

Estudio de posibles materias primas para la producción de glucosa en Cuba

Daymara Quintana-Cruz, Elianne Bell-Anaya, Odalys Capote-Peña, Sara Mendoza-Ferrer*

Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA)
Vía Blanca, No. 804 y Carretera Central. San Miguel del Padrón, La Habana

*sara.mendoza@icidca.azcuba.cu

RESUMEN

Introducción. En la producción de glucosa en Cuba se emplea, como materia prima principal, azúcar refino, el cual se invierte ácidamente, al adicionarle ácido fosfórico. El uso de azúcar crudo o licor decolorado en este proceso traería consigo beneficios económicos, debido a que estos pueden adquirirse a precios más bajos.

Objetivo. Evaluar como posibles materias primas el azúcar crudo y el licor decolorado y comparar su comportamiento con el azúcar refino utilizado actualmente.

Materiales y Métodos. Se realizó un estudio comparativo del proceso de inversión de la sacarosa, al emplear azúcar crudo y licor decolorado como materias primas. Para ello se siguió el procedimiento empleado en la UEB Chiquitico Fabregat y se tomaron muestras cada media hora, después de añadir el ácido fosfórico. El grado de inversión se midió por el método polarimétrico y se efectuó, además, un estudio cinético de la inversión, con la utilización del módulo estadístico y facilidades gráficas de Microsoft Excel.

Resultados y Discusión. Los resultados mostraron que, a las cuatro horas previamente fijadas, aún no se había logrado invertir la sacarosa en el azúcar crudo ni en el licor decolorado, a diferencia del azúcar refino; sin embargo, al utilizar crudo como materia prima los resultados son más cercanos a los 0 °Z.

Conclusiones. A pesar de que en ambos casos los resultados obtenidos se encuentran por encima de los 0 °Z, los valores muestran una tendencia a seguir disminuyendo en el tiempo.

Palabras clave: producción de glucosa, materias primas, inversión, azúcar crudo, licor decolorado.

ABSTRACT

Introduction. In the production of glucose in Cuba, refined sugar is used as the main raw material, which is acidically inverted by adding phosphoric acid. The use of raw sugar or decoloured liquor in this process would bring economic benefits because these can be purchased at lower prices.

Objective. To evaluate raw sugar and decoloured liquor as possible raw materials, comparing their behaviour with the refined sugar currently used.

Materials and Methods. A comparative study of the sucrose inversion process was carried out using raw sugar and decoloured liquor as raw materials. For this purpose, the procedure used in the UEB "Chiquitico Fabregat" was followed and samples were taken every half hour after the addition of phosphoric acid. The degree of inversion was measured by the polarimetric method, and a kinetic study of the inversion was also carried out using the statistical module and graphical facilities of Microsoft Excel.

Results and Discussion. The results showed that at the end of the four hours, previously set, the sucrose in the raw sugar and the decoloured liquor had not yet inverted, unlike when using refined sugar, however, when using raw sugar as raw material the results are closer to 0 °Z.

Conclusions. Despite the fact that in both cases the results obtained are above 0 °Z the values show a tendency to continue to decrease over time.

Keywords. Glucose production, raw materials, inversion, raw sugar, decoloured liquor.

INTRODUCCIÓN

La sacarosa se hidroliza con facilidad en disoluciones ácidas, a velocidades que aumentan con la temperatura y con la disminución del pH y libera los monosacáridos glucosa y fructosa. Esta reacción hidrolítica se denomina inversión, ya que produce un cambio en la actividad óptica dextrógira propia de la sacarosa a una actividad neta levógira. La mezcla equimolar de glucosa y fructosa que se forma es conocida, generalmente, como azúcar invertido (1).

El azúcar crudo constituye el producto sólido derivado de la caña de azúcar, formado esencialmente por cristales sueltos de sacarosa, que se encuentran cubiertos por una película de su miel madre. Se obtiene mediante proceso industrial, conformado por las operaciones unitarias de extracción, clarificación, evaporación, cristalización y centrifugación. Por otra parte, el azúcar refino se obtiene al someter el azúcar crudo (mascabado) o estándar a un proceso de refinación.

El proceso tecnológico industrial de obtención de glucosa en Cuba, principalmente en la UEB Chiquitico Fabregat, tiene entre sus etapas principales la disolución e inversión de sacarosa y parte de azúcar refino como materia prima principal (2). El uso de azúcar crudo o de licor decolorado en este proceso traería beneficios económicos, debido a que estos pueden adquirirse a precios más bajos. En el presente estudio se evalúan el azúcar crudo y el licor decolorado como posibles materias primas, en la etapa de inversión de sacarosa y se compara su comportamiento con el azúcar refino utilizado actualmente.

MATERIALES Y MÉTODOS

Procedimiento

Para la realización de los experimentos, en esta etapa del proceso, se siguió el procedimiento empleado en la UEB Chiquitico Fabregat.

Para el azúcar crudo y refino se realizaron, inicialmente, disoluciones de azúcar en agua destilada, en proporciones que garantizaran un Brix entre 75 y 78 (aproximadamente 546 g de azúcar y 153 g de agua destilada). Se colocaron los recipientes en un baño y se le añadió agitación agitaron. En todo momento se trató de evitar la concentración de la mezcla, por su evaporación. Una vez que su temperatura alcanzó los 85 °C se añadió el ácido fosfórico y se comenzaron a tomar muestras cada media hora, hasta llegar a la hora cuatro.

Para obtener el licor decolorado se pesaron 1 200 g de azúcar crudo y 800 g de agua, estos se mezclaron con ayuda de un agitador, hasta que el azúcar estuvo bien disuelto. Posteriormente, se añadieron: 1 g de agua oxigenada; 0.04 g de decolorante y 1.2 g de ácido fosfórico. Se ajustó el pH de la solución con lechada de cal, hasta lograr un intervalo entre 7.0 y 7.3. Luego se pasó la solución a un embudo de decantación, al que se le adicionó el floculante, se agitó vigorosamente y se procedió a calentar a 85 °C, durante 30 minutos. Una vez transcurrido ese tiempo se dejó enfriar la solución y se extrajo el licor decolorado del embudo; este se concentró, con el empleo de un roto-evaporador que permitió alcanzar el Brix entre 75 y 78. Posteriormente, el licor se pasó al baño, allí se le añadió la agitación y se siguió el mismo procedimiento descrito para el azúcar crudo y refino.

La importancia de garantizar un Brix entre 75 y 78 se debe a que, luego de la etapa de inversión le sigue la de cristalización, para la cual es importante garantizar que la mezcla esté sobresaturada, que se logra a partir de esta concentración inicial y con ayuda del proceso de enfriamiento, posterior a dicha inversión.

A la hora de añadir la cantidad de ácido necesaria para cada uno de los experimentos se tuvo en cuenta la relación que se utiliza en la planta de 600 mL de ácido fosfórico al 85 % v/v por tonelada de sacarosa. El grado de inversión se midió por el método polarimétrico y se midieron los grados Z.

Se realizó, además, un estudio cinético de la inversión para lo cual se usaron los datos obtenidos de la toma de muestras cada 30 minutos, estos fueron procesados con el módulo estadístico y facilidades gráficas de Microsoft Excel.

Materias primas empleadas

La tabla 1 recoge la caracterización de cada una de las materias primas empleadas para realizar las inversiones. Se muestran las características del azúcar que se utilizó para obtener el licor decolorado

Tabla 1. Caracterización de las materias primas

Materia prima	Humedad (% m/m)	Pol (°Z)	Reductores (% m/m)	Cenizas (% m/m)	Color foto colorimétrico (UCI)
Azúcar refino	0.070	99.36	0.114	0.020	164
Azúcar crudo	2.18	91.76		0.15	2 043
Azúcar crudo (LD)		91.45			1 789

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para comparar los resultados se realizaron corridas con azúcar refino, se mantuvieron las condiciones iniciales de Bx, pH y temperatura. La tabla 2 muestra los resultados de la polarimetría para estas inversiones.

Tabla 2. Valores de °Z para la inversión ácida, con el empleo de azúcar refino como materia prima

Hora	°Z Exp. 1	°Z Exp. 2	°Z Exp. 3
0	24.33	25.86	24.45
0.5	4.15	9.52	4.25
1	-1.17	2.71	-1.75
1.5	-3.58	-1.17	-4.21
2	-3.86	-3.02	-4.70
2.5	-4.44	-3.58	-4.66
3	-4.38	-4.13	-4.74
3.5	-3.55	-3.55	-4.49
4	-4.01	-3.94	-4.50

Se puede observar, al emplear azúcar refino como materia prima para la inversión, que esta comienza mucho más rápido y se logran valores cercanos a -6°Z , luego de transcurridas las 4 horas de inversión.

Los resultados de las corridas para el empleo de azúcar crudo se recogen en la tabla 3.

Tabla 3. Valores de °Z para la inversión ácida, con el empleo de azúcar crudo como materia prima

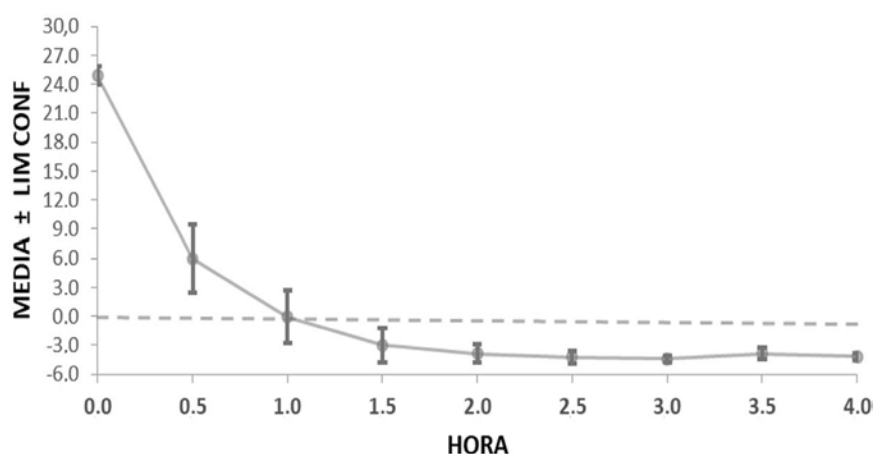
Hora	°Z Exp. 1	°Z Exp. 2	°Z Exp. 3
0	45.60	50.23	42.28
0.5	40.05	43.95	36.23
1	33.08	28.48	34.10
1.5	32.02	16.72	28.00
2	23.59	10.30	17.31
2.5	23.09	7.68	10.48
3	22.43	6.53	8.26
3.5	20.51	6.31	5.92
4	11.80	4.55	3.53

En los resultados se evidencia que, transcurrido el tiempo, aún no se obtienen valores negativos de Z; sin embargo, luego de las 4 horas se obtienen valores cercanos a cero.

En la tabla 4 se recogen los resultados de los experimentos realizados con el licor decolorado. En este caso tampoco se obtuvieron valores negativos de Z.

Tabla 4. Valores de °Z para la inversión ácida, con el empleo de licor decolorado como materia prima

Hora	°Z Exp. 1	°Z Exp. 2
0	25.86	23.64
0.5	22.95	22.91
1	22.42	22.63
1.5	18.47	19.75
2	18.21	17.83
2.5	17.97	18.08
3	16.88	17.17
3.5	15.48	15.90
4	15.19	15.48

**Figura 1.** Reacción de inversión de sacarosa, al utilizar azúcar refinado como materia prima.

En las figuras 1, 2 y 3 se puede observar el comportamiento de la reacción de inversión, al utilizar cada una de las materias primas seleccionadas. En cada punto del gráfico se presenta una estimación por intervalo del valor promedio de Z

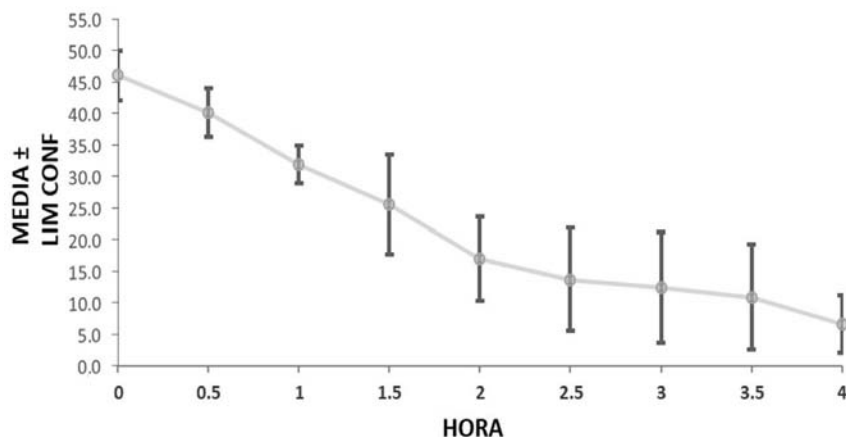


Figura 2. Reacción de inversión de sacarosa, al utilizar azúcar crudo como materia prima.

Se puede concluir, entonces, que al utilizar azúcar refino los valores de Z obtenidos se encuentran por debajo de cero, después de 1.5 horas de reacción y se mantuvieron de esta manera luego de transcurrido ese tiempo.

En el caso del azúcar crudo se puede observar que, luego de las cuatro horas fijadas inicialmente, aún no se logra invertir totalmente la sacarosa; es decir, una vez transcurrido ese tiempo los valores de Z aún se encuentran por encima de cero; sin embargo, todavía se puede observar una tendencia de los valores a continuar disminuyendo en el tiempo. Esto puede ser consecuencia de la calidad de la materia prima empleada, pues estudios realizados demuestran que esta puede influir en el nivel de reductores que se genera en la hidrólisis de la sacarosa (3).

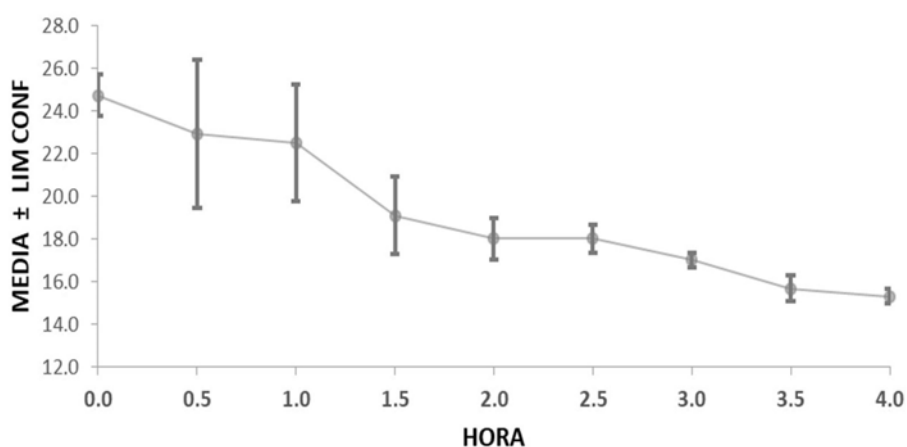


Figura 3. Reacción de inversión de sacarosa, al utilizar licor decolorado como materia prima.

Al trabajar con licor decolorado, como materia prima, se puede observar una disminución más lenta en los valores de Z, pues una vez alcanzado el tiempo fijado no se logra llegar a los 0 °Z. Esto puede deberse a que el licor decolorado parte de un pH inicial de casi 7, a diferencia de las disoluciones de agua y azúcar que tienen un menor pH inicial; por tanto, al añadir la misma cantidad de ácido fosfórico, en ambos casos, el nuevo pH de las disoluciones de azúcar y agua va a ser más

ácido que el del licor decolorado y, por tanto, mientras más ácido es el pH más rápido es el proceso de inversión. A pesar de lo anterior, los valores muestran una tendencia a seguir disminuyendo en el tiempo, al igual que en el caso del azúcar crudo.

CONCLUSIONES

1. Al emplear azúcar refino, como materia prima, se obtuvieron valores negativos de Z, cercanos a los -6°Z y se logró la inversión de la sacarosa dentro del tiempo establecido.
2. Al utilizar azúcar crudo, los valores se mantuvieron por encima de los 0°Z al transcurrir el tiempo; sin embargo, siguen mostrando una tendencia a disminuir. La calidad de la materia prima empleada pudo haberse reflejado en los resultados.
3. Con el licor decolorado tampoco se alcanzaron valores negativos de Z.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Pulido, L. F. *Mejoras en el proceso de producción de glucosa apoyados en la simulación con SuperPro Designer v10.0*. [Trabajo de diploma], Universidad Tecnológica José Antonio Echeverría, La Habana, 2021.
2. Mendoza, S. *Estudio de la etapa de hidrólisis en la producción de glucosa a partir de sacarosa*. [Trabajo de diploma], Universidad Tecnológica José Antonio Echeverría, La Habana, 2024.
3. Falcón, M. F. C. *Efecto de la extracción del jugo de los filtros en los costos y en la calidad del azúcar crudo y refinado para la producción de glucosa*. [Trabajo de diploma], Universidad Central Marta Abreu, Las Villas, 2021.