran los parámetros fundamentales de la planta.

- No se toman en cuenta los indicadores de pol, índice de madurez históricos, que permita minimizar el reordenamiento cuando se establezca la programación.
- Los resultados de la estrategia no se toman como base para la elaboración del plan de azúcar, sino que éste se establece por promedios de rendimientos de años anteriores, que no corresponden a estructuras de variedades y cepas actuales.
- El modelo Z2-A que es necesario establecer por UBPC y empresa azucarera se compatibiliza con la estrategia de forma general pero no a partir de la estrategia semanal, trayendo esto descuadre en el total molible por variedades y cepas.

En el momento en que se elabora la estrategia no se tienen en cuenta todos los elementos que determinan la madurez de la caña; el comportamiento posterior de la humedad por zonas y la temperatura no se conocen con anticipación, por tanto hace falta un proceso posterior de ajuste. Este proceso es La Programación de Corte, que al mismo tiempo sirve de control del proceso.

Con respecto al cumplimiento y control de la programación se presentan múltiples dificultades en la cadena corte-alza-tiro. Entre ellas tenemos las siguientes:

- quema no programada;
- lluvia
- falta y rotura de equipos de tiro;
- paralización del trabajo por diferentes causas.

El cumplimiento de la programación del corte es uno de los aspectos más importantes para el logro de los volúmenes de azúcar establecidos.

La existencia de alternativa en la estrategia y programación del corte permite la aplicación de la modelación económico-matemática y en específico la Programación Meta con

prioridades, cuyo algoritmo de solución incluido en la conformación de sistemas informático, permite dar respuesta rápida al problema planteado.

La programación Meta con prioridades parte de un problema de Programación Lineal, y su planteamiento general es el siguiente (Moskowitz, 2002) :

$$\min Z = \sum_{k=1}^k P_k \left[\sum_{i=1}^m (w_{ik}^- d_i^- + w_{ik}^+ d_i^+) \right]$$

Sujeto a:

$$\sum_j^n a_{ij} x_j - d_i^+ + d_i^- = b_i \quad i = 1 : m$$

$$\sum_j^n a_{ij} x_j \{ \leq, =, \geq \} b_i \quad i = m+1 : p$$

$$x_j, d_i^-, d_i^+ \geq 0; \forall i, j$$

Donde las variables X_j representan la cantidad de caña en t asociada a un campo, a cortar en la decena j y los d_i^+ y d_i^- indican los sobregros y sublogros correspondientes a cada meta que se establece. En nuestro caso las metas establecidas son: minimizar el desfase y maximizar la producción de azúcar. Las restricciones cumplimentan los lineamientos establecidos por el MINAZ.

Teniendo en cuenta las distintas prioridades, el resultado obtenido, mediante un sistema informático, logrará la mejor variante que permita el mayor nivel de satisfacción de las metas

establecidas, lo cual contribuirá a una disminución sustancial en los costos de producción, incremento de la rentabilidad de las empresas y a minimizar las decisiones improvisadas.

Sistema Informático OPESCOR-10

El sistema informático OPESCOR-10 corre sobre Windows 98, o superior, utiliza en su programación el Borland Delphi 6, que posee un ambiente de desarrollo rápido de aplicaciones (*R.A.D. Rapid Applications Development*) y que por su aspecto visual permite crear una interfaz con el usuario lo más amigable posible, de manera tal que pueda ser operado con conocimientos mínimos sobre computación y el manejo de la tarea a desarrollar, lo que es indispensable para la introducción en la práctica social.

El sistema se instala de forma muy fácil y segura y puede ser operado, aunque no se tenga ningún conocimiento especializado en computación, ya que el sistema importa la información primaria del SICE² realiza la estrategia de corte, la verifica y emite su informe de resultados en el mismo formato que utiliza el programador para elevar la información a niveles superiores, lo que representa una gran ventaja. La base teórica del sistema se basa en la metodología de análisis y diseño orientada a objetos.

El sistema informático OPESCOR-10 no está diseñado para sustituir a ninguno de los sistemas vigentes establecidos (Yoaurdon, 1994) para la cosecha (SICE y ZF38), sino para coexistir con ellos. El sistema importa datos de estos sistemas, los utiliza para la optimización y luego los exporta hacia ellos para que se cumplan otras funciones de la zafra. El sistema puede realizar las siguientes tareas:

² SICE: Sistema informático para el control del estimado. A partir de la introducción de los datos primarios del estimado, que se consolidan en 8 modelos, los cuales se integran por entidad, empresa, provincia y nación.

- Importa y Exporta información primaria y resultados a los sistemas de zafra SICE y Zf38.
- Determina la estrategia y programación del corte, maximizando la producción de azúcar o de miel y minimizando el desfase.
- Realiza la liquidación.
- Prepara la información para la próxima zafra, en este sentido cambia la cepa y la edad en cada campo automáticamente.
- Emite los informes de resultados con el mismo formato que utiliza el MINAZ para su información.
- Ofrece reportes auxiliares complementarios sobre, variedades cepas, mecanización etc.
- Puede realizar la programación por los dos métodos existentes, índice de madurez y el coeficiente sobre hojas activas.
- Puede integrar y desintegrar entidades con sus respectivas bases de datos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se ofrecen los datos finales para la Empresa Azucarera “Julio A. Mella” de la provincia Santiago en la zafra 06 -07:

INDICADORES	PLANIFICACION	DATOS FINALES	DATOS	
	DE LA EMPRESA	SIST.OPESCORT-10	REALES	%
ESTIMADOS (Ton)	480 509.1	480 509.1	451 768.3	94.0
AZUCAR PRODUCIDA (Ton)	49 011.9	61 085.7	51 095.0	104.3
RENDIMIENTO IND. (%)	10.20	12.71	11.31	110.9
RECOBRADO (%)	83.7	83.7	82.07	98.0
DEFASE, MODELO Z2-A(%)	22	9	14	63,6
% MAT. EXTRAÑA:				
Manual	2.5	2.5	2.69	107.6
Mecanizada	12.0	12.0	12.2	101.7
PLAN DE FRESCURA (hs. agrícolas) <= 36	<= 36	<= 36 (5% caña manual)	49 (16% del total)	
PLAN DE CORTE ÓPTIMO (%)	100.0	100.0	96.5	96.5

Los datos se explican por sí solos se destaca el sobrecumplimiento del plan de azúcar y el cumplimiento de plan de corte optimo al 96.5%, lo que implicó el sobrecumplimiento del plan que se fijó muy por debajo de sus potencialidades. En cuanto al desfase los resultados mejoraron ostensiblemente, tanto en el plan como en el real. Como dato adicional los costos de producción de esa zafra bajaron un 8%.

Se cuenta con los avales del MINAZ, GEA y Empresa Azucarera que confirman la aplicación del sistema en Empresas Azucareras de Santiago de Cuba, Granma, Guantánamo y Holguín.

CONCLUSIONES

La puesta a punto e introducción del Sistema OPESCOR-10 en las empresas azucareras seleccionadas de las provincias orientales y en particular en la Empresa Azucarera “Julio A. Mella”, permitió arribar a las siguientes conclusiones:

- Los objetivos propuestos fueron cumplidos, respondiendo a un problema concreto que presenta la industria azucarera y que están avalados por programas nacionales y territoriales de ciencia y técnica.
- La aplicación del sistema en la Empresa Azucarera “Julio A. Mella”, demuestra que puede aumentarse las cifras del plan de azúcar.
- El cumplimiento del plan óptimo de corte conllevó a que los costos de producción de azúcar disminuyeran en esa zafra en un 8%:

RECOMENDACIÓN

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos se recomienda lo siguiente:

Garantizar mediante un programa establecido las necesidades mínimas de computación, transporte y calificación del personal para generalizar el sistema propuesto a otras empresas azucareras de las provincias Holguín, y Las Tunas.

BIBLIOGRAFÍA

Almazán del Olmo, Oscar. “Viabilidad y alternativa económica”. Revista Bohemia. (23) 15-19, 2002.

Documentos Normativos del MINAZ, año 2006.

Documentos sobre la Estrategia y Programación del corte. Delegación provincial del MINAZ de la provincia villa Clara. Año 2003

Metodología para la confección del plan técnico económico de zafra del MINAZ. La Habana. 2005.

Moskowitz, Herbert; Wright, Gordon: “Investigación de operaciones”, Prentice-Hall Hispanoamericana, México, 2002.

Kaufmann, A. “Métodos y Modelos de la Investigación de Operaciones”. Tomo III. CIA Editorial Continental, S.A. México 1978.

Hernández Quevedo, Rafaela. La agroindustria de la caña de azúcar en Cuba. Santiago de Cuba. Julio 2006.

Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución aprobado en el sexto congreso del PCC.

Diagnóstico y Metodología para el análisis de los factores que inciden en la eficiencia económica productiva y la planificación corriente de producción azucarera. Proyecto Nacional de Ciencia y Técnica aprobado por el CITMA. La Habana. 1996.