

Universidad Autónoma de Guadalajara
Facultad de Ciencias Químicas

Adaptación de una Fábrica de Glucosa a una
Fábrica de Almidón.
Conversión Hidrolítica por Enzima.
(Maltosa)

Tesis

que para obtener el Título de
Ingeniero Químico
presenta

Rubén Angel Gómez Castellanos

Guadalajara, Jal., Junio de 1947.



57163



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

A mis maestros

A mis compañeros

Historia de la Fabricación Industrial
de la Glucosa.

En el año de 1811 se hizo el importante descubrimiento de la transformación de la fécula en glucosa por la acción de los ácidos diluidos, época en la cual el azúcar de caña tenía precios fabulosos. Lo mismo ocurría con la goma arábiga.

Un químico alemán Kirchoff, presentó un trabajo en la Academia de Ciencias de Petesburgo respecto a la obtención de porcelana según un nuevo método de Bottcher y necesitaba para ello goma arábiga. Mas como era imposible recibir esta, ensayó el empleo de un sucedáneo obtenido del almidón, descrito en unos ensayos publicados por Bouillon, Lagrange y Vauquelin.

Al preparar dicha sustancia, pretendió Kirchoff llegar al mismo resultado por otro procedimiento, sometiendo el almidón suspendido en agua a la acción del ácido sulfúrico.

Tal vez se proponía Kirchoff obtener soluciones claras o evitar las decoloraciones que se producen a temperaturas elevadas. En todo, su tratamiento se había prolongado demasiado: pues después de neutralizar el ácido, separar el yeso por filtración y evaporar la solución así obtenida el producto era un jarabe dulzaino en lugar de gomo.

Se empezó a trabajar sobre esta cuestión hasta principios de 1812, y no fué sino hasta 1874 cuando se descubrió que la azúcar, de uva y algunos otros frutos eran idénticos a la glucosa obtenida de la inversión del almidón.

Generalidades.

Con el nombre de glucosa se designa una azucar que se encuentra en muchas plantas y organismos animales.

Con este nombre se conoce también el compuesto resultante de la hidrolización del almidón que contiene como componente esencial glucosa—d además la maltosa, isomaltosa y dextrina.

Tiene un sabor menos dulce que la azucar de caña y es fácilmente soluble en agua, desvía fuertemente el plano de polarización a la derecha y presenta una multirrotación muy marcada.

La fabricación en escala industrial de la glucosa se hace casi exclusivamente por hidrólisis con ácidos, hasta hace poco tiempo se llevó a la práctica industrial la hidrólisis por enzimas la cual dá un poder dulcificante mayor que la producida por ácidos, a la vez que tiene una mejor presentación por ser de color mas claro.

Hablaré algo de la hidrólisis por emzimas.

Muchos de los procesos hidroliticos producidos por ácidos o álcalis pueden ser iniciados asimismo por ciertas sustancias orgánicas complejas contenidas en los tejidos vegetales o animales.

Dichas sustancias se denominan fermentos no organizados o emzimas; no solamente actuan como catalizadores en los procesos hidroliticos, sino que algunos de ellos pueden originar procesos de oxidación y otros pueden dar lugar a descomposiciones complejas. Los emzimas son compuestos orgánicos nitrogenados, de naturaleza coloidal, algo inestable, aunque no necesariamente albuminoides; actua como catalizadores, en la mayor parte de los casos positivamente, aunque algunos de ellos cristalizan negativamente.

La naturaleza catalitica de estos cuerpos se reconoce en el hecho de que la velocidad de reacción es directamente proporcional a la velocidad del catalizador, a pesar de lo cual la descomposición total es siempre la misma cualquiera que sea la cantidad de catalizador usado, con tal que el tiempo transcurrido sea necesario y que el emzima no se descomponga por reacciones secundarias.



A diferencia de muchos fermentos orgánicos, los enzimas muestran gran sensibilidad para las temperaturas elevadas, así cuando se les calienta a 100 grados C. queda completamente destruida su actividad; en cambio resultan muy resistentes para ciertos agentes anticépticos que destruyen el protoplasma y matan los organismos productores de fermentos.

El estudio de la acción de los enzimas resulta a menudo complicado por la imposibilidad de aislar el enzima en cuestión, a un estado de pureza completa, resultando aquel casi siempre acompañado de otro enzima que puede producir su destrucción (autólisis) terminándose de este modo la reacción mucho antes de haberse descompuesto totalmente el sustrato.

Aun cuando se comparen con frecuencia los procesos de hidrólisis producidos por los ácidos con los producidos por los enzimas debe tenerse presente que la velocidad de reacción referida a una misma sustancia es con frecuencia muy diferente para dos tipos de catalizadores.

Un carácter diferencial importante que distingue la hidrólisis por ácidos de la que producen los enzimas es que en estos últimos la acción de cada uno como catalizador es muy limitada, es decir que resulta esencialmente selectiva. En ciertos casos ha sido posible separar por diálisis, de un enzima determinado dos porciones distintas, una dializada y un residuo, pero ninguna de estas dos porciones aisladamente, resulta activa, en cambio al mezclarlas de nuevo se regenera la acción hidrolizante.

La hipótesis más generalmente aceptada respecto al mecanismo de la acción enzimica, es la que admite la formación de compuestos del tipo de los de absorción, entre el enzima y el sustrato, reaccionando luego con el agua el material absorbido, el hecho de que un enzima determinado pueda hidrolizar únicamente ciertos sustratos especiales está en armonía con este modo de ver puesto que es bien sabido que la constitución de los cuerpos representa un papel muy importante en los fenómenos de absorción.

La primera obtención de glucosa por medio de un enzima se efectuó en Bélgica, donde se sacarihcó la fecula por un enzima que se encuentra abundantemente en el maíz, la glicasa, el procedimiento fué el de poner maíz molido a digerir en un gran cantidad de agua a una temperatura de 58 a 60 grados C., agitando frecuentemente durante 6 a 8 horas.

Los ensayos efectuados por mí en el laboratorio para encontrar las condiciones óptimas para llevar a cabo el proceso de la hidrólisis del almidón, se hicieron usando maltasa como el enzima catalítico.

El primer ensayo se hizo para ver si este enzima efectuaba la hidrólisis, dando resultados positivos, con este dato se hicieron los siguientes, en los cuales se fueron cambiando las condiciones operantes, hasta encontrar las que mas nos convenian, el proceso efectuado en el laboratorio fué como sigue, se tomó una cantidad de almidón, se diluyó, se coció, hasta engrudo, se le añadió la maltasa, se calentó y agitó, cada quince minutos, se tomó una porción de líquido para hacer la reacción de yodo, y al desaparecer el color violeta del almidón se dió por terminada la reacción, como todos los ensayos efectuados se sujetaron a este proceso, indicaré únicamente los resultados obtenidos de ellos: la densidad del almidón encontrada como la mejor fué de 15 grados Bé; como catalizador se usa el agua de maceración de la malta, la cantidad de malta será el 2% en peso de almidón seco usado, el agua de maceración será de una cantidad de 10 veces la malta usada en peso, la temperatura de sacarificación es de 66 grados C., y el tiempo de reacción será de 2 horas como máximo, el porcentaje de azúcares reductores a licor de Fehling obtenido por este método es de 43 a 48% en peso de almidón seco.

Diagrama de Flujo.

El almidón que usaremos como materia prima será de una densidad de 22 grados Bé., que es la densidad a que sale de los filtros en una fábrica de almidón, este almidón se recibirá en unos tanques con agitación, donde se le añadirá agua para convertirlo a 15 grados Bé., a esta cantidad de agua debe sustraerse el agua añadida en la maltasa.

De estos tanques pasará a los cocedores donde se convertirá el almidón en engrudo, de aquí va el engrudo al convertidor, donde se efectúa el proceso de sacarificación, el almidón convertido ya en glucosa se pasará a un tanque de donde se irá alimentando a un evaporador de doble efecto de aquí pasa a un tanque donde se le añade carbón animal para decolorarlo y luego se filtra en uno filtros prensas, de aquí pasa a un tanque de donde va a un evaporador al vacío de simple efecto donde se concentra al Bé., necesario para uso comercial, de aquí va a un tanque de donde se tomará el jarabe para envasarlo.

Teniendo ya el diagrama de flujo procederé a hacer un balance de materiales y en seguida al cálculo de la planta proyectada.

Balance de Materiales.

Base de operación 24 horas, en estas 24 horas se van a convertir 18 toneladas de almidón seco, debo advertir que de aquí en adelante usaré indistintamente unidades del sistema métrico decimal y unidades inglesas, puesto que un Ingeniero Químico debe aprender a usar tanto unas unidades como otras, el balance lo empezaré en el convertidor que es donde realmente empieza el proceso.

CONVERTIDOR

ENTRADA		SALIDA	
a 15° Bè		a 16.8° Bè	
Almidón	39'600 lbs.	Glucosa	43'204 lbs.
Agua	98'120 ..	Agua	102'960 ..
Agua (maltasa) ...	8'800 ..	Impurezas	356 ..
	<hr/>		<hr/>
Total	146'520 lbs.	Total	146'520 lbs.

DOBLE EFECTO

ENTRADA		SALIDA	
a 16.8° Bè		a 33° Bè	
Glucosa	43'204 lbs.	Glucosa	43'204 lbs.
Agua	102'960 ..	Agua	29'700 ..
Impurezas	356 ..	Impurezas	356 ..
	<hr/>		<hr/>
Total	146'520 lbs.	Total	73'260 lbs.
		Agua (vapor)	73'260 ..
			<hr/>
		Gran total	146'520 lbs.

FILTROS PRENSAS

ENTRADA		SALIDA	
a 33° Bé		a 31.7° Bé	
Glucosa	43'204 lbs.	Glucosa	43'204 lbs.
Agua	29'700 ..	Agua	31'900 ..
Impurezas	356 ..		
Carbón Animal	396 ..		
Agua de lavado	2'200 ..		
	<hr/>		
Total	75'856 lbs.	Total	75'104 lbs.
		Lodo	752 ..
			<hr/>
		Gran total	75'856 lbs.

TACHO

ENTRADA		SALIDA	
a 31.7° Bé		a 52° Bé	
Glucosa	43'204 lbs.	Glucosa	43'204 lbs.
Agua	31'900 ..	Agua	9'528 ..
	<hr/>		
Total	75'104 lbs.	Total	52'732 lbs.
		Agua (vapor)	22'372 ..
			<hr/>
		Gran total	75'104 lbs.

APLICACION DE LA INGENIERIA QUIMICA.—Cálculo de la planta, tomando como base de operaciones 24 horas.

Como dijimos anteriormente cada conversión dura dos horas, por lo tanto, en el convertidor, en el tanque receptor de almidón crudo y en el cocedor, el trabajo no será continuo, se hará por medio de cargas, tomando en consideración, que al convertidor van 146.520 lbs., de almidón y maltasa cada 24 horas, y que cada conversión se tardará dos horas, mas otras dos para llenar y vaciar el convertidor, se podrán hacer seis conversiones siendo cada una de 24.420 lbs. de almidón a 16° Bé y de una densidad de 1.12 lo cual es igual a 9.925 lbs. que deberá ser la capacidad tanto del convertidor como del cocedor y del receptor de almidón crudo.

El receptor de almidón crudo constara de dos tanques cilindricos de dos metros de diámetro y dos de altura con una capacidad de... 6.280 lbs. cada uno, la agitacion se hará por medio de un agitador de

paletas horizontales estando una paleta en la parte baja, una en la parte media y una en la parte superior.

Para calcular el consumo de potencia se usará la fórmula siguiente:

$$P = CL^3 N^3 D^{5.2} W^{0.7} H^{0.6} \text{ donde}$$

$$P = \text{H. P. empleados}$$

$$C = \text{Coeficiente de potencia no dimensional} = 0.0001$$

$$D = \text{Diámetro de la vasija en ft} = 7$$

$$H = \text{Profundidad del liquido en ft} = 5$$

$$L = \text{Longitud de las paletas en ft} = 27$$

$$N = \text{Velocidad de las paletas en r. p. s.} = 0.016$$

$$S = \text{Densidad del liquido en lbs./cu ft} = 69.85$$

$$W = \text{Ancho de las paletas en ft} = 69.85$$

Sustituyendo en la fórmula tenemos:

$$P = 0.0001 \times 27^3 \times 69.85 \times 0.016^3 \times 7^{5.2} \times 0.16^{0.7} \times 5^{0.6}$$

$$P = 1.76$$

Usaremos motores de dos H. P. por cada agitador.

Estos tanques serán de fierro y tendrán admisión de agua pues en ellos se recibe almidón a 22° B \acute{e} que corresponde a 39,00 lbs. de materia seca y 59,400 lbs. de agua para convertirla a 15° B \acute{e} se le tienen que añadir 47,520 lbs. de agua, de las cuales 8,800 se le añaden en la maltasa y 38,720 lbs. en estos tanques de recepción.

El cocedor constara de dos tanques cilindricos de fierro cerrados con una capacidad de 6,280 lbs. cada uno de dos metros de diametro y dos de altura teniendo un serpentín de vapor.

El calor necesario para elevar la temperatura de 12,210 lbs de almidón que es lo que se va a cocer en cada tanque de 70° F. a 220° F. será:

$$12,210 \times (220 - 70) = 1,831,500 \text{ B. T. U.}$$

Usaremos en el serpentín vapor a 40 lbs. gauge que dá una temperatura de 270° F. y un calor latente de 931.4 B. T. U./lb. entonces el vapor necesario serán:

$$1,831,500 / 931.4 = 2,000 \text{ lbs/hr.}$$

y el área necesaria del serpentín será:

$$1,831,500 / (270 - 220) \times 350 = 105 \text{ sq. ft.}$$

El convertidor constará de dos tanques cilindricos, abiertos por la parte superior, de un diámetro de dos metros y una altura de dos metros y con una capacidad de 6,280 lts. cada uno, estos tanques serán de fierro y tendrán chaqueta de vapor y agitador. El consumo de vapor será aquí desconocido y anormal, pues la chaqueta tendrá entrada de agua fría para evitar que la temperatura suba de 66° C. que es la temperatura óptima para la sacarificación por lo tanto cualquier cálculo teórico que se hiciere sobre el consumo de vapor estaria muy alejado de la realidad, pues las condiciones de trabajo en cada operación seria distinta. La agitación se hará por medio de paletas horizontales y el consumo de potencia será el mismo que para el receptor. En el convertidor se le añade la maltasa, para 18 toneladas de almidón se ocupan 360 kilos de malta que serán macerado con... 4,000 lts. de agua, para efectuar esta maceración se usará una batería de difusión de 3 tanques, de modo que las aguas del 3er. tanque van al segundo, de ahí al primero y luego pasa al convertidor, a su vez de la malta del tercero va al segundo, del segundo va al primero, y de ahí hacia afuera, se hará en esta forma para estar seguro de extraer toda la maltasa que tenga la malta, como el agua tiene que estar en contacto con la malta durante 24 horas, se tiene que vaciar todo un tanque a la vez, para poder sacar la malta y transferirla al otro tanque la maltasa que se va usar en 24 horas, tanto los tanques de la

batería como el tanque de almacenaje estarán a una temperatura de 5° C., y serán aislados.

Para lograr esta refrigeración se usará un compresor de amoníaco, según unas tablas de refrigeración, para refrigerar una tonelada de 30° C. a - 15° C. se necesitan 0.97 H. P. yo voy a refrigerar 4 toneladas a 5° C. por lo tanto usando un compresor de amoníaco de 5 H. P. se deja margen de seguridad para guardar el enfriamiento en los otros tanques.

Del convertidor pasará la solución de glucosa a dos tanques cilindricos, abiertos, de fierro que serán los tanques de espera del doble efecto, estos tanques serán de dos metros de diámetro por dos de altura, siendo su capacidad de 6,280 litros cada uno.

Para concentrar la solución de glucosa a 33 Bé se usará un evaporador de doble efecto, el cálculo del doble efecto es el siguiente: primeramente pondré todos los datos que se tienen

Temperatura entrada alimentación	132.8° F.
Temperatura salida a 18 inch. vacío	169° F.
Licor entrada en 24 horas	146,520 lbs.
Licor grueso salida en 24 horas	73,260 lbs.
Vapor a 15 lbs./sq. inch.	149.7° F.
Calor latente de vaporización a 149.7° F.	945.3 B.T.U.
Caida de temperatura en ambos efectos	80.7° F.
Calor específico de licor	1.0

Cálculo del primer efecto.

La temperatura del licor en el primer efecto es igual a:

$$249.7 - \frac{80.7}{2} = 209.35 \text{ F.}$$

La presión en el primer efecto será de 14 lbs. abs. igual 1 inch. vacío. Calor latente de vaporización a 1 inch. vacío igual a 971.9

B.T.U. Calor requerido para elevar la temperatura de la alimentación $146,520 \times (209.3 - 132.8) \times 1.0$ igual a $11'208,780$ B.T.U.

Calor requerido para la evaporación

$$\frac{73,260 \times 971.9}{2} \text{ igual a } \frac{35'600.697}{2} \text{ B.Y.U.}$$

Total $46'809,477$ B.T.U.

Entonces el vapor requerido será $\frac{46'809,477}{945.3} = 49,518$ lbs.

El area de calentamiento requerido será

$$\frac{Q}{\theta} = U A \Delta t \text{ donde } U = 300 \text{ y } \Delta t = 40.4^\circ \text{ F.}$$

$$A = \frac{46'809,477}{24 \times 300 \times 40.4} = 160.9 \text{ sq ft.}$$

Selección del evaporador.

Usaremos un evaporador de calandria vertical con tubos de cuatro ft. de largo y de 1.50 inch. de diámetro. La superficie por ft. lineal de tubo de 1.50 inch = 0.3925 sq ft.

$$\text{Longitud necesaria} = \frac{160.9}{0.3925} = 410 \text{ ft.}$$

$$\text{Número de tubos} = \frac{410}{4} = 103$$

Se dejará un margen de seguridad de 100% para en caso de

reparación de un efecto poderlo trabajar como evaporador simple, se colocará una calandria de 210 tubos con una area disponible de:

$$210 \times 4 \times 0.3925 = 330 \text{ sq ft.}$$

Segundo efecto. Este efecto trabaja a 18 inch vacio

$$\text{Licor en el segundo efecto} = 146'520 - 36'630 = 109'890 \text{ lbs.}$$

$$\text{Temperatura del licor} \dots\dots\dots 169^\circ \text{ F.}$$

$$\text{Diferencia de temperatura} 209.3 - 169 = 40.3^\circ \text{ F.}$$

Calor cedido por el licor que entra:

$$= 109,890 \times 1.0 \times 40.3 = 4'428,567 \text{ B.T.U.}$$

Calor cedido por el calor latente del vapor del primer efecto.

$$36'630 \times 966.2 = \frac{35'391,906 \text{ B.T.U.}}{\text{Total } 39'820,473}$$

$$\text{Pérdida por radiación } 5\% \quad 1'991,024$$

$$\text{Calor cedido} \quad 37'829,449 \text{ B.T.U.}$$

Calor requerido para la evaporación:

$$36,630 \times 996 \times 1.0 = 36'583,480 \text{ B.T.U.}$$

$$\text{Calor latente de vaporización a 18 inch de vacio} = 996 \text{ B.T.U.}$$

$$\text{Area de calentamiento requerida} \quad \frac{Q}{S} = U A \Delta t \quad U = 200$$

$$A = \frac{36'583,480}{24 \times 200 \times 40.3} \quad 189 \text{ sq. ft.}$$

Este segundo efecto sera igual al primero en diseño y forma, como se ve el consumo del vapor de este segundo efecto lo suple totalmente el vapor producido en la evaporacion del primer efecto.

Licor grueso del doble efecto va a un tanque abierto provisto

de agitación donde se le añade carbón animal para de ahí mandarlo a los filtros prensas, este tanque será cilindrico de dos metros de diámetro por 1.20 de altura, el agitador estará provisto de un motor de 2 H.P. este tanque recibirá de dos a tres mil lbs. por hora, y su capacidad será de 3,770 lts., de aquí se estará bombeando constantemente a los filtros.

Filtros prensas.

El almidón al convertirse deja de residuo un 0.9% de materia no convertible y no soluble llamado "blanca" a esta cantidad de residuo debe añadirse el 1% que se pone como carbón animal, lo cual da un residuo total de 1.9% que en 18 tons. da 342 kls, = 760 lbs. este residuo o lodo tiene una gravedad especifica de 1.7, el volúmen ocupado por él será de:

$$\frac{760}{1.7 \times 62.4} = 7.16 \text{ cu. ft.}$$

usaremos para filtrar el tipo de filtros prensas, seleccionaremos un filtro con prensa de 18 inch. y marcos 1 inch, el número de marcos será:

$$\frac{7.16}{1.5 \times 1.5 \times 1/12} = 38.5$$

por lo tanto usaremos tres filtros de 21 marcos cada uno para dar margen de seguridad.

Selección de los filtros prensas.

Filtros de placa y marco, alimentación por esquina, cuatro botones, 1 inch.

Tipos -- de lavado

Marcos — 21

Capacidad — 3.95 cu ft.

Area filtrante — 82 sq ft.

Presion operante -- 150 lbs./sq inch.

Peso — 2,700 lbs.

Area de piso — 8 ft. \times 2 ft.

Dimensión exterior — 18 \times 18 inch.

Conclusiones: Usaremos tres filtros gemelos, de los cuales dos estarán en servicio continuo y uno en reserva estos filtros serán lavados y descargados una vez cada 24 horas.

La solución de glucosa ya filtrada pasa a un tanque cilindrico abierto de 2 metros de diámetro por 1.20 metros de altura, y con capacidad de 3,770 lts. de aquí y por medio del vacio la toma el evaporador de simple efecto llamado tacho.

Usaremos para concentrar la solución de glucosa un evaporador de simple efecto que trabajará a un vacio de 18 inch.

Entrada al evaporador	75,104 lbs.
Salida licor grueso	52,732 lbs.
Agua evaporada	22,372 lbs.
Temperatura de entrada	160° F.
Temperatura de salida a 18 inch vacio	169° F.
Usamos vapor a 15 lbs./sq inch que tiene una temperatura de	249.7° F.
Calor latente de vapor a 249.7° F.	945.3 B.T.U.
Caida de temperatura 249.7 — 169	80.7° F.
Calor requerido para elevar la temperatura a .. 169° F;	
75,104 \times 9 \times 1 =	675,936 B.T.U.
Calor requerido para la evaporación:	
22,372 \times 996 =	22,252,812 B.T.U.
Total —	22,928,748 B.T.U.

Vapor requerido — $\frac{22,928,748}{945.3}$ = 24,256 lbs.

Area de calentamiento requerida:

$$\frac{Q}{\theta} = U A \Delta t \quad \begin{array}{l} U = 300 \\ \Delta t = 80.7 \end{array}$$

$$A = \frac{22'928.748}{24 \times 300 \times 80.7} = 40 \text{ sq ft.}$$

Selección del evaporador

Usaremos una calandria con tubos de 1 inch. de diámetro y de 3 ft. de largo. superficie por ft. lineal de tubo de 1 inch. 0.2618 sq ft

$$\text{longitud de tubo necesario} = \frac{40}{0.2618} = 153 \text{ ft.}$$

$$\text{No. de tubos} = \frac{153}{3} = 51 \text{ tubos.}$$

Usaremos una calandria de 10 × 10 tubos para dejar margen de seguridad.

$$\text{Area disponible en 100 tubos} = 78.5 \text{ sq ft.}$$

El tanque receptor del tacho será en tanques cilindricos de 2 mts. de diámetro por 1.75 de altura con capacidad para 5498 lts; el tacho se descargará cada 2 horas, dando en cada descarga 4061 lbs. este tanque tendrá un tubo de descarga para el envase de los tambos.

Equipo Auxiliar.

Condensador: El agua de enfriamiento estará a 68° F, el vapor sale a 169° F.

Suponiendo la salida del agua del condensador a 164° F, la caída de temperatura es de 164 — 68 = 96° F.

El agua requerida para el doble efecto y el tacho por 24 horas

$$\text{ca} \frac{58'836.292 \times 1.1}{96} = 674'166 \text{ lbs.}$$

Bombas.— Usaremos 5 bombas centrifugas Gould de 2 inch. de succión y 1 1/2 inch. de descarga, capacidad de 15 a 175 gal.

1.450 r p m. velocidad.
 potencia del motor usado 2 H.P.
 Peso — 700 lbs.

Consumo del vapor.

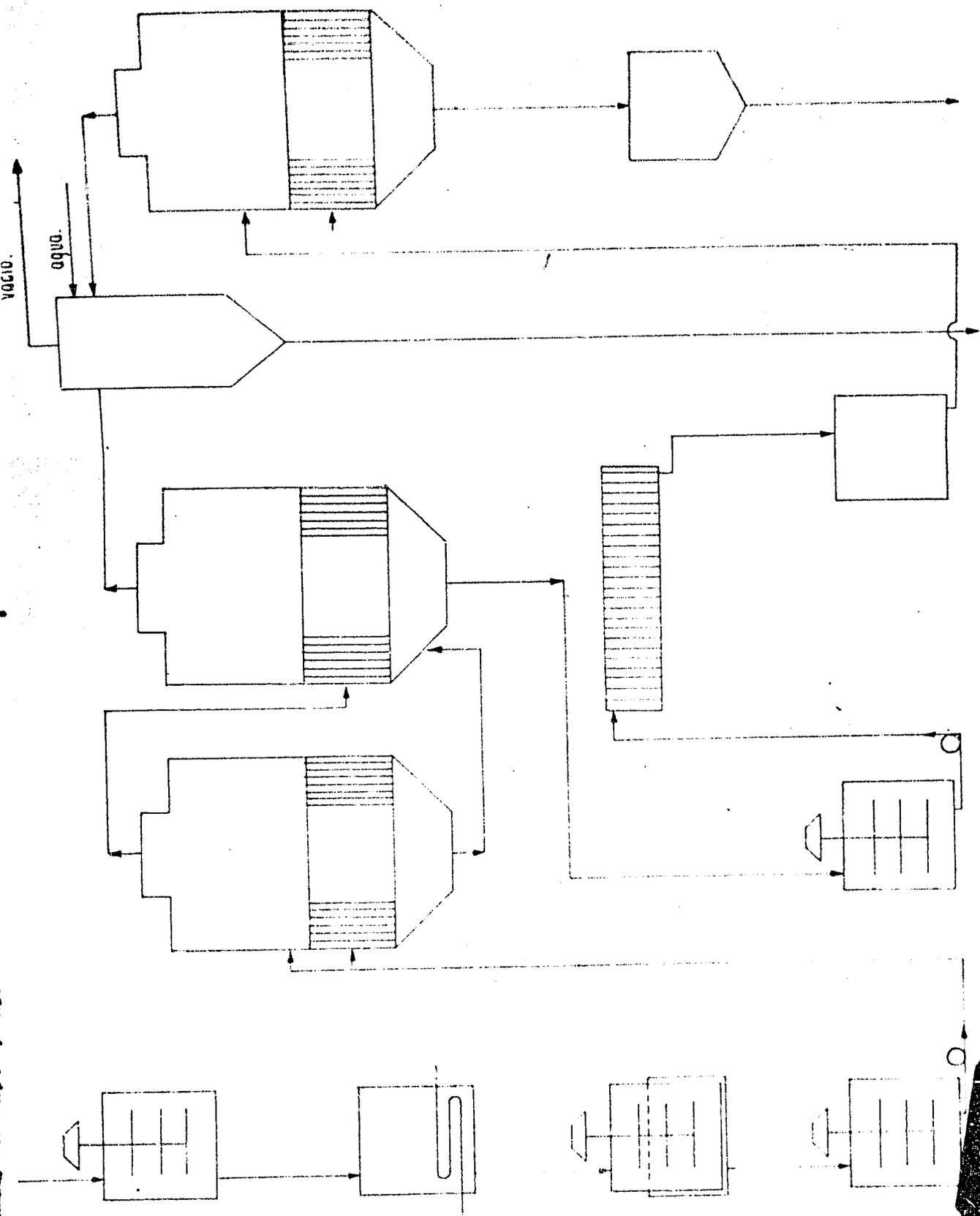
Tacho	24,256 lbs.
Doble efecto	49,518 ..
Cocedor	12,000 ..
Otros propósitos	30,000 ..
Total	<u>115,774 lbs.</u>

Consumo de agua.

Condensador	674,166 lbs.
Receptor del filtro	38,720 ..
Bateria de la malta	8,800 ..
Total	<u>721,686 lbs.</u>
o lo que lo mismo	72,000 gal.
para limpieza y otros propósitos	78,000 ..
Total	<u>150,000 gal.</u>

Consumo de potencia.

Agitadores	10 H. P.
Bombas	10 H. P.
Compresor amoniaco	5 H. P.
Otros propósitos	10 H. P.
Total	<u>35 H. P.</u>



FLOW-SHEET - FABRICACION DE
 GLUCOSA A PARTIR DE ALMIDON.
 R. A. GOMEZ.

FE DE ERRATAS

PAGINA	LINEA	DICE	DEBE DECIR
9	8	Sucedaneo	Sucedaneo
13	23	actua	actuan
13	25	crystalizan	catalizan
14	4	anticéptico	antiséptico
14	20	cirtos	ciertos
19	12	uno	unos
25	10	27	19
25	13	69.85	0.16
25	15	273	193
27	20	149.7	249.7
33	17	B. Y. U.	B. T. U.
33	17	72,000	86.326
33	19	150,000	164.326

BIBLIOGRAFIA

- Chemical Engineers Handbook - John H. Perry
Chemical Engineering Plant Design - Vilbrandt
Elements of Chemical Engineering - Badger and McCabe
Tratado de Química Industrial - Molinari
Química Industrial - Thorpe