

ISSN 0120-5846



Serie Técnica
No. 13

CENTRO DE INVESTIGACIÓN
DE LA CAÑA DE AZÚCAR DE COLOMBIA

Tonelaje o rendimiento

James Cock
Carlos Adolfo Luna
Alberto Palma

Cali, Colombia

1993

CITA BIBLIOGRÁFICA

COCK, J.H.; LUNA, C.A.; PALMA, A.E
Tonelaje o rendimiento. Cali.
CENTRO DE INVESTIGACIÓN
DE LA CAÑA DE AZÚCAR
DE COLOMBIA, 1992.
12 páginas

Edición

Ana Milena López de Vélez, I.A. Fitotecnista
Servicio de Cooperación Técnica y Transferencia.

Diseño e Impresión

Feriva, Cali.
Colombia

El principal negocio del sector azucarero es producir y vender azúcar. En el campo, la producción de azúcar depende del TCH (toneladas de caña por hectárea ó tonelaje) y del RDTO (rendimiento ó azúcar recuperable por unidad de peso de caña).

Para evaluar el desempeño de una tecnología o de una variedad, el sistema más utilizado y sencillo es determinar el TAH (toneladas de azúcar por hectárea), el cual se obtiene al multiplicar TCH x RDTO.

Sin embargo, valores de TAH iguales pueden representar costos diferentes según la participación de los factores TCH y RDTO en el resultado final.

El análisis basado en TAH no reconoce las diferencias en costos, dificultando así la selección de la tecnología más rentable.

En este artículo se presenta un sistema sencillo de evaluación para determinar el efecto que producen diferentes valores combinados de TCH y RDTO sobre el ingreso neto que resulta de la producción de una tonelada de azúcar (IN_{ta}).

En CENICAFÍA se ha desarrollado el Programa de computador 'Tonelaje o Rendimiento' en Lotus 1-2-3 versión 2.2, el cual se presenta al final del artículo y que está disponible para los usuarios que deseen hacer esta evaluación utilizando sus propios datos de producción y costos comerciales.

MODELO MATEMÁTICO

En términos generales, es bien conocida la siguiente ecuación:

Ingreso neto = Valor de la producción - Costos de producción.

El ingreso neto que resulta de la producción de una tonelada de azúcar IN_{ta} , puede ser estimado según la siguiente ecuación:

$$IN_{ta} = (PV_{ta}) - (CPREA_{ta}) - (CMOL_{ta}) - (CAT_{ta}) - (CCAMPO_{ta}) \quad (1)$$



4

donde:

- PV_{ta} = Precio de venta por tonelada de azúcar
 $CPREA_{ta}$ = Costos de procesos de fábrica después de la molienda por tonelada de azúcar
 $CMOL_{ta}$ = Costo de molienda por tonelada de azúcar.
 CAT_{ta} = Costo de corte, alce y transporte por tonelada de azúcar
 $CCAMPO_{ta}$ = Costo de producción en el campo por tonelada de azúcar

Generalmente los costos de algunos de estos parámetros se determinan por tonelada de caña.

Sin embargo, éstos pueden transformarse a toneladas de azúcar teniendo en cuenta la relación:

$$TAH = (TCH) \times (RDTO) \quad (2)$$

y quedarían de la siguiente forma:

$$CMOL_{ta} = \frac{CMOL_{tc}}{RDTO} \quad (3)$$

$$CAT_{ta} = \frac{CAT_{tc}}{RDTO} \quad (4)$$

$$CCAMPO_{ta} = \frac{CCAMPO_{tc}}{RDTO} \quad (5)$$

Sustituyendo (3), (4) y (5) en la ecuación (1) tendríamos la ecuación inicial transformada:

$$IN_{ta} = PV_{ta} - CIN_{ta} - CPREA_{ta} - \left(\frac{CMOL_{tc} + CAT_{tc} + CCAMPO_{tc}}{RDTO} \right) \quad (6)$$

Los costos de producción de campo se dan con base en el área o sea por hectárea ($CCAMPO_{ha}$) y no con base a las toneladas de caña ($CCAMPO_{tc}$). Sin embargo, es posible relacionar estos dos parámetros de la siguiente forma:

$$CCAMPO_{ta} = \frac{CCAMPO_{ha}}{TCH} \quad (7)$$

Adicionalmente, no es norma que los costos de producción de campo incluyan algún estimativo del costo de la tierra. No obstante, este factor se vuelve importante cuando el análisis revela necesario aumentar el área sembrada, lo cual implica un costo extra.

¿Cuándo sería necesario aumentar el área?

Al combinar TCH y RDTO, mayores rendimientos aparentemente podrían aumentar el ingreso neto por tonelada de azúcar producida. Sin embargo, no siempre es así y esto depende del valor de TCH. Como se ha presentado en la práctica generalmente TCH bajos conllevan a rendimientos altos.

Si al mismo tiempo que aumentara el RDTO bajara sustancialmente el TCH, como ha sucedido actualmente con algunas de las variedades comerciales, la producción total de azúcar podría también bajar, aumentando así el costo de la parte fabril por tonelada de azúcar producida debido a una subutilización de la capacidad instalada de los ingenios. Para no caer en esta trampa y poder cumplir con las cuotas, una alternativa sería aumentar el área sembrada.

Para incluir este concepto se modifica la ecuación (7) así:

$$CCAMPO_{tc} = \frac{(CCAMPO_{ha}) + (CTIERR_{ha})}{TCH} \quad (8)$$

Sustituyendo (8) en la ecuación (6), tendríamos:

$$IN_{ta} = (PV_{ta}) - (CPRFA_{ta}) - \left(\frac{CMOL_{tc} + CAT_{tc} + \left(\frac{CCAMPO_{ha} + CTIERR_{ha}}{TCH} \right)}{RDTO} \right) \quad (9)$$

El ingreso neto calculado en esta forma puede estar sobreestimado, debido a que los costos de capital de los ingenios no están incluidos en los cálculos.

CIFRAS RELATIVAS O DELTAS

Un artificio aplicable en este modelo.

El ingreso anteriormente presentado es un ingreso neto aparente y es válido para hacer comparaciones entre tratamientos. Para no utilizar cifras absolutas de difícil interpretación, se pueden usar cifras relativas basadas en las diferencias en ingreso neto, DIN_{ta} , así:

$$IN_{ta} = (CIN_{ta}) + (DIN_{ta}) \quad (10)$$

- IN_{ta} = Ingreso neto por tonelada de azúcar.
 CIN_{ta} = Ingreso neto calculado con base en promedios por tonelada de azúcar
 DIN_{ta} = Delta de ingreso neto por tonelada de azúcar

Para ello hay que calcular primero un nivel estándar, y eso es lo que hace el modelo, utilizando cifras y promedios de la industria con las que se obtiene el ingreso neto calculado (CIN_{ta}) que sirva de curva estándar.

Para obtener el $TCH = f(RDTO, \text{costos}, \text{ingreso})$ se despeja de la ecuación (9), la cual quedaría así:

$$TCH = \frac{CCAMPO_{ha} + CTIERR_{ha}}{(RDTO \cdot (PV_{ta} - CPRFA_{ta} - CIN_{ta} - DIN_{ta}) - CMOL_{tc} - CAT_{tc})} \quad (11)$$

Con esta ecuación, dado que se conocen los parámetros del lado derecho, se calculan valores de TCH con valores variables de RDTO.

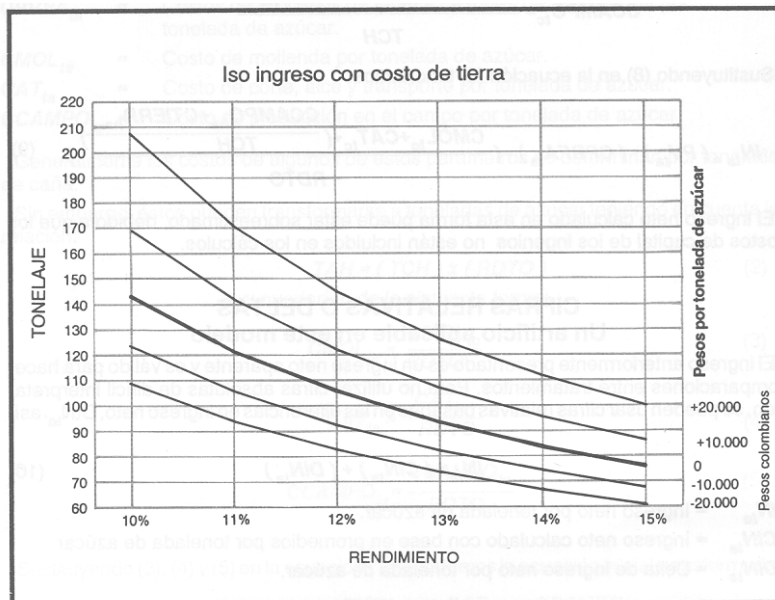
Es también posible despejar la ecuación (11) en otra forma, y se llega a:

$$DIN_{ta} = PV_{ta} - CIN_{ta} - CPRFA_{ta} - \left(\frac{CMOL_{tc} + CAT_{tc} + \left(\frac{CCAMPO_{ha} + CTIERR_{ha}}{TCH} \right)}{RDTO} \right) \quad (12)$$

Esta ecuación permite evaluar el impacto que tienen los cambios en parámetros tales como rendimiento, tonelaje y costos de producción en el campo sobre el ingreso neto por toneladas de azúcar producida.

La gráfica generada por el modelo es fundamentalmente una cuadrícula que incluye

6 una curva estándar de iso-ingreso neto, y una serie de curvas para los delta-ingresos positivos ó negativos en intervalos de \$10.000 (Figura 1)



Sobre esta gráfica básica se podrán colocar los datos correspondientes a TCH y RDTO resultantes de una gestión administrativa de campo o de experimentos para compararlos con respecto a los promedios que genera la curva estándar y que equivale al delta = cero. Así se puede observar el efecto combinado de TCH y RDTO reflejado en valores de delta ingreso neto por tonelada de azúcar producida.

EJEMPLO 1:

Aplicación del modelo

Se hizo el ejercicio con base en costos del Ingenio Riopaila, excepto el costo de oportunidad de la tierra que fue estimado por CENICAÑA.

Los valores estándar para RDTO y TCH fueron datos promedios de toda la industria para el año 1991. Los parámetros utilizados fueron:

ESTRUCTURA DE COSTOS DEL INGENIO RIOPAILA 1991	VALORES PROMEDIO DE LA INDUSTRIA 1991
$CCAMPO_{ha}$ = 520.000.00	
$CTIERR_{ha}$ = 400.000.00	
PV_{ta} = 214.380.00	$TCH = 117.8$
$CMOL_{tc}$ = 1.230.00	$RDTO = 11.2$
CAT_{tc} = 4.003.00	
$CPRFA_{ta}$ = 10.920.00	

TONELAJE O RENDIMIENTO

Aplicando estos costos al modelo, así como los valores de TCH y RDTO, se obtiene la

cuadrícula con la curva de iso-ingreso neto o CIN_{ta} y las curvas que señalan ingresos diferenciales o DIN_{ta} .

El programa está diseñando para generar curvas de delta ingresos de - \$20.000, - \$10.000, \$0, + \$10.000 y +\$20.000 por tonelada de azúcar. El gráfico o cuadrícula muestra en el eje horizontal el RDTO en un rango de 10 a 15 puntos y en el eje vertical el TCH entre 60 y 220 toneladas. Estos rangos pueden modificarse para permitir análisis más localizados.

Para mantener el ingreso neto al nivel establecido en el ejemplo, se puede ver que una variedad con 93 TCH y 13% RDTO sería equivalente al promedio actual de la industria que es aproximadamente 121 TCH y 11% RDTO. Los puntos estarán sobre la misma curva de iso-ingreso.

Sin embargo, en términos de TAH se bajaría de 13.3 a 12.1 así:

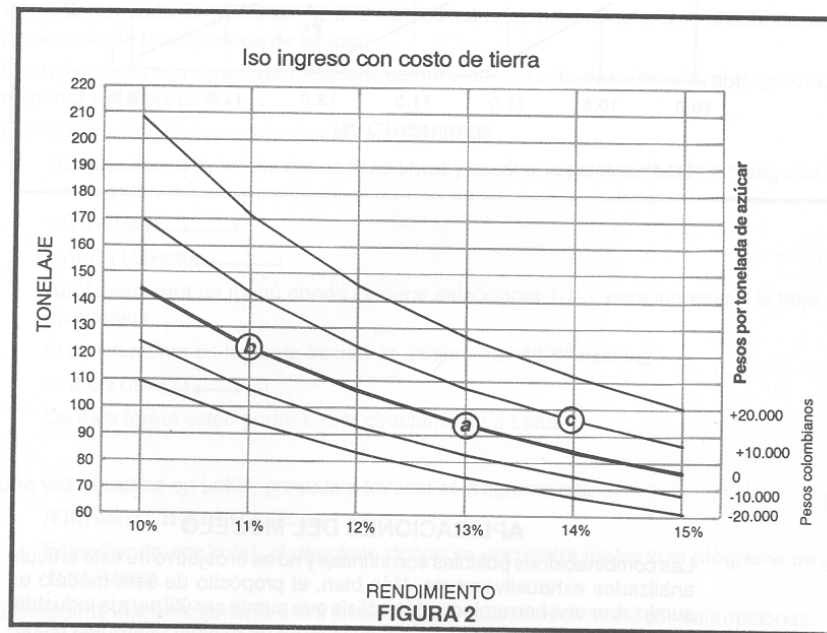
$$121 \text{ TCH} \times 11\% \text{ RDTO} = 12.1 \text{ TAH} \quad \textcircled{a}$$

$$93 \text{ TCH} \times 13\% \text{ RDTO} = 13.3 \text{ TAH} \quad \textcircled{b}$$

De otro lado, si tenemos 95 TCH con 14% de RDTO, aumentaría el ingreso neto en \$10.000 por tonelada de azúcar producida, como se observa en el cambio de curva al fijar el punto de intersección. En este caso el valor de TAH obtenido sería de 13.3 toneladas.

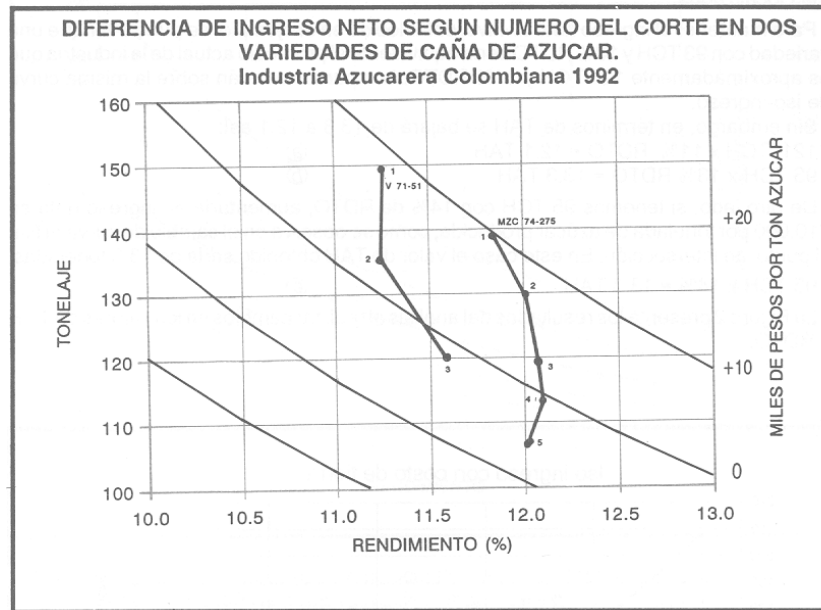
$$95 \text{ TCH} \times 14\% = 13.3 \text{ TAH} \quad \textcircled{c}$$

La **Figura 2** presenta los resultados de un análisis al realizar cambios en los valores de TCH y RDTO.



EJEMPLO 2:
Efecto del número de cortes

Con la estructura de costos del Ingenio Ripoaila para el año 1992 se analiza el efecto de diferentes números de cortes (1° al 6°) sobre el delta del ingreso neto en las variedades V 71-51 y MZC 74-275 (Figura 3).



APLICACIONES DEL MODELO

Las combinaciones posibles son infinitas y no es el objetivo de este artículo analizarlas exhaustivamente. Más bien, el propósito de este modelo es suministrar una herramienta de análisis que pueda ser útil para la industria, investigadores y administradores en la tarea de evaluar diferentes tecnologías que afecten al (RDTO) y al tonelaje (TCH), de manera tal que al conocer los efectos de los cambios ocurridos se puedan hacer ajustes que permitan maximizar los ingresos netos y por ende las ganancias.

PROGRAMA: TCH-RENDIMIENTO*

Este es un programa desarrollado en Lotus 1-2-3 versión 2.2*, el cual sirve para comparar TCH y rendimiento en términos de sus efectos sobre el ingreso neto, que resulta de la producción de una tonelada de azúcar.

Para ejecutar este programa es necesario cargar Lotus; en caso de no tenerlo, el programa no podrá ser ejecutado.

El procedimiento para ejecutar Lotus es el siguiente:

- Ubíquese en el directorio donde tiene Lotus y escriba la palabra «**LOTUS**», en seguida de un enter.

```
C:\>cd\lotus ←
```

```
C:\LOTUS>lotus ←
```

Aquí aparecerá un menú donde se debe seleccionar **1-2-3**, para ingresar a la hoja electrónica.

O simplemente en lugar de escribir la palabra «**LOTUS**» escriba:

```
C:\LOTUS>123 ←
```

De esta forma usted podrá directamente a Lotus

Una vez ubicados en Lotus, proceda a invocar el programa así:

```
/FR{ruta}TCH-RDTO ←
```

Entendido por {ruta}, el directorio donde se encuentra grabado el programa de **TCH-RDTO**.

El programa automáticamente entra en ejecución, mostrando un menú con seis opciones. Este es un menú tipo Lotus, dentro del cual se puede desplazar por las diferentes opciones

* Programador: William Berrío, Analista de Sistemas. SAEE, Cenicaña

con las flechas hasta ubicarse en la deseada; una vez ubicado, presione <Enter> para poder acceder dicha opción. O simplemente digite la letra inicial de la opción.

Desde cualquier submenú puede regresar al menú anterior con la tecla <Esc>.

Las dos primeras opciones (**Modelos y Estándares**) sirven para modificar los valores de la tabla. El procedimiento es el mismo para el estándar como para cada uno de los tres modelos.

La diferencia está en que los valores serán registrados debajo de la columna del modelo de acuerdo con la selección hecha y para los valores estándares no se pide el **Delta** (Δ) Costo de producción.

Cuando se solicita modificar cualquiera de estas columnas aparece un submenú con las siguientes opciones:

NUEVOS:

Con esta opción se puede cambiar todos los valores de la columna seleccionada. Cada uno de los valores es solicitado en la parte superior izquierda de la pantalla, en donde se debe digitar el dato pedido seguido de un <Enter>. En caso de dejar en blanco el valor, se generará un error que será reportado en la parte superior derecha con una aviso de «ERROR» y en la inferior izquierda con un mensaje de «Invalid number input» del cual se saldrá presionando <Esc> o <Enter>.

Los valores solicitados son:

Precio /t azúcar	<i>PV t/a</i>
Costo molienda/t caña	<i>CMOL t/c</i>
Costos de corte, alce y transporte/t caña	<i>CAT t/c</i>
Costo proceso/t azúcar	<i>CPRFA t/a</i>
Costo producción/ha	<i>CCAMPO ha</i>
Costo oportunidad tierra/ha	<i>CTIERR ha</i>

TCH

Rendimiento

Delta costos producción/ha (para los modelos)

En caso de que desee cambiar sólo un valor tendrá que digitar todos los valores nuevamente, lo cual es un inconveniente, así como también deberá digitar todos los valores, pues sólo podrá salir al completar todos los datos; por lo tanto, puede ser más rápido ir a Lotus y hacer hacer los cambios manualmente.

Si desea guardar estos valores deberá ir a la opción de **Archivar/Datos**.

ORIGINALES:

Con esta opción se recuperan los valores reportados por Cenicaña como estándares.

SALIR:

Con esta opción regresa al menú inmediatamente anterior.

GRÁFICA:

Permite ver la gráfica de iso-ingreso neto con los valores de la columna **ESTÁNDAR**, para delta ingresos de **\$20.000 \$10.000, \$0, \$10.000, \$20.000.**

Para regresar al menú principal basta presionar cualquier tecla.

ARCHIVAR: contiene las siguientes opciones:

Datos:

Actualiza la hoja electrónica con los valores que se encuentren registrados en ese momento en la tabla. Si no se actualizan los datos, al recuperar el programa estará con los valores antiguos.

Gráfica:

Graba la gráfica de iso-ingreso neto con el nombre **TCH-RDTPIC**, la cual podrá ser impresa con la opción de **Print-Graph** de Lotus o ser incorporada dentro de un documento en WordPerfect.

Salir:

Regresa al menú principal.

LOTUS:

Esta opción fue desarrollada para facilitar la entrada de datos en cualquiera de las columnas de datos y especialmente para quienes tienen cierto manejo del Lotus.

Al seleccionar esta opción aparecerá un mensaje el cual indica que para regresar al menú se debe presionar **<Alt> <M>**; luego de leído el mensaje se procede a presionar cualquier tecla para quedar en ambiente de Lotus. Una vez ubicados ahí, podemos desplazarnos por el cuadro y cambiar los valores que necesitamos.

Es de anotar que sólo se podrá modificar las áreas con color verde, es decir, los valores que están debajo de las columnas de estándar y modelos.

SALIR:

Esta opción le da la oportunidad de abandonar el programa, pero antes aparece un submenú para confirmar la salida así:

No: Regresa al menú principal.

Si: Abandona el programa y Lotus, saliendo al DOS.

El Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia - CENICAÑA es una corporación privada y sin ánimo de lucro, fundada en 1977 por iniciativa de ASOCAÑA en representación de la agroindustria azucarera localizada en el valle geográfico del río Cauca.

Su misión es contribuir por medio de la investigación, evaluación y divulgación de tecnología y el suministro de servicios especializados al desarrollo de un sector eficiente y competitivo, de manera que éste juegue un papel importante en el mejoramiento socioeconómico y en la conservación de un ambiente productivo, agradable y sano en las zonas azucareras.

CENICAÑA tiene programas de investigación en Variedades, Agronomía y Procesos de Fábrica. Servicios de apoyo en Análisis Económico y Estadístico, Cooperación Técnica y Transferencia de Tecnología.

El Centro Experimental está ubicado a 3° 13' latitud N de la línea ecuatorial, a una altura aproximada de 1024 m.s.n.m. La temperatura media anual en este sitio es de 23.5°C, precipitación media anual de 1160 mm y humedad relativa de 77%.

Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia. 1993.