

# Estudio sobre métodos para la investigación de azúcares en las Melazas

Ing. Agr. **Roberto Saccone**      Ing. Agr. **Hermann Tobler**

Trabajo efectuado en los Laboratorios  
de la Cátedra de Industrias Agrícolas.

Con la finalidad de procurar contribuir al mejor conocimiento del problema de la apreciación del valor industrial de las melazas, hemos llevado a cabo la presente investigación.

Comparamos las principales técnicas analíticas de sacarimetría (gravimétricas y volumétricas) actualmente empleadas, y también hemos ensayado el método de la IV técnica de JACKSON - GILLIS, (polarimétrico), y la determinación del poder alcohólico y valor fermentativo de las melazas.

Adelantamos que las diversas técnicas analíticas, en general, son exactas, cuando se trata de operar sobre soluciones puras, o más o menos puras; pero es sabido, y lo hemos ratificado en esta investigación, que se presentan inconvenientes cuando se trata de dosificar soluciones complejas como lo son las melazas.

Las melazas ya constituyen para nuestro país, en el momento actual, una materia prima de interés por sus diversas aplicaciones y por el cuantun de su consumo.

Se utilizan en la elaboración de alcohol-bebida (caña), elaboración de levadura de panificación; en la alimentación del ganado; en la preparación de cebos tóxicos, etc.

Las perspectivas futuras de su consumo pueden ser interesantes.

Actualmente las melazas que se utilizan son de producción nacional, procedentes del ingenio de azúcar de La Sierra (melazas de remolacha); o son importadas, de origen argentino, casi exclusivamente (melazas de caña de azúcar).

Los cultivos experimentales de la caña de azúcar (alrededor de 70 variedades en experimentación, en más de 15 lugares distintos del país) que lleva a cabo desde el año 1937 la Administración Nacional de Combustibles, Alcohol y Portland, por iniciativa de su Presidente, don Carlos de Castro, dejan entrever la posibilidad de que el país pueda disponer en un futuro próximo de jugos de caña de azúcar ("vessou" o jugos más o menos concentrados) para abastecer las necesidades industriales del organismo citado. Y es probable que también pueda haber producción de melazas de caña de azúcar, si el tiempo ratifica los resultados experimentales hasta ahora registrados.

Como es sabido, la melaza es el residuo final de la elaboración del azúcar.

Contienen un porcentaje apreciable de sacarosa y también de azúcares reductores, como se comprueba en las cifras de los datos analíticos que se transcriben a continuación.

## MELAZA DE REMOLACHA

Según STAMER

	I	II	III	IV
Agua.....	20,00	16,60	24,50	14,48
Azúcar.....	52,73	50,10	43,50	} 64,21
Sus. orgánicas no nitrogenadas....	9,18	13,50	13,80	
„ „ nitrogenadas.....	9,45	8,90	7,80	6,23
Cenizas.....	8,46	18,80	10,90	9,88

## Según FRITSCH et VASSEUX

Azúcar cristalizable.....	44 - 46 %
Glucosa.....	trazas
Cenizas.....	9 - 10 %
Nitrógeno.....	1,20 - 1,80 %
Agua, materias orgánicas, etc.....	La diferencia

**MELAZA DE CAÑA DE AZÚCAR**

Según G. L. SPENCER

Agua.....	20.00 %
Cenizas.....	8.00 „
Sacarosa.....	32.00 „
Dextrosa.....	14.00 „
Levulosa.....	16.00 „
Cuerpos nitrogenados.....	3.00 „
Gomas solubles.....	2.00 „
Acidos libres.....	2.00 „
Acidos combinados.....	3.00 „

Estos datos corresponden al promedio de un gran número de análisis efectuados en la Estación Experimental Azucarera de Luisiana, con mieles de tercera.

Según WILLIAM E. CROSS

Agua.....	20.00 a 25.00 %
Sacarosa.....	30.00 „ 40.00 „
Azúcares reductores.....	10.00 „ 20.00 „
Nitrógeno.....	0.5 „ 0.9 „
Cenizas.....	7.00 „ 11.00 „

Datos correspondientes a las melazas de caña de azúcar, de la Provincia de Tucumán, República Argentina.

Datos extraídos de la Revista **Brasil Açucareiro**:

Brix aparente.....	83,22
Brix real.....	77,39
Polarización aparente.....	32,33
Polarización real.....	37,52
Pureza aparente.....	38,90
Pureza real.....	48,49
Azúcares reductores.....	17,67
Azúcares totales (en reductores).....	57,09
Cenizas.....	9,30
Nitrógeno total.....	0,56

Estas cifras se refieren a los promedios obtenidos sobre 25 muestras de melazas de caña de azúcar, provenientes de diversos ingenios del Brasil.

Se les acostumbra también denominar mieles finales (en Cuba y en Tucumán) o "black strapp" (en los países de habla inglesa).

Hasta no hace todavía muchos años esta materia prima tenía una reducida utilización.

En los países productores, con bastante frecuencia se arrojaba a las corrientes de agua (con los consiguientes inconvenientes sanitarios), o se utilizaba como abono, o se procuraba quemarla.

Hoy, en cambio, debido a las adquisiciones técnicas de los últimos años, constituye una apropiada materia prima para la fabricación de diversos productos químicos, en primer término, el alcohol etílico, acetona, alcohol butílico, glicerina, levaduras, hielo seco, etc., etc.

Sus posibilidades industriales se han despejado, pero no obstante consideramos interesante transcribir las opiniones de una alta autoridad en la materia, expuestas en un artículo titulado "Economía de la producción y utilización de las melazas; Métodos alternativos para el productor".

Su autor, WILLIAM L. OWEN, comienza su artículo diciendo: "Tanto desde el punto de vista del productor como del consumidor, la consideración económica de las posibilidades que ofrecen cualquiera de los procesos discutidos en artículos previos de esta serie (Revista "Facts about Sugar" de Agosto de 1938 — "Las melazas como materia prima para las industrias bioquímicas") es de importancia fundamental y sobrepasa las cuestiones relativas al valor del producto obtenido, al costo de producción y a las oportunidades de ganancia, siempre que puedan encontrarse disponibles mercados favorables para el mismo."

"Sabemos bien que las ciencias aplicadas han superado nuestras leyes y procedimientos económicos, y según todas las apariencias estamos produciendo con una eficacia propia

del siglo XX, pero vendemos según un régimen propio del siglo XV”.

“Con anterioridad a la era actual de disolución económica, habría resultado de un grado inimaginable de audacia, por parte de cualquiera que no fuese economista profesional, intentar contribuir con algo de nuevo o de valioso, al tema a tratarse en este artículo; pero hoy en día, en que las suposiciones de unos y otros merecen el mismo crédito, el comentarista lego se ve animado a pisar un terreno resbaladizo como este, sin temores de ninguna especie, confiando en que si cualquiera de las normas que recomienda fueran condenadas como engañosas, por el economista, ningún daño resultaría de ello y que las discusiones que se produjeran con este motivo despejarían el campo para futuros adelantos”.

“Difícilmente se encontrará un comienzo más susceptible de controversia que el elegido para este capítulo, cuyo comienzo en sí ya es una paradoja: las melazas finales o de residuo son demasiado caras para el consumidor y demasiado baratas para el productor.”

“Desarrollaremos esta idea con mayor amplitud para ver si responde exactamente a las condiciones del mercado y de las centrales productoras de azúcar o las fábricas”.

“Siendo mucho más simples y más susceptibles de verificación las miradas retrospectivas, empezaremos con el pasado y trataremos de echar un vistazo a lo que podría haber ocurrido en el desarrollo de dichas melazas como materia prima para uso industrial.”

“El productor ha tenido siempre y tiene aun tres caminos de elección por lo que se refiere a la forma en que ha de disponer de este material:

1.º Puede considerarlo como producto de desecho y estimar en consecuencia que cualquier cosa que obtenga por él representa una ganancia adicional sobre la derivada de la industrialización de su caña, propia o adquirida.

2.º Puede considerarlo desde el punto de vista del contenido de sacarosa, y basar sus esperanzas de precio, en el

valor del azúcar cristalizabile de la caña original que haya sido perdido para las melazas.

3.º Puede considerarlo producto intermedio, del que debe desarrollar de algún modo, ya sea la extracción de sacarosa o la conversión de sus azúcares totales en algún material final aprovechable.”

“Al considerar el desarrollo de la industria de la caña de azúcar hallamos que estas tres maneras de enfocar el asunto han sido ya encaradas por la misma, en el orden en que las hemos mencionado, y que de producto de desecho, como se le consideraba en un principio, la melaza o “blackstrapp” ha pasado a ser una materia prima esencial para la industria, y va adquiriendo un valor, en cierto modo, comparable al precio de mercado de la sacarosa que contiene.”

“En el curso de esta evolución se han producido, sin embargo, muchas confusiones y vacilaciones, y las preferencias han oscilado de uno a otro criterio, según los precios ofrecidos, o las existencias de superavits o déficits en “stock”. Por esto, luego de pasar por el período de mayor utilización de la melaza como materia prima para la industria, se encuentra hoy una mayor falta de unanimidad en la opinión de los productores sobre el camino futuro a adoptarse, que la registrada previamente en la historia de la industria.”

“Cuando el precio de la melaza ha sido relativamente bueno, como resultado de la disminución de existencia y de una mayor demanda, el productor se ha declarado satisfecho y ha computado muchas de sus ganancias provenientes de operaciones de fábrica al valor derivado de esas melazas. Por el contrario, se ha considerado víctima de las condiciones del mercado, siempre que se vió forzado a aceptar un precio igual al que hubiera subsistido de seguirse considerando a las melazas producto final.”

---

La presente comunicación consta de dos capítulos principales:

- I. — **Determinación de azúcares en las melazas.**
- II. — **Determinación del poder alcohólico y valor fermentativo.**

En la primera parte hemos estudiado las siguientes técnicas sacarimétricas de determinación:

A. Volumétricas:

1. Método SOXHLET
2. Método LANE Y EYNON
3. Método G. BERTRAND

B. Gravimétricas:

1. Método BROWN, MORRIS y MILLAR
2. Método MUNSON y WALKER

C. Polarimétricas:

1. Método CLERGET, Sacarosa verdadera. -- Modificación de JAKSON-GILLIS; 4.º método.

---

I. — **Determinación de azúcares en las melazas.**

Indicamos a continuación las normas generales a que nos hemos ajustado en el curso de esta investigación, sobre los siguientes puntos:

1. Preparación de la solución de melaza.
2. Defecación.
3. Inversión de la sacarosa.

1. — **Preparación de la solución de melaza:**

Hemos preparado la solución al 1 y 1 ½ % para la determinación de los reductores primitivos, según lo exigieran las técnicas del método aplicado.

Para la determinación de los reductores totales (azúcar invertido) al 0,5 %.

2. — **Defecación:**

Es práctica corriente en las determinaciones sacarimé-

tricas de sustancias muy coloreadas, como es el caso de las melazas, usar un defecante con el fin de facilitar la apreciación del término de la reacción.

Dado que la utilización de defecantes en la sustancia a analizar, por un lado prolonga la duración del análisis y, por otro, lo hace más complejo, y teniendo también presentes las indicaciones dadas por W. A. DAVIS, que los resultados obtenidos en la dosificación de una melaza sometida o no al proceso de la defecación eran los mismos en lo que se refiere a los azúcares, precedimos a comparar los resultados obtenidos entre soluciones de una misma melaza con o sin defecación, utilizando para ello los métodos sacarimétricos ya indicados.

En los ensayos con previa defecación de la solución se operó en la siguiente forma: antes de enrasar agregábamos la sustancia defecante y el eliminador del exceso de defecante. Se enrasaba, se agitaba fuertemente y se filtraba vertiendo de una sola vez todo el contenido del matraz sobre filtro seco.

A consecuencia de que la presencia de plomo perturba el poder reductor de la glucosa, al igual que la presencia del calcio, utilizamos como sustancia defecante el acetato neutro de plomo en solución al 10 % a razón de 2 c.c. por gramo de melaza y como eliminador del plomo y del calcio (presente en la melaza) utilizamos la fórmula de COOK y Mc. ALLEP, "7 gramos de fosfato disódico y 3 gramos de oxalato de potasio por 100 c.c. de agua", la que utilizamos a razón de 1 c.c. por gramo de melaza.

En la fórmula de COOK y Mc. ALLEP es el fosfato disódico el eliminador del plomo y el oxalato de potasio el que elimina el calcio.

### 3. — Inversión de la sacarosa:

Para efectuarla seguimos la técnica dada por W. A. DAVIS.

50 c.c. de la solución al 1 % de melaza se miden con una pipeta y se llevan a un balón aforado de 100 c.c. a los que

se le agregan 25 c.c. de agua, 6 c.c. de HCl al 32 % (D 1,16) que se hace correr gradualmente y haciendo girar el balón.

El balón se agita bien y se coloca en un baño maría mantenido a 70° C., se le hace dar vuelta de tiempo en tiempo para que el contenido del balón llegue a 67 - 69° C. en 2 ½ a 3 minutos. Después que el contenido ha sido calentado durante 10 minutos en total (7 ½ a 7 minutos se mantienen en el baño a 67 - 69° C.), para este efecto se hace uso de un cronómetro, la solución se enfría rápidamente a temperatura ambiente bajo un chorro de agua (la experiencia puede detenerse, llegando a este término, hasta el día siguiente, si ello fuera necesario). La solución se neutraliza exactamente con una solución de soda cáustica al 40 %, usando como indicador la fenolftaleína. La solución de soda debe hacerse caer gota a gota desde una bureta y agitando, luego se enrasa.

En la determinación del azúcar total con previa defecación, la inversión se hizo con anterioridad a la defecación.

---

A continuación exponemos las técnicas de los métodos ensayados y los resultados obtenidos.

## A. — Sacarimetría volumétrica

### 1. — Método SOXLET

#### TECNICA. —

Preparación de las soluciones:

1.° — Solución cúprica: se prepara agregando a 34,639 gramos de sulfato de cobre puro y cristalizado la cantidad de agua destilada necesaria para llevar a 500 c.c.

2.° — Solución sódica: se prepara llevando 500 c.c con agua destilada, 173 grs. de sal de Seignette y 65 grs. de soda cáustica anhidra.

Estas soluciones se conservan por separado y se las mezcla por volúmenes iguales en el momento de usarlas.

Como el sulfato de cobre comercial más puro raramente

tiene más del 99 % de producto puro, se puede pesar 35 grs. en lugar de 34grs.639.

Es conveniente preparar las soluciones con una semana de anticipación a su utilización.

Es necesario conocer su título exacto, el cual se determina de la siguiente forma: se pesa exactamente 5 grs. de glucosa purísima, pulverizada y desecada en la estufa durante una hora a 60 - 70° C. y se lleva a un litro. 1 c.c. de esta solución equivale a 0,005 grs. de glucosa.

#### Ejecución del método:

Se opera mezclando en un matraz 5 c.c. de la solución cúprica y 5 c.c. de la solución sódica, se agregan 40 c.c. de agua destilada y se lleva a ebullición; luego por medio de una bureta graduada en décimas de centímetros cúbicos se vierte la solución azucarada por pequeñas porciones, manteniéndose el líquido a ebullición suave, hasta la completa desaparición del color azul. Para cerciorarse del fin de esta reacción, se retira del fuego y se deja depositar el precipitado rojizo, por medio de una varilla de vidrio, se retira una gota del líquido que sobrenada, dejándola caer sobre un papel de filtro previamente humedecido con ferrocianuro de potasio al 10 % y unas gotas de ácido acético al 10 %; cuando este toque no dé coloración rojiza, la titulación se da por terminada.

El título del licor de FEHLING multiplicado por 100 sobre los c.c. gastados, nos da el porcentaje de reductores contenidos en la solución analizada.

Utilizando esta técnica procedimos a la determinación de los azúcares reductores primitivos y totales, con y sin previa defecación, de una misma muestra de melaza de caña.

Las determinaciones se hicieron sobre: solución de melaza al 1,5 % para los reductores primitivos y al 0,5 % para el azúcar total.

Reductores primitivos en %		Azúcar total en % (en azúcar invertido)	
Sin defecar	Defecando	Sin defecar	Defecando
13,22	12,73	57,14	57,18
13,17	12,56	57,14	57,14
13,17	12,56	57,14	55,86
13,12	12,56	57,14	55,86
13,07	12,53	56,82	55,86
13,07	12,47	56,18	55,86
12,91	12,47	56,18	55,55
12,86	12,44	56,18	55,55
12,86	—	55,86	55,55
12,76	—	55,86	54,94
—	—	—	54,94
13,02	12,54	56,50	55,87 prom.

## 2. — Método LANE y EYNON

### TECNICA. —

Preparación de las soluciones:

1.° — Azul de metileno: Solución acuosa al 1 % de azul de metileno.

2.° — Solución de FEHLING: Se utiliza la modificación de SOXHLET.

Esta solución debe ser exactamente titulada. En caso que su título no coincida con el que ha servido de base para la confección de las tablas (0,05 para 10 c.c. de licor), debe emplearse un factor de corrección, para hacer uso de los valores suministrados por las tablas de LANE y EYNON.

3.° — Preparación de la solución azucarada: la solución final de azúcar a titular debe tener una concentración tal que no se requieran más de 50 c.c. ni menos de 15 c.c. para la reducción completa del licor de FEHLING. Si las soluciones son muy coloreadas deben ser clarificadas antes de proceder a su análisis.

### Ejecución del método:

Se mezclan 5 c.c. de cada una de las soluciones del licor de FEHLING en un matraz Erlenmeyer de 300 a 400 c.c. La solución a analizar se coloca en una bureta de 50 c.c. con pinza en lugar de canilla; se vierte casi todo el volumen requerido para reducir la solución de FEHLING, quedando solamente alrededor de 0,5 a 1 c.c. (pero no menos de 0,5 c.c.) para completar la titulación.

El contenido del matraz se mezcla bien y se calienta hasta ebullición, manteniéndose a ebullición moderada durante 2 minutos; en este momento se le agregan 3 o 4 gotas de la solución de azul de metileno, preferentemente sin tocar las paredes del matraz. Hecho esto la titulación se completa en un minuto por la adición de 2 o 3 gotas de solución azucarada, a intervalos de 10 segundos más o menos, hasta que el color del indicador desaparezca completamente y el líquido en ebullición adquiera el color naranja fuerte que tenía antes del agregado del indicador.

La titulación se completa así en 3 minutos desde el comienzo de la ebullición. El matraz debe permanecer sobre el fuego durante las sucesivas adiciones de la solución azucarada.

Este método exige una determinación previa del contenido en azúcar de la solución a analizar, para poder terminar la titulación con el agregado de 0,5 a 1 c.c. de solución.

Terminada la titulación, el contenido de azúcar es dado por las tablas de LANE y EYNON, de acuerdo con los c.c. gastados; los valores que no están en las tablas se determinan por interpolación. (Anexo N.º 1).

En la titulación de dextrosa o azúcar invertido solo o en presencia de pequeñas cantidades de sacarosa, los resultados no son apreciablemente afectados, siempre que el período total de ebullición esté comprendido entre 3 y 5 minutos, pero con lactosa y azúcar invertido en presencia de un exceso de sacarosa, es conveniente llevar el período total de ebullición a 3 minutos.

Las tablas de LANE y EYNON están confeccionadas pa-

ra la determinación de reductores en ausencia de sacarosa; y en presencia de 1, 5, 10 y 25 grs. de sacarosa por 100 c.c. de solución y para la utilización de 10 y 25 c.c. del licor de FEHLING.

Siguiendo este método para la determinación de los azúcares reductores primitivos y totales, con y sin previa defecación para una misma muestra de melaza, llegamos a los resultados que a continuación se exponen.

Las determinaciones se hicieron sobre solución al 1,5 % para los reductores primitivos y al 0,5 % para el azúcar total.

Reductores primitivos en %		Azúcar total en % (en azúcar invertido)	
Sin defecar	Defecando	Sin defecar	Defecando
11,66	11,75	54,60	54,30
11,66	11,62	54,60	54,30
11,66	11,62	54,60	54,30
11,66	11,62	54,60	54,30
11,66	11,61	54,60	54,30
11,62	11,59	54,30	54,30
11,54	11,53	54,30	54,30
11,52	—	54,30	54,30
11,58	—	54,30	54,30
11,58	—	54,30	54,30
<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>
11,62	11,63	54,45	54,30 prom.

### 3. — Método G. BERTRAND

#### TECNICA. —

Preparación de las soluciones:

Este procedimiento requiere cuatro soluciones distintas, a saber:

- 1.º Solución de cobre:
  - ulfato de cobre puro cristalizado . . . . . 40 grs.
  - Agua destilada Q. S. P. . . . . 1000 c.c.

2.° Solución de sal de Seignette:		
Sal de Seignette		200 grs.
Soda cáustica		150 grs.
Agua destilada Q. S. P.		1000 c.c.
3.° Solución de sulfato férrico:		
Sulfato férrico		50 grs.
Acido sulfúrico		200 grs.
Agua destilada Q. S. P.		1000 c.c.

Esta solución no debe contener sal ferrosa, porque reduce al permanganato.

4.° Solución de permanganato de potasio:

Permanganato de potasio		5 grs.
Agua destilada Q. S. P.		1000 c.c.

Ejecución del método:

En un balón cónico de 150 c.c. de capacidad, se ponen 20 c.c. de la solución azucarada a analizar (a una dilución tal que estos 20 c.c. contengan entre 10 y 100 miligramos de azúcar reductor). Se agregan 20 c.c. de la solución N.° 1 y 20 c.c. de la solución N.° 2; se calienta sobre mechero hasta ebullición, se mantiene la ebullición exactamente 3 minutos. Al cabo de este tiempo se retira del fuego y se deja decantar el óxido de cobre formado, durante  $\frac{1}{2}$  minuto. Se filtra sobre filtro BERTRAND, provisto de amianto digerido (libre de hierro). El líquido debe pasar fuertemente coloreado en azul, se lava con agua caliente el óxido de cobre, que en su mayor parte ha debido quedar en el balón; se filtra de nuevo sobre el mismo filtro. Estos lavados se repiten en la misma forma hasta que el agua de lavado quede libre de toda traza de licor cúprico. Hecho esto, se vacía y se lava el recipiente que llevaba el filtro BERTRAND, se adapta de nuevo el filtro, sobre el cual se encuentran las partículas de óxido de cobre que han pasado mientras se efectuaban los distintos lavados.

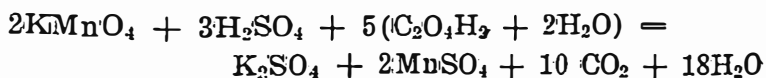
Se vuelcan entonces 5, 10 o 20 c.c. (es indiferente la cantidad, un exceso no perjudica, no debiendo quedar precipitado sin disolverse) de solución férrica (solución N.º 3), previamente calentada a 80° - 90° C., en el balón que contiene el óxido de cobre. Se vuelca esta solución sobre el filtro BERTRAND, de manera de disolver también las partículas de óxido de cobre que se encuentran sobre el amianto; se lava una o dos veces el balón con un poco de solución férrica y se la hace pasar por el filtro. Si la disolución del óxido restante sobre el amianto es incompleta, se remueve un poco la capa de amianto superior con un hilo de platino; finalmente se lava una o dos veces con agua destilada caliente.

El licor férrico y las aguas de lavado del balón que se han vaciado sobre el filtro de amianto, forman un licor de hermosa coloración verde agua, que se titula por medio de la solución de permanganato, cuyo título en cobre se ha determinado previamente.

La titulación de la solución de permanganato se efectúa por medio de una solución décimo, normal de ac. oxálico; para facilitar la conservación de esta solución se agregan antes de enrasar 50 c.c. de ácido sulfúrico puro, y se lleva con agua destilada a un litro.

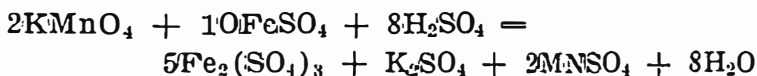
De esta solución se toman 25 c.c. que se ponen en matraz, y en una bureta graduada, de 50 c.c., se tiene la solución de permanganato, la que se vierte gota a gota sobre la solución de oxálico, hasta que el permanganato no se decolore más; esta reacción se efectúa en caliente.

De acuerdo con la siguiente fórmula:

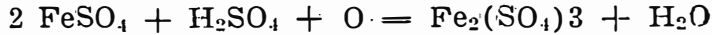


vemos que 1 átomo de O, o sean 2 equivalentes, oxidan a 1 molécula de ácido oxálico, o sean también 2 equivalentes.

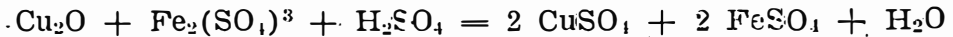
Según la reacción siguiente:



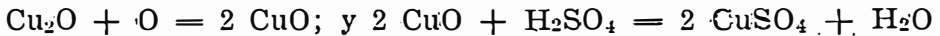
Se vé igualmente que la misma cantidad de O que oxida a una molécula de ácido oxálico, oxida a 2 FeSO<sub>4</sub>; como se comprueba a continuación:



Pero, según la siguiente fórmula:



siendo la misma cantidad de oxígeno la que oxida también a 2 Cu. (monovalente), puesto que 2 equivalentes de Cu<sub>2</sub>O se transforman en 2CuSO<sub>4</sub>; de acuerdo con la fórmula:



Luego 1 molécula de ácido oxálico o sean dos equivalentes, necesitan la misma cantidad de permanganato que 2 FeSO<sub>4</sub> y que una de Cu<sub>2</sub>O (o sean dos equivalentes de cobre) para oxidarse.

Por lo tanto, 126 grs. de ácido oxálico (C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>H<sub>2</sub> + 2 H<sub>2</sub>O) equivalen a 127,2 grs. de Cu (63,6 × 2); de donde los 25 c.c. de ácido oxálico N/10 (Ogrs. 1575) equivalen a:

$$\frac{127,2 \times 0,1575}{126} = 0,159 \text{ de Cu}$$

los c.c. de permanganato gastados para oxidar dicha cantidad de oxálico equivalen a 0,159 de Cu; dividiendo esta cifra por los c.c. de permanganato gastados, se tiene el título del permanganato expresado en cobre:

$$\frac{0,159}{\text{c.c. de KMnO}_4 \text{ gastados}} = \text{título en cobre por c.c.}$$

Conocido el título del permanganato, se multiplican los c.c. gastados por su título, y nos da los miligramos de Cu correspondientes a los 20 c.c. de solución azucarada analizada; con este dato se va a las tablas BERTRAND (Anexo II) y se determina la cantidad de azúcar en miligramos correspondientes a los 20 c.c. de solución.

Los valores que no están en las tablas se calculan por interpolación.

Utilizando este método determinamos sobre la misma muestra de melaza los azúcares reductores primitivos y totales, con y sin previa defecación, utilizando solución al 1,5 % para los reductores primitivos y al 0,5 % para los totales.

Reductores primitivos en %		Azúcar total en % (en azúcar invertido)	
Sin defecar	Defecando	Sin defecar	Defecando
11,39	11,13	54,25	53,10
11,39	11,13	54,25	54,83
11,39	11,13	53,10	53,10
11,39	11,12	—	—
11,13	11,13	—	—
<u>11,34</u>	<u>11,13</u>	<u>53,85</u>	<u>53,68 Prom.</u>

## B. — Sacarimetría gravimétrica

### 1. — Método BROWN, MORRIS y MILLAR

#### TECNICA. —

Preparación de las soluciones:

Por utilizarse los mismos reactivos que en el método de LANE y EYNON, a excepción del indicador que no se emplea, no repetiremos su preparación:

Ejecución del método:

50 c.c. de la solución de FEHLING se colocan en un vaso de precipitados cuya sección sea de 44 cm.2; se cubre el vaso con un vidrio de reloj y se inmerge en un baño de agua sometido a una ligera ebullición; se mantiene así durante 6 minutos, al cabo de este tiempo se agregan 50c.c. de la solución azucarada, el vaso se vuelve a cubrir con el vidrio de reloj y se mantiene en el baño de agua hirviente, exactamente durante 12 minutos. El óxido formado se filtra inmediatamente en un crisol de Gooch, bien provisto de amianto (ta-

pón de amianto de 3 mm. de espesor) previamente desecado y tarado, se lava bien con agua hirviendo y finalmente con un poco de alcohol. Después se deseca, para lo cual el crisol de GOOCH se coloca en un crisol ordinario, tomando las precauciones debidas para que no se adhiera al crisol exterior en el momento del calentamiento; el crisol se calienta primero moderadamente y finalmente se incinera sobre un mechero de Taclu para transformar el óxido cuproso en cúprico.

El amianto utilizado debe ser puesto primeramente a digerir con soda cáustica al 20 %, hirviéndolo durante 1 hora; en seguida con HCl caliente al 10 % durante 1 hora y finalmente se procede a un lavado completo con agua destilada caliente.

El amianto debe ser cuidadosamente elegido y no debe perder de peso en la incineración.

Cuando se vuelca la solución caliente de FEHLING se constata habitualmente un aumento de peso de 1 milígramo debido a la autoreducción, por lo que es necesario efectuar previamente una experiencia "en blanco" para cada nueva solución de FEHLING.

Esta experiencia se lleva a cabo en la siguiente forma: a 25 c.c. de la solución cúprica de Fehling se le agregan 25 c.c. de la solución de sal de Seignette y se le adicionan 50 c.c. de agua destilada y se procede con la misma técnica indicada para la solución azucarada. La autoreducción encontrada para este valor testigo (que habitualmente es inferior a un milígramo, si los productos son puros) se resta a la cantidad de óxido cúprico obtenido en el análisis de la solución azucarada.

El porcentaje de azúcar invertido se calcula mediante las tablas de BROWN, MORRIS y MILLAR.

De acuerdo con esta técnica procedimos a efectuar las determinaciones de reductores primitivos y totales de la misma muestra de melaza de caña, con y sin previa defecación.

Operamos con soluciones al 1 % para los reductores primitivos y al 0,5 % para el azúcar total.

**Reductores primitivos en %**      **Azúcar Total en %**  
 ( en azúcar invertido )

<i>Sin defecar</i>	<i>Defecando</i>	<i>Sin defecar</i>	<i>Defecando</i>
12,17	12,01	52,76	52,81
11,90	11,90	52,56	52,81
11,90	11,85	52,52	52,77
11,58	11,71	52,50	52,56
<u>11,51</u>	<u>11,51</u>	<u>52,49</u>	<u>52,54</u>
11,81	11,80	52,58	52,72 Promedio

**2. — Método de MUNSON y WALKER**

**TECNICA. —**

**Preparación de las soluciones:**

El licor de FEHLING requerido para la ejecución de este método se prepara de acuerdo a las indicaciones dadas para la técnica del procedimiento de LANE y EYNON.

**Preparación del amianto:**

Se digiere el amianto, que puede ser una variedad de anfíbol, con HCl (1 : 3) durante dos o tres días. Se lava hasta reacción neutra y se digiere durante un período similar con una solución de NaOH al 10 %. Entonces se trata durante unas horas con una solución caliente de tartrato alcalino (para este fin se pueden utilizar las soluciones viejas de tartrato alcalino) de igual fuerza que las usadas en la preparación del licor de FEHLING. Se lava el amianto hasta dejarlo libre de álcali; se digiere por varias horas con HNO<sub>3</sub> (1:3) y luego se lava hasta dejarlo libre de ácido. Se introduce en un Erlenmeyer y se le agita enérgicamente hasta reducirlo a una papilla. Se prepara el crisol de GOOCH haciendo un tapón de amianto de 6 milímetros de espesor y se lava el conjunto con agua destilada para arrastrar las partículas finas de amianto.

## Ejecución del método:

Se pone en un vaso de precipitados, de vidrio resistente a los álcalis, 25 c.c. de la solución de sulfato de cobre y 25 c.c. de la solución alcalina de tartrato y se agregan 50 c.c. de la solución en ensayo. Si se utilizara una cantidad menor de solución azucarada se lleva con agua destilada a un volumen de 100 c.c.

Se calienta el vaso a fuego directo, sobre malla metálica, regulando la llama, para que la ebullición comience a los 4 minutos. Se continúa la ebullición, exactamente, durante 2 minutos (es muy importante que estas indicaciones se observen estrictamente), para este fin se regula el mechero y es conveniente efectuar ensayos preliminares usando 50 c.c. del reactivo y 50 c.c. de agua antes de proceder a la determinación del análisis.

Se deja el vaso cubierto con un vidrio de reloj durante todo el calentamiento. Se filtra la solución en caliente, haciéndola atravesar una capa de amianto en un crisol de Gooch, utilizando para este fin el vacío. Se lava completamente el  $\text{Cu}_2\text{O}$  formado con agua destilada calentada a  $60^\circ \text{C}$ .

Puede pesarse directamente como  $\text{Cu}_2\text{O}$  o determinarse la cantidad de cobre reducido por los distintos métodos que hay para ello.

Si se recoge directamente como  $\text{Cu}_2\text{O}$ , el precipitado se lava enteramente con agua caliente, luego con 10 c.c. de alcohol y finalmente con 10 c.c. de eter; se seca el precipitado durante 30 minutos en una estufa de agua caliente a temperatura de ebullición del agua, se enfría en desecador y se pesa. Se calcula el peso del cobre metálico usando el factor 0,8882 por el que hay que multiplicar al peso del  $\text{Cu}_2\text{O}$ ; con este dato se recurre a las tablas de MUNSON y WALKER (Anexo III) que dan los miligramos de azúcar invertido correspondientes al peso de cobre.

Este método de pesar directamente el  $\text{Cu}_2\text{O}$  precipitado puede ser utilizado solamente para soluciones de azúcares reductores de una pureza relativamente alta. En los productos que contienen grandes cantidades de minerales o de impu-

rezas orgánicas (incluyendo la sacarosa) se determina el cobre por los métodos volumétricos del tiosulfato; permanganato; electróliticamente o por reducción en hidrógeno.

Se puede transformar también en CuO y el peso obtenido se multiplica por 0,8 para obtener el Cu y con este dato se va a las tablas.

### Operaciones para pesar el Cu como óxido cúprico

El precipitado de óxido cuproso recogido en el crisol de GOOCH se lava completamente con agua caliente, se seca en estufa y luego se calienta al rojo durante 15 minutos para oxidar el óxido cuproso a cúprico. Se enfría el crisol en desecador y se pesa rápidamente, ya que el óxido negro es higroscópico. Este peso por 0,8 nos da el peso del cobre.

El peso en miligramos de cobre reducido por una misma cantidad de azúcar reductor es variable, dependiendo sobre todo de la presencia o ausencia de la sacarosa. En la tabla se tiene en cuenta la presencia de sacarosa, a excepción de la columna que dice "Azúcar invertido"; por lo que en las tablas se encuentra una columna para el azúcar invertido solo, otra para la mezcla de azúcar invertido y sacarosa que contengan 0,4 grs. de azúcar total en 50 c.c. de la solución y otra columna para el azúcar invertido y sacarosa cuando los 50 c.c. contengan 2 grs. de azúcar total.

También hay tablas para las distintas clases de azúcar.

De acuerdo con esta técnica procedimos a las determinaciones de los reductores primitivos y totales de la misma muestra de melaza, efectuando la comparación entre las determinaciones realizadas con previa defecación y sin ella.

Reductores Primitivos en %		Azúcar total en % ( en azúcar invertido )	
<i>Sin defecar</i>	<i>Defecando</i>	<i>Sin defecar</i>	<i>Defecando</i>
12,12	12,13	53,52	53,32
12,03	11,90	53,52	53,29
11,71	11,88	53,49	53,29
11,50	11,85	53,40	53,22
11,43	11,17	53,16	53,15
<u>11,69</u>	<u>11,83</u>	<u>53,40</u>	<u>53,24</u> Promedio

## C. — Sacarimetría polarimétrica

## 1. — Método CLERGET. — Sacarosa verdadera. — Modificaciones de JAKSON - GILLES, 4.º método.

## TECNICA.—

Para este método se pesa un peso normal de la melaza; se pone en un matraz de 300 c.c.; se enrasa con agua destilada y se mezcla. Se agrega suficiente cantidad de sal seca de Horne para clarificar, evitando un exceso, pudiéndose fijar ya una cantidad determinada para los trabajos de rutina (5 - 10 grs.), se mezcla por medio de violenta agitación y se filtra sobre filtro seco, vertiendo todo el contenido del matraz en una sola vez. La eliminación del plomo no es esencial. Se transfieren 2 porciones de 50 c.c. del filtrado a 2 matraces de 100 c.c. y se agregan 20 c.c. de agua destilada en cada matraz.

A uno de estos matraces se le añaden 10 c.c. de una solución de NaCl de 231,5 grs. por litro; se completa el volumen a la temperatura a la cual se han de efectuar las operaciones y se polariza en un tubo de doble pared con circulación de agua. (La lectura calculada sobre la base del peso normal es igual a P).

Al otro matraz que contiene los otros 50 c.c. de solución se procede a invertirlo con HCl según el método de HERBERT S. WALKER, como sigue:

Se introduce un termómetro en el matraz y se sumerge el matraz en un baño maría caliente hasta que la temperatura sea exactamente de 65° C. Se retira el matraz del baño maría y se agregan 10 c.c. de HCl D.1.1029 a 20°/4° C. (24,85 Brix). Se mezcla por movimiento giratorio y se deja en reposo durante 30 minutos. Se enfría, se enrasa a la temperatura de las observaciones y se polariza en un tubo de doble pared con circulación de agua, regulando cuidadosamente la temperatura, para efectuarla a la misma temperatura a que se realizó la polarización directa. (La lectura calculada sobre la base del peso normal es igual a —P').

Las lecturas polarimétricas, tanto las directas como las inversas, deben ser el promedio de varias observaciones concordantes. Estas lecturas promedio se multiplican por 6 para obtener los valores P y —P'.

Se divide la suma algebraica P-P' por 3 (puesto que la solución original, era un tercio normal) y con este dato se busca en las tablas (Anexo IV) el valor del factor para esta concentración. Al factor se le resta la corrección de temperatura encontrada en la misma tabla, y se calcula la sacarosa por medio de la siguiente fórmula:

$$S = \frac{100 ( P - P' )}{F}$$

Aplicando este método los resultados obtenidos sobre la muestra de melaza analizada fueron los siguientes:

<i>Lectura sol, al 1/3 nor.</i>		<i>Valores norma- les de</i>		<i>P-P'</i>	$\frac{P-P'}{3}$	<i>Factor</i>	<i>Sacarosa en %</i>
<i>P</i>	<i>—P'</i>	<i>P</i>	<i>—P'</i>				
5.05	—3.31	30.30	—19.86	50.16	16.72	131.8672	38.03
5.11	—3.55	30.66	—21.30	51.96	17.32	131.8721	39.40
5.20	—3.71	31.20	—22.26	53.46	17.82	131.8754	40.54
<b>PROMEDIOS</b>							
5.12	—3.52	30.72	—21.12	51.84	17.28	131.8718	39.31

Como las lecturas fueron efectuadas a 20°C. no hay lugar a la corrección del factor.

### Cálculo del contenido en sacarosa

Químicamente los valores de la sacarosa se determinan multiplicando por 0,95 la diferencia entre el azúcar total (en azúcar invertido) y los reductores primitivos.

Operando con los promedios obtenidos en la aplicación

de los distintos métodos ensayados, los valores correspondientes al contenido en sacarosa, son los siguientes:

<i>Método</i>	<i>Defecando</i>	<i>Sin defecar</i>
Soxhlet . . . . .	41.16	41.31
Lane y Eynon . . . . .	40.54	40.69
Bertrand . . . . .	40.42	40.38
Brown, Morris y Millar . . . . .	38.87	38.73
Munson y Walker . . . . .	39.34	39.62

Según W. A. DAVIS en los laboratorios de la "Distillers Co. Research Institute" de Epsom, la sacarosa se calcula por diferencia entre el azúcar total hallado por el procedimiento de LANE y EYNON, sin previa defecación y los reductores primitivos sin previa defecación hallados por el procedimiento de BROWN, MORRIS y MILLAR. Aplicando esta forma de calcular la sacarosa, a los datos obtenidos, tenemos:

	<i>Azúcar total</i>	<i>Red. primitivos</i>	<i>Diferencia</i>	<i>Sacarosa</i>
Sin defecar . . . . .	54,45	11,81	42,64	40,51
Defecando . . . . .	54,30	11,83	42,47	40,35

En el cuadro que insertamos a continuación exponemos los valores promedios, hallados en la aplicación de las distintas técnicas expuestas:

<b>Método</b>	<b>Reductores primitivos</b>		<b>A. total en A. Invert</b>		<b>Sacarosa</b>	
	<i>Sin defecar</i>	<i>Defecando</i>	<i>Sin defecar</i>	<i>Defecando</i>	<i>Sin defecar</i>	<i>Defecando</i>
	%	%	%	%	%	%
Soxhlet . . . . .	13.02	12.54	56.50	55.87	41.31	41.16
Lane y Eynon . . . . .	11.62	11.63	54.45	54.30	40.69	40.54
Bertrand . . . . .	11.34	11.13	53.85	53.68	40.38	40.42
B. y M. Millar . . . . .	11.81	11.80	52.58	52.72	38.73	38.87
Munson y Walker . . . . .	11.69	11.83	53.40	53.24	39.62	39.34

Sacarosa Clerget:

Según IV método de Jackson-Gillis . . . . . 39.31 %

## Consideraciones sobre los datos promedios obtenidos:

### A. — Influencia de la defecación

De los resultados expuestos se deduce que para la determinación del azúcar en las melazas, cualquiera sea el método a seguir, volumétrico o gravimétrico, la defecación no es necesaria.

En efecto: la diferencia mayor encontrada es de 0,63 %, para el método SOXHLET, en la determinación de azúcar total y 0,48 % para los reductores, según el mismo método; pero en ninguno de los dos casos el error cometido por la no defecación es superior al error cometido al involucrar los reductores no fermentescibles dentro del azúcar total; que en el ensayo fermentativo, detallado en la segunda parte, alcanza a valores promedios de : 2,73 para el ensayo "A" y 2,15 para el ensayo "B".

Examinando los otros métodos, vemos que las diferencias entre los resultados obtenidos defecando y sin defecar son menores y ello se debe:

1.° Que en el método SOXHLET se hace dificultosa la apreciación del fin de la reacción y máxime cuando las soluciones no han sido sometidas a la defecación.

2.° El mayor error corresponde al azúcar total, lo que se explica por tratarse de soluciones con doble dilución que las utilizadas para la determinación de los reductores primitivos, elevándose así los errores cometidos.

El error encontrado por la falta de defecación es mayor en la determinación del azúcar total recientemente expuesta.

En los métodos gravimétricos y en el método BERTRAND, la no defecación desde el punto de vista de la técnica analítica no constituye obstáculo alguno para la realización de la misma; no sucede lo mismo en los métodos SOXHLET y LANE y EYNON, pues si bien los resultados no revisten diferencia significativa, la defecación facilita la apreciación del término de la reacción.

## B. — Consideraciones sobre los distintos métodos

De los resultados obtenidos se deduce que debe aplicarse siempre la misma técnica analítica para que los datos sean comparables.

Se ve claramente que es mayor el error de procedimiento, que el cometido por la ejecución o no de la defecación.

Teniendo en cuenta que los resultados corresponden a cifras obtenidas por dos operadores distintos, la diferencia mayor entre los casos extremos, dentro de un mismo procedimiento, corresponden al método SOXHLET; ello se debe a que no es precisa la determinación del punto final del análisis.

La diferencia menor entre las cifras extremas corresponde al método de LANE y EYNON.

Por causas ya expuestas son mayores los errores dentro del azúcar total, que en el azúcar reductor.

En lo referente a la sacarosa se observa que dan resultados más altos los procedimientos volumétricos que los gravimétricos.

Los métodos cuyos resultados han dado valores más comparables, son los de LANE y EYNON y BERTRAND, cuya mayor diferencia corresponde al dato del azúcar total defecada, en la que tenemos una diferencia de 0,62 %.

En lo que se refiere a la ejecución de los métodos, los volumétricos son más rápidos que los gravimétricos.

Dentro de los volumétricos ensayados el de mayor rapidez es el de LANE y EYNON.

**Método SOXHLET. — Ventajas:** No es necesario el empleo de tablas para efectuar el cálculo del contenido en azúcar de la solución.

**Inconvenientes:** Los reactivos, en su preparación, exigen exactitud en la pesada de sus componentes.

Imprecisión en el término de la reacción.

Ebullición prolongada, lo que trae aparejado una reducción del cobre.

No tiene en cuenta la presencia de sacarosa en las soluciones que se analizan.

Previa defecación, para facilitar el término de la reacción.

**Método LANE y EYNON.** — Ventajas: Rápido. Sencillo. Exactitud entre los operadores.

Fácil apreciación del término de la reacción.

Tiene en cuenta la presencia de sacarosa en proporciones distintas con otros azúcares.

**Inconvenientes:** Como el anterior, requiere exactitud en los reactivos, y previa titulación.

Factor de corrección para poder hacer uso de las tablas en caso de que su título difiera del utilizado en la confección de las tablas.

Tener presente la proporción en que interviene la sacarosa, o si sólo se trata de azúcar invertido.

Ensayo preliminar para determinar el gasto aproximado.

La defecación no es necesaria, pero facilita ver el cambio de coloración.

**Método BERTRAND.** Ventajas: Exacto; es conveniente que la solución de permanganato sea décimo normal, pues de lo contrario una pequeña diferencia en el gasto corresponde a una diferencia apreciable en el porcentaje.

No exige exactitud en las pesadas de los componentes de sus reactivos (puede pesarse en balanza común).

Las melazas coloreadas no son un inconveniente para determinar el fin de la reacción, pues ésta se efectúa indirectamente.

**Inconvenientes:** Requiere la utilización de cuatro soluciones distintas.

Titulación exacta de la solución de permanganato; filtración al vacío.

Lavado del precipitado. Utilización de tablas.

Digestión del amianto, dificultades de obtener amianto exento de hierro. Su ejecución requiere un tiempo largo.

Métodos GRAVIMÉTRICOS. — En cuanto a estos métodos se obtiene exactitud en los resultados; la preparación de las soluciones es sencilla y tienen en cuenta la presencia o ausencia de sacarosa.

Como inconvenientes, tenemos que son procesos largos, que exigen filtración al vacío; desecación, calcinación y pesada del filtrado; determinación de la autoreducción por una experiencia en blanco y empleo de tablas.

SACAROSA. — La sacarosa determinada por diferencia, da valores más altos en los métodos volumétricos que al polarímetro; en los gravimétricos la sacarosa se acerca más al valor polarimétrico.

En las determinaciones polarimétricas el mayor inconveniente radica en el error de lectura, pues una décima de grado corresponde a una diferencia notable en el porcentaje.

Otros inconvenientes radican en la necesidad de defecar y clarificar la solución; efectuar las lecturas (P y P') a la misma temperatura, no tolerándose una diferencia mayor de 1/5 de grado.

Presencia de sustancias extrañas que modifican el poder rotatorio de los azúcares, antes y después de la inversión.

Incertitud del valor de los divisores Clerget para los distintos tipos de melazas.

## RESUMEN:

I). La no defecación no altera los resultados; en ciertos métodos facilita la ejecución del mismo.

II). Utilizar el mismo método para obtener datos comparables.

III). De los métodos ensayados consideramos como los más convenientes los de LANE y EYNON y el de BERTRAND.

## II.—Determinación del poder alcohólico y valor fermentativo

### A. — Preparación del mosto

De acuerdo con la técnica indicada por W. A. DAVIS, procedimos a su preparación de la siguiente manera:

En un matraz Erlenmeyer de boca ancha, previamente tarado, pesamos 200 grs. de melaza, a los que agregamos 500 c.c. de agua de la canilla, 20 c.c. de  $H_2SO_4$  N/2 y 25 c.c. de una solución al 4 % de fosfato de amonio; se homogenizó y se trasvasó todo a un balón aforado de 1.000 c.c., previamente tarado; se enrasó y se pesó:

Peso del balón más mosto . . .	1.278,70	grs.
„ „ „ vacío . . . . .	211,44	„
„ „ mosto . . . . .	1.067,26	„

La densidad tomada por medio de un densímetro dió:  
1067

De acuerdo con esta determinación, pesamos respectivamente en dos matraces Erlenmeyer de 750 c.c. el peso correspondiente a 400 c.c. de mosto.

$$P = V \times D$$

$$P = 400 \times 1.067,26$$

$$P = 426,904$$

A cada uno de los matraces de 750 c.c. se le agregó a más de esta cantidad de mosto, 4 gotas del mismo mosto para compensar las pérdidas.

De cada uno de estos matraces se tomó 2 c.c. y 20 c.c., que se llevaron respectivamente a un tubo de ensayo y a un matraz Erlenmeyer de 100 c.c. de capacidad.

Los tubos de ensayo, los matracitos y los Erlenmeyer de 750 c.c. (provistos estos últimos con sus tubos de seguridad), se esterilizaron al autoclave a válvula abierta durante 1 hora.

**B. — Fermentación**

Día 27 - 4 - 1939.

Los tubos de ensayo mantenidos durante 4 horas en una estufa a 37° C. se sembraron con un cultivo puro de levadura de destilería de melaza.

Día 28 - 4 - 1939.

El contenido de los tubos de ensayo se trasvasó a los matracitos, que previamente permanecieron durante 4 horas en la estufa a 37° C.

Día 29 - 4 - 1939.

El contenido de los matracitos se trasvasó a los matraces de 750 c.c., previamente mantenidos a la estufa durante 4 horas a 37° C.

Efectuada esta operación los tubos de seguridad fueron provistos con 2,5 c.c. de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrado. Los matraces con sus tubos de seguridad ya provistos de ácido sulfúrico fueron pesados:

Matraz N.º 1 . . . . .	590,44	grs.
Matraz N.º 2 . . . . .	597,87	,,

Se colocaron en la estufa a 37° C. dejándolos fermentar durante 4 días, teniendo la precaución de agitarlos suavemente una vez al día.

Transcurrido este período, repetimos cotidianamente las pesadas (en una balanza de apreciación al centígramo) hasta que no se obtuvo una diferencia de peso mayor de 0,05 grs.

<i>Fecha</i>	<i>Matraz N.º 1</i>	<i>Pérd. de peso</i>	<i>Matraz N.º 2</i>	<i>Pérd. de peso</i>
29-4	590,440 grs.	—	597,870 grs.	—
3-5	580,240 ,,	10,200 grs.	586,215 ,,	11,655 grs.
4-5	576,800 ,,	3,440 ,,	583,600 ,,	2,615 ,,
5-5	575,600 ,,	1,200 ,,	582,100 ,,	1,500 ,,
6-5	574,810 ,,	0,790 ,,	581,250 ,,	0,850 ,,
7-5 (1)	—	—	—	—
8-5	573,950 ,,	0,860 ,,	580,945 ,,	0,305 ,,
9-5	573,950 ,,	0,000 ,,	580,945 ,,	0,000 ,,
<b>Pérdida total</b>		<b>16,490 grs.</b>		<b>16,925 grs.</b>

(1) El 7-5-1939 no se controló la pérdida de peso por ser domingo.

Terminada la fermentación, tomamos la densidad por medio de un densímetro a los mostos ya fermentados:

Ensayo N.º 1	Densidad	1.0275	a 15°C.
Ensayo N.º 2	„	1.0270	„ 15°C.

Teniendo en cuenta que la densidad inicial del mosto era de 1.067, hemos tenido una atenuación de:

Ensayo N.º 1	0,0395
Ensayo N.º 2	0,0400

Corresponde se llame la atención de que en la determinación del poder alcohólico y valor fermentativo debe utilizarse, además, para que los resultados sean comparativos, la misma raza de levadura.

Es un hecho conocido que las distintas razas de levaduras tienen distintas características, también, en cuanto al quantum de consumo de azúcar para llenar sus propias necesidades vitales.

Por otra parte, según las condiciones del medio, una misma raza puede hacer, para su propia vida, consumos diferentes de azúcar.

Por consiguiente, corresponde siempre establecer acuerdo previo, por lo expuesto, para obtener resultados concordantes, entre los analistas que apreciaran el valor industrial de las melazas en la expedición y en el recibo en fábrica, sobre los detalles de la técnica de control.

En la presente investigación utilizamos como agente fermentador el *Saccharomices maleii* (1). La técnica ya ha sido descripta.

### C. — Determinación del alcohol

Para cada uno de los dos ensayos efectuamos las siguientes operaciones:

---

(1) Que nos fuera proporcionado por la Sub Gerencia Técnica de Alcoholes de la Administración Nacional de Combustibles Alcohol y Portland

El ácido sulfúrico del tubo de seguridad se introdujo en un matracito de 100 c.c. que contenía hielo y se le agregó 5 c.c. de solución sódica al 50 % (queda con reacción débilmente ácida). El contenido de estos matrascitos conjuntamente con el mosto fermentado, se trasvasa a un balón aforado de 500 c.c., se enjuagan bien los matrascos y el recipiente donde se tomó la densidad, volcando estas aguas de lavado en el mismo balón de 500 c.c., y finalmente se enrasó.

Esta solución es la que utilizamos para la determinación del poder alcohólico, valor fermentativo, y azúcares reductores no fermentescibles; representando una solución de melaza al 16 % (80 grs. de melaza en 500 c.c.) puesto que la solución primitiva contenía 200 grs. de melaza (al 20 %) y de ésta se tomaron 400 c.c. (80 grs. de melaza) que fueron puestos a fermentar en los matrascos de 750 c.c.

De esta solución tomamos 100 c.c. medidos en un balón aforado de 100 c.c. transvasando el contenido a un balón de destilación, enjuagando bien el baloncito de 100 c.c. con agua destilada, en tres veces, no gastando más de 35 c.c. en total; volcándola en el baloncito de destilación. El mismo baloncito de 100 c.c. sirve para recoger el destilado, poniéndole previamente 5 c.c. de agua destilada, con objeto de que el tubo aductor del refrigerante en su extremidad inferior quede sumergido desde el comienzo de la destilación. Se destilan 95 c.c., se lava la extremidad del tubo aductor con un poco de agua. Se trasvasa la totalidad del destilado a un segundo balón de destilación, enjuagando el baloncito de 100 c.c. con 35 c.c. de agua. Se lleva el destilado a reacción alcalina con soda al 50 % y se vuelve a destilar llevando a 100 c.c., con las mismas precauciones de la operación anterior.

Sobre este destilado se tomó la densidad por medio de un picnómetro, y se procedió a determinar el grado alcohólico, el poder alcohólico y el valor fermentativo.

Datos obtenidos para el ensayo N.º 1

Peso del picnómetro más alcohol . . .	72 grs.	9900
"    "    "    vacío . . . . .	23 "	3904
"    "    del alcohol . . . . .	49 "	5986

•	Peso del picnometro más agua . . . . .	73	grs.	3266
	„ „ „ vacío . . . . .	23	„	3904
	„ „ agua . . . . .	49	„	9362

Densidad:

$$49,5986 : 49,9362 = 0,99321 \text{ a } 15^{\circ}\text{C.}$$

Valiéndonos de las tablas de la riqueza alcohólica de las mezclas acuosas en función de su densidad determinamos el grado alcohólico.

En las tablas encontramos los siguientes valores:

<i>Densidad</i>	<i>Dif</i>	<i>Grado</i>	<i>Dif.</i>
0.99330		4 <sup>o</sup> 6	
0.99317	13	4 <sup>o</sup> 7	0 <sup>o</sup> 1

$$0,99330 - 0,99321 = 0,00009$$

$$13 : 0,1 :: 9 : X$$

$$X = 0,062923 = 0,07$$

$$4^{\circ}6 - 0,07 = 4^{\circ}67 \text{ Grado alcohólico}$$

Es decir, que 100 c.c. de la solución de melaza al 16 % han suministrado 4,67 c.c. de alcohol a 100°.

En función de este dato determinamos la cantidad de alcohol absoluto suministrados por 100 kilos de melaza, a lo que se llama "Poder alcohólico".

0,016 kls. de melaza . . . . .	0,00467 lts alcohol 100.°
100.— „ „ „ . . . . .	X

$$X = 29,1875 \text{ Poder Alcohólico}$$

Con los datos obtenidos determinamos el "Valor fermentativo" de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\frac{100}{a} \times \frac{b}{64,3} \times 100$$

en la que "a" representa a los azúcares totales determinados por el método de LANE y EYNON sin previa defecación y "b" el poder alcohólico y 64,3 los c.c. obtenidos a partir de

100 grs. de exosa, sin tener en cuenta la relación de PASTEUR entre azúcar desaparecido y alcohol obtenido.

$$\frac{100}{54,45} \times \frac{29,1875}{64,3} \times 100 = 83,36 \% \text{ Valor fermentativo.}$$

Datos obtenidos para el ensayo N.º 2:

Peso del picnómetro más alcohol	72 grs.	9330
„ „ „ vacío . .	23 „	3904
„ „ alcohol	49 „	5926

Densidad:

$$49,5926:49,9362 = 0,99311 \text{ a } 15^{\circ} \text{ C.}$$

En las tablas tenemos los siguientes valores:

<i>Densidad</i>	<i>Dif.</i>	<i>Grado</i>	<i>Dif.</i>
0,99317	14	4 <sup>07</sup>	0 <sup>01</sup>
0,99303		4 <sup>08</sup>	

$$0,99317 - 0,99311 = 0,00006$$

$$14: 0,1 :: 6 : X$$

$$X = 0,04$$

$$4^{07} + 0^{04} = 4^{074} \text{ Grado alcohólico}$$

Poder alcohólico:

0,016 Kls. de melaza . . . . .	0,00474 lts. Alcohol 100 <sup>o</sup>
100.— „ „ „ . . . . .	X .

$$X = 29,6250 \text{ Poder alcohólico}$$

El valor fermentativo es:

$$\frac{100}{54,45} \times \frac{29,6250}{64,3} \times 100 = 84,61 \% \text{ Valor fermentativo}$$

Promediando los resultados obtenidos en los dos ensayos, tenemos:

$$\frac{0,99321 + 0,99311}{2} = 0,99316$$

Según las tablas, a esta densidad corresponde un grado alcohólico de:

4°71 Grado alcohólico

El poder alcohólico calculado como se dijo anteriormente es de:

29,4375 Poder alcohólico

A lo que corresponde un valor fermentativo de:

84,08 % Valor fermentativo

Oscilando el valor fermentativo de las diferentes melazas entre 80 y 90 %, constatamos que la melaza analizada puede clasificarse entre las de mediana calidad; dato que será corroborado por el tensor de "glutosa", que expresado en azúcar invertido, dió un valor de 2.735 % en promedio para la melaza analizada.

#### Determinación de "Reductores no fermentescibles"

En el mosto fermentado se encuentra una cantidad relativamente elevada de sustancias reductoras, que se designan con el nombre global de "glutosa".

En su composición, aún incierta, influyen las características de las diversas clases de melazas.

Es muy probable que estén presentes otras clases de glúcidos, lentamente fermentescibles o no fermentescibles por completo.

Se expresa la "glutosa" en azúcar invertido, variando su contenido en las melazas, según su origen y procedimiento utilizado en la fabricación.

Terminada la fermentación se procedió a dosificar los reductores no fermentescibles en la siguiente forma:

De la solución preparada como se dijo en "C" (pág. 47) que representa 80 grs. de melaza en 500 c.c. (16 %), se tomó 50 c.c. que fueron llevados con agua destilada, previa

neutralización con hidrato de sodio al 50 %, y agregado de 5 c.c. de crema de alúmina, a un volumen de 200 c.c.: lo que representa una solución de melaza al 4 %. Se agitó y se filtró, sobre el filtrado se procedió a determinar los reductores no fermentescibles por el procedimiento BROWN, MORRIS y MILLAR.

Datos para el ensayo N.º 1:

CuO precipitado 0.1365 grs.

La autoreducción para el licor de FEHLING en el ensayo en blanco fué de 0,00 15

$0.1365 - 0,0015 = 0,1350$  de CuO

Con este valor interpolado en las tablas de BROWN, MORRIS y MILLAR hallamos para los 50 c.c. de solución empleada un contenido de 55,04 miligramos de azúcar invertido.

100 c.c. de esta solución contienen:

$55,04 \times 2 = 110,08$   
 110,08 . . . . 4 grs. de melaza  
 X . . . .100 grs.

X = 2.75 % de azúcar reductor no fermentescible, expresado en azúcar invertido.

Datos para el ensayo N.º 2:

CuO precipitado .0.1351 grs.  
 $0.1351 - 0.0015 = 0.1336$

A 0.1336 de CuO corresponden 54,49 miligramos de azúcar invertido, los que están contenidos en 50 c.c. de solución y que equivalen a 108,98 miligramos de azúcar invertido en 100 c.c. de solución de melaza o sea en 4 grs. de melaza, por tratarse de una solución al 4 %.

108,98 . . . . . 4 grs. melaza  
 X . . . . . 100 grs. melaza

X = 2,72 % de azúcar reductor no fermentescible en azúcar invertido.

El promedio para los dos ensayos precedentes es de:

2,735 %

Dado que el poder reductor de la "glutosa" se considera como la mitad del de la glucosa, en realidad tenemos 5,47 % de sustancias reductoras no fermentescibles.

Este dato nos demuestra que es mayor el error cometido al involucrar la "glutosa" como azúcar invertido (en este caso de 2,735 %) que el que se comete al dosificar los azúcares sin previa defecación.

Esto es en lo que atañe al destilador; pero desde el punto de vista del stock glúcido total de la melaza, se comete un error del 50 % al involucrar la "glutosa" conjuntamente con los azúcares invertidos, dado que su poder reductor es medio del de la azúcar invertido y en nuestro caso tendríamos 5,47 % de "glutosa" expresada como tal.

Como deducción de lo antedicho, consideramos que las sustancias reductoras, como dice W. A. DAVIS, deberían ser expresadas "en azúcares reductores" calculadas en "azúcar invertido"; pero no expresarlas directamente como azúcar invertido, pues, como queda demostrado esto puede inducir a error.

El porcentaje en azúcar de las melazas no constituye, en general, un dato suficientemente exacto para juzgar a las mismas, puesto que no nos expresa con precisión el azúcar útil de las melazas, como fuente productora de alcohol.

La determinación del poder alcohólico y del valor fermentativo de las melazas se hace indispensable por lo tanto para fijar criterio respecto a su contenido útil de azúcar, susceptible de transformarse en alcohol.

De acuerdo con la técnica precedentemente descrita ensayamos nuevamente la determinación del poder alcohólico y valor fermentativo, obteniendo los resultados siguientes:

Peso del balón más mosto . . . . .	1.280,07 grs.
„ „ „ vacío . . . . .	211,67 „
„ „ mosto . . . . .	1.068.40 „

La densidad tomada por medio de un densímetro dió:  
1.0681

De acuerdo con la densidad se puso el peso equivalente a 400 c.c. de mosto, en los balones N.º 1 y N.º 2, más el agregado de 4 gotas de mosto, es decir, que cada balón contenía 427,36 grs. más 4 gotas de mosto.

Fermentación:

Día 15 - 5 - 1939.

Se sembraron los tubos de ensayo.

Día 16 - 5 - 1939.

No estando en actividad los cultivos no se trasvasaron a los matraces de 100 c.c.

Día 17 - 5 - 1939.

Se trasvasaron a los matracitos de 100 c.c.

Día 18 - 5 - 1939.

Por ser día feriado no se pudo trasvasar el cultivo a los matraces de 750 c.c.

Día 19 - 5 - 1939.

Se trasvasó el contenido de los matraces de 100 c.c. a los de 750 c.c., se puso ácido sulfúrico a los tubos de seguridad y se procedió a pesarlos.

<i>Fecha</i>	<i>Matraz N.º 1</i>	<i>Pérd. de peso</i>	<i>Matraz N.º 2</i>	<i>Pérd. de peso</i>
19-5	596,50 grs.	—	589,25 grs.	—
24-5	583,60 „	12,9 grs.	576,35 „	12,90 grs
25-5	581,03 „	2,57	574,20 „	2,15 „
26-5	579,95 „	1,08	573,00 „	1,20 „
27-5	579,78 „	0,17	572,65 „	0,35 „
28-5 <sup>(*)</sup>	—	—	—	—
29-5	579,48 „	0,30	572,23 „	0,42 „
30-5	579,46 „	0,02	572,21 „	0,02 „
<b>Pérdida total</b>		<b>17,04 grs.</b>		<b>17,04 „</b>

(\*) El 28/5/39 no se controló la pérdida de peso por ser domingo.

El 20/5/39; 21/5/39 y  $\frac{1}{2}$  día del 22/5/39, por defecto en la instalación eléctrica la estufa permaneció a 25° C.

La densidad tomada a 15° C., de los mostos fermentados fué de:

Ensayo N.º 1	Densidad	1.0265
Ensayo N.º 2	Densidad	1.0265

Teniendo en cuenta que la densidad inicial era de 1.0684, hemos tenido una atenuación de:

0.0419 para ambos ensayos.

En el primer ensayo la duración de la prueba fermentativa fué de 13 días, del 27/4/39 al 9/5/39.

En este segundo ensayo la duración fué de 16 días, la diferencia de la duración de la fermentación entre ambos ensayos se explica, porque en este último el cultivo permaneció 1 día más en los tubos de ensayo y otro día más en los matracitos de 100 c.c., el tercer día, por interrupción de la corriente eléctrica.

Como veremos inmediatamente, por la determinación del valor fermentativo, en este segundo ensayo, a pesar de tener una caída de densidad mayor que en la del primero, obtuvimos un valor fermentativo ligeramente menor, causa que atribuimos al tiempo de más que permaneció el cultivo en los tubos de ensayo y en los matracitos de 100 c.c., dando lugar a posibles pérdidas por entrar el mosto en franca fermentación; cosa que no notamos en el primer ensayo, pues al trasvasar el mosto de los tubos de ensayo a los matracitos y de éstos a los matraces grandes, el cultivo daba la impresión de no estar activo, es decir, que no había fermentación franca.

Determinación del alcohol:

Ensayo N.º 1	Densidad	0.99316	4º71
Ensayo N.º 2	Densidad	0.99318	4º69

## Poder alcohólico:

Ensayo N.º 1	29,4375 lts. alcohol	a	100º
Ensayo N.º 2	29,3125	,, ,, ,,	100º

## Valor fermentativo:

Ensayo N.º 1	84,08 %
Ensayo N.º 2	83,72 %

## Valores promedios:

Densidad . . . .	0.99317
Grado alcohólico	4º7
Poder alcohólico	29.375
V. fermentativo	83,90 %

## Reductores no fermentescibles:

Determinados en igual forma que para el primer ensayo, los resultados obtenidos son los siguientes:

CuO obtenido . . . . .	0.10725	0.1072
Autoreducción . . . . .	0.0015	0.0015
CuO corregido . . . . .	0.10575	0.1057
Reductores en % . . . .	2,15	2,15

Promedio 2.15 %. Reductores no fermentescibles en azúcar invertido.

En este ensayo se comprueba, al igual que en el anterior, que al involucrar los reductores no fermentescibles (en este caso 2.15 %), se comete un error mayor que el que arrojan los resultados obtenidos al dosificar el contenido en azúcar de la melaza, tratada o no por un agente defecante; error que alcanzó a 0,63 % en su límite máximo en el método SOXHLET al determinar el azúcar total.

## CONCLUSIONES

En el comercio internacional de melazas, se utilizan exclusivamente, en la actualidad, los métodos químicos en la caracterización y apreciación de su valor industrial.

De lo ya expuesto se comprueba que esta práctica se fundamenta en la posibilidad de que la apreciación industrial de las melazas, pueda verificarse en laboratorios distintos, en igualdad de condiciones de técnicas, y rápidamente, lo que es imprescindible para una exacta y correcta comparación de los resultados.

El método fermentativo desde este punto de vista, plantearía algunos problemas, dadas las características actuales de los laboratorios de control de melazas, y el tiempo limitado de que se dispone generalmente para la recepción; además de exigir uniformidad en el empleo del agente biológico fermentador.

Por otra parte, y lo demuestra ya la experiencia en las condiciones del comercio internacional de otros productos, las normas de control responden a acuerdos y prácticas internacionales que sólo se pueden modificar, en general, por acuerdo de los organismos pertinentes.

Pero, no obstante, la apreciación del valor fermentativo puede insistirse en plantearlo como una aspiración de más completo control, debidamente standarizado, en las reuniones internacionales y puede, además, ser útil sobre todo en la práctica industrial.

Es indudable que en la industria del alcohol, en la que la melaza es su materia prima, interesa conocer la cantidad y pureza del alcohol que es capaz de producir, para fijar criterio respecto de su calidad.

La calidad, no convendría deducirla exclusivamente del análisis químico, puesto que no siempre puede corresponder a un mayor porcentaje de azúcar un aumento proporcional en alcohol, y esto puede ser debido a que el "azúcar" no fermenta en su totalidad, aún en las mejores condiciones de trabajo, particularmente el azúcar reductor, es en el que se

encuentra el más elevado porcentaje de azúcares no fermentables.

Hay conveniencia en recurrir al ensayo del "valor fermentativo", para obtener una más completa expresión del valor industrial de la melaza, siempre que sea posible.

El valor fermentativo no excluye el análisis químico, puesto que el cálculo se basa en la relación existente entre el alcohol que teóricamente se obtiene a partir del azúcar, determinado por el análisis químico, y el alcohol prácticamente obtenido al efectuar el ensayo a las condiciones más próximas a las utilizadas en la industria.

El análisis químico puede revelar el mismo contenido en azúcar para muestras distintas de melazas; y su valor fermentativo, sin embargo, puede ser diferente, teniendo como causa los distintos procesos empleados en su obtención, y las características de la materia prima de la que provienen.

Si se comparan los resultados obtenidos entre ambos ensayos (refiriéndonos a los promedios, dado que esta prueba debe efectuarse siempre en ensayos dobles) se observa que, los resultados sólo arrojan una diferencia de 0,18 %.

Dada la sencillez de su ejecución, se destaca como inconveniente, el tiempo que requiere para llevar a término, el desarrollo completo de la prueba.

La determinación del poder alcohólico y valor fermentativo reducida en su valor de método comercial de apreciación de la melaza, por lo expuesto, presenta sin embargo, ventajas en su empleo en fábrica, como complemento de la investigación química y para una más amplia y precisa apreciación del rendimiento y de la calidad de la producción; tal como se le practica en la Destilería de Alcoholes de la Administración Nacional de Combustibles, Alcohol y Portland, del Uruguay.

El presente estudio, llevado a cabo en los laboratorios de la Cátedra de Industrias Agrícolas, Profesor Ing. Agr. Pedro Menéndez Lees, fué terminado el mes de Setiembre de 1939.

## ANEXO N.º 1

### Tabla de LANE y EYNON

Para 10 c. c. de solución de Fehling ( título 0.05 ).

Soluciones que contienen sacarosa además de A. invertido.

c. c. gasta- dos	<i>No sa- carosa</i>	<i>Gramos de sacarosa por 100 c. c. de solución</i>				
		0.17 a 0.30 gr.	1 gr.	5 gr.	10 gr.	25 gr.
15	336.—	335.—	333.—	317.—	307.—	289.—
16	316.—	315.—	312.—	297.—	288.—	271.—
17	298.—	297.—	295.—	280.—	271.—	255.—
18	282.—	281.—	278.—	264.—	256.—	240.—
19	267.—	266.—	264.—	250.—	243.—	227.—
20	254.5	253.5	251.—	238.—	230.5	216.—
21	242.9	241.9	239.—	226.7	219.5	206.—
22	231.8	230.8	228.2	216.4	209.5	196.—
23	222.2	221.2	218.7	207.0	200.4	187.—
24	213.3	212.3	209.8	198.3	192.1	179.—
25	204.8	203.8	201.6	190.4	184.0	171.—
26	197.4	196.4	193.8	183.1	176.9	164.—
27	190.4	189.4	186.7	176.4	170.4	158.—
28	183.7	182.7	180.2	170.3	164.3	152.—
29	177.6	176.6	174.1	164.5	158.6	147.—
30	171.7	170.7	168.3	159.0	153.3	142.—
31	166.3	165.3	163.1	153.9	148.1	137.—
32	161.2	160.2	158.1	149.1	143.4	132.—
33	156.6	155.6	153.3	144.5	139.1	128.—
34	152.2	151.2	148.9	140.3	134.9	124.—
35	147.9	146.9	144.7	136.3	130.9	121.—
36	143.9	142.9	140.7	132.5	127.1	117.—
37	140.2	139.2	137.0	128.9	123.5	114.—
38	136.6	135.6	135.5	125.5	120.3	111.—
39	133.3	132.3	130.2	122.3	117.1	107.—
40	130.1	129.1	127.0	119.2	114.1	104.—
41	127.1	126.1	123.9	116.3	111.2	102.—
42	124.2	123.2	121.0	113.5	108.5	99.—
43	121.4	120.4	118.2	110.9	105.8	97.—
44	118.7	117.7	115.6	108.4	103.4	94.—

Los números indican la cantidad de miligramos de azúcar invertido contenidos en 100 c. c. de la solución analizada.

## ANEXO N.º II

### Tablas de G. BERTRAND

#### AZUCAR INVERTIDO

<i>Azúcar en milig</i>	<i>Cobre en milig</i>	<i>Azúcar en milig</i>	<i>Cobre en milig.</i>	<i>Azúcar en milig.</i>	<i>Cobre en milig</i>
10	20,6	41	79,5	71	130,8
11	22,6	42	81,2	72	132,4
12	24,6	43	83,0	73	134,0
13	26,5	44	84,8	74	135,6
14	28,5	45	86,5	75	137,2
15	30,5	46	88,3	76	138,9
16	32,5	47	90,1	77	140,5
17	34,5	48	91,9	78	142,1
18	36,4	49	93,6	79	143,7
19	38,4	50	95,4	80	145,3
20	40,4	51	97,1	81	146,9
21	42,3	52	98,8	82	148,5
22	44,2	53	100,6	83	150,0
23	46,1	54	102,3	84	151,6
24	48,0	55	104,0	85	153,2
25	49,8	56	105,7	86	154,8
26	51,7	57	107,4	87	156,4
27	53,6	58	109,2	88	157,9
28	55,5	59	110,9	89	159,5
29	57,4	60	112,6	90	161,1
30	59,3	61	114,3	91	162,6
31	61,1	62	115,9	92	164,2
32	63,0	63	117,6	93	165,7
33	64,8	64	119,2	94	167,3
34	66,7	65	120,9	95	168,8
35	68,5	66	122,6	96	170,3
36	70,3	67	124,2	97	171,9
37	72,2	68	125,9	98	173,4
38	74,0	69	127,5	99	175,0
39	75,9	70	129,2	100	176,5
40	77,7				

## ANEXO N.º II

### Tablas de G. BERTRAND

#### GLUCOSA

<i>Azúcar en milig</i>	<i>Cobre en milig</i>	<i>Azúcar en milig</i>	<i>Cobre en milig</i>	<i>Azúcar en milig</i>	<i>Cobre en milig</i>
10	20,4	41	79,3	71	131,4
11	22,4	42	81,1	72	133,1
12	24,3	43	82,9	73	134,7
13	26,3	44	84,7	74	136,3
14	28,3	45	86,4	75	137,9
15	30,2	46	88,2	76	139,6
16	32,2	47	90,0	77	141,2
17	34,2	48	91,8	78	142,8
18	36,2	49	93,6	79	144,5
19	38,1	50	95,4	80	146,1
20	40,1	51	97,1	81	147,7
21	42,0	52	98,9	82	149,3
22	43,9	53	100,6	83	150,9
23	45,8	54	102,3	84	152,5
24	47,7	55	104,1	85	154,0
25	49,6	56	105,8	86	155,6
26	51,5	57	107,6	87	157,2
27	53,4	58	109,3	88	158,8
28	55,3	59	111,1	89	160,4
29	57,2	60	112,8	90	162,0
30	59,1	61	114,5	91	163,6
31	60,9	62	116,2	92	165,2
32	62,8	63	117,9	93	166,7
33	64,6	64	119,6	94	168,3
34	66,5	65	121,3	95	169,9
35	68,3	66	123,0	96	171,5
36	70,1	67	124,7	97	173,1
37	72,0	68	126,4	98	174,6
38	73,8	69	128,1	99	176,2
39	75,7	70	129,8	100	177,8
40	77,5				

ANEXO N.º III

Tabla de MUNSON y WALKER

Para azúcar invertido solo, y azúcar invertido en presencia de sacarosa.

Oxido cuproso Cu <sub>2</sub> O	Cobre Cu	Azúcar invertido	Azúcar invertido y sacarosa		Oxido cuproso Cu <sub>2</sub> O	Cobre Cu	Azúcar invertido	Azúcar invertido y sacarosa	
			0.4 grms. azúcar total	2 grms. azúcar total				0.4 grms. azúcar total	2 grms. azúcar total
10	8.9	4.5	1.6	.....	250	222.1	116.4	115.1	109.0
15	13.3	6.7	3.9	.....	255	226.5	118.9	117.6	111.5
20	17.8	8.9	6.1	.....	260	231.0	121.4	120.1	114.0
25	22.2	11.2	8.4	.....	265	235.4	123.9	122.6	116.5
30	26.6	13.4	10.7	4.3	270	239.8	126.4	125.1	119.0
35	31.1	15.6	12.9	6.5	275	244.3	128.9	127.7	121.6
40	35.5	17.8	15.2	8.8	280	248.7	131.4	130.2	124.1
45	40.0	20.1	17.5	11.1	285	253.2	133.9	132.7	126.6
50	44.4	22.3	19.7	13.4	290	257.6	136.4	135.3	129.2
55	48.9	24.6	22.0	15.7	295	262.0	138.9	137.8	131.7
60	53.3	26.8	24.3	18.0	300	266.5	141.5	140.4	134.2
65	57.7	29.1	26.6	20.3	305	270.9	144.0	142.9	136.8
70	62.2	31.3	28.9	22.6	310	275.4	146.6	145.5	139.4
75	66.6	33.6	31.2	24.9	315	279.8	149.1	148.1	141.9
80	71.1	35.9	33.5	27.3	320	284.2	151.7	150.7	144.5
85	75.5	38.2	35.8	29.6	325	288.7	154.3	153.2	147.1
90	79.9	40.4	38.2	31.9	330	293.1	156.8	155.8	149.7
95	84.4	42.7	40.5	34.2	335	297.6	159.4	158.4	152.3
100	88.8	45.0	42.8	36.6	340	302.0	162.0	161.0	154.8
105	93.3	47.3	45.2	38.9	345	306.5	164.6	163.7	157.5
110	97.7	49.6	47.5	41.3	350	310.9	167.2	166.3	160.1
115	102.2	51.9	49.8	43.6	355	315.3	169.8	168.9	162.7
120	106.6	54.3	52.2	46.0	360	319.8	172.5	171.5	165.3
125	111.0	56.6	54.5	48.3	365	324.2	175.1	174.2	167.9
130	115.5	58.9	56.9	50.7	370	328.7	177.7	176.8	170.6
135	119.9	61.2	59.3	53.1	375	333.1	180.4	179.5	173.2
140	124.4	63.6	61.6	55.5	380	337.5	183.0	182.1	175.9
145	128.8	65.9	64.0	57.8	385	342.0	185.7	184.8	178.5
150	133.2	68.3	66.4	60.2	390	346.4	188.4	187.5	181.2
155	137.7	70.6	68.8	62.6	395	350.9	191.0	190.2	183.9
160	142.1	73.0	71.2	65.0	400	355.3	193.7	192.9	186.5
165	146.6	75.3	73.6	67.4	405	359.7	196.4	195.6	189.2
170	151.0	77.7	76.0	69.8	410	364.2	199.1	198.3	191.9
175	155.5	80.1	78.4	72.2	415	368.6	201.8	201.0	194.6
180	159.9	82.5	80.8	74.6	420	373.1	204.6	203.7	197.3
185	164.3	84.9	83.2	77.1	425	377.5	207.3	206.5	200.0
190	168.8	87.2	85.6	79.5	430	382.0	210.0	209.2	202.7
195	173.2	89.6	88.0	81.9	435	386.4	212.8	212.0	205.5
200	177.7	92.0	90.5	84.4	440	390.8	215.5	214.7	208.2
205	182.1	94.5	92.9	86.8	445	395.3	218.3	217.5	211.0
210	186.5	96.9	95.4	89.2	450	399.7	221.1	220.2	213.7
215	191.0	99.3	97.8	91.7	455	404.2	223.9	223.0	216.5
200	195.4	101.7	100.3	94.2	460	408.6	226.7	225.8	219.2
225	199.9	104.2	102.7	96.6	465	413.0	229.5	228.6	222.0
230	204.3	106.6	105.2	99.1	470	417.5	232.3	231.4	224.8
235	208.7	109.1	107.7	101.6	475	421.9	235.1	234.2	227.6
240	213.2	111.5	110.1	104.0	480	426.4	237.9	237.1	230.3
245	217.6	114.0	112.6	106.5	485	430.8	240.8	239.9	233.2
...	.....	.....	.....	.....	490	435.3	243.6	242.7	236.0

Tabla del IV, Método de JACKSON - GILLIS, para el Clerget

La columna N.º 1 es la suma algebraica de P - P', con corrección a lo normal. La columna N.º 2 es el divisor Clerget que corresponde al valor de P - P'.

A los valores indicados en la columna N.º 2, se le restan las correcciones aquí indicadas, cuando la temperatura a que se ha efectuado la lectura sea superior a 20° C.

No. 1	No. 2	No. 1	No. 2	No. 1	No. 2	No. 1	No. 2
5	131.78	40	132.01	77	132.26	117	132.52
7	131.80	45	132.04	80	132.28	120	132.54
10	131.82	50	132.08	83	132.29	122	132.56
12	131.83	55	132.11	85	132.31	125	132.58
15	131.85	60	132.15	87	132.33	127	132.59
17	131.87	63	132.16	90	132.35	130	132.61
20	131.89	65	132.18	95	132.38	132.63	132.63
22	131.90	67	132.19	100	132.41	133	132.63
25	131.92	70	132.21	105	132.44		
30	131.95	72	132.22	110	132.47		
35	131.98	75	132.24	115	132.51		

CORRECCIONES DE TEMPERATURA, POR RESTAR

Cº.	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
20	0.00	0.05	0.11	0.16	0.21	0.27	0.32	0.37	0.42	0.48
21	0.53	0.58	0.64	0.69	0.74	0.80	0.85	0.90	0.95	1.01
22	1.06	1.11	1.17	1.22	1.27	1.33	1.38	1.43	1.48	1.54
23	1.59	1.64	1.70	1.75	1.80	1.86	1.91	1.96	2.01	2.07
24	2.12	2.17	2.23	2.28	2.33	2.39	2.44	2.49	2.54	2.60
25	2.65	2.70	2.76	2.81	2.86	2.92	2.97	3.02	3.07	3.13
26	3.18	3.23	3.29	3.34	3.39	3.44	3.50	3.55	3.60	3.66
27	3.71	3.76	3.82	3.87	3.92	3.98	4.03	4.08	4.13	4.19
28	4.24	4.29	4.35	4.40	4.45	4.51	4.56	4.61	4.66	4.72
29	4.77	4.82	4.88	4.93	4.98	5.04	5.09	5.14	5.19	5.25
30	5.30	5.35	5.41	5.46	5.51	5.57	5.62	5.67	5.72	5.78
31	5.83	5.88	5.94	5.99	6.04	6.10	6.15	6.20	6.25	6.31
32	6.36	6.41	6.47	6.52	6.57	6.63	6.68	6.73	6.78	6.84
33	6.89	6.94	7.00	7.05	7.10	7.15	7.21	7.26	7.31	7.37
34	7.42	7.47	7.53	7.58	7.63	7.69	7.74	7.79	7.84	7.90
35	7.95	8.00	8.06	8.11	8.16	8.22	8.27	8.32	8.37	8.43

**ANEXO N.º V**

**Tabla de BROWN, MORRIS y MILLAR**

**ANEXO N.º V**

<i>Azúcar invertido en miligramos</i>	<i>CuO pesado en grs.</i>
50	0.1221
55	0.1349
60	0.1474
65	0.1598
70	0.1721
75	0.1840
80	0.1963
85	0.2084
90	0.2200
95	0.2317
100	0.2430
105	0.2550
110	0.2668
115	0.2783
120	0.2989
125	0.3009
130	0.3121
135	0.3232
140	0.3339
145	0.3448
150	0.3546
155	0.3655
160	0.3764
165	0.3869
170	0.3971
175	0.4076
180	0.4177
185	0.4276
190	0.4376
195	0.4476
200	0.4570
205	0.4672

**BIBLIOGRAFIA**

G. L. SPENCER. — Manual de los Fabricantes de Azúcar de Caña y Químicos Azucareros.

G. CHABOT. — Chimie Analytique des Industries de Fermentations.

W. W. SKINNER. — Official and Tentative Methode of Analysis of the Association of Official Agricultural Chemists.

A. L. WINTON. — Food Inspection And Analysis.

C. H. WRIGHT. — Agricultural Analysis.

THORPE. — Enciclopedia de Química Industrial.

J. FRITSCH et A. VASSEUX. — Fabrication de L'Alcool.

W. E. CROSS. — Revista Industrial y Agrícola de Tucumán. ( 1926 ).

WILLIAM L. OWEN. — Facts about Sugar. ( Agosto 1938 ).

P. MENENDEZ LEES. — Cultivos Experimentales de Caña de Azúcar en los Departamentos de Rivera, Salto y Artigas. Revista de la F. de Agronomía ( 1939 )

GOMES DE FARIA, NANCY GUIMARAES QUEIROZ, WALDEMAR RAOUL, NILZA H. de FIGUEIREDO. — Estudos Sobre Os Melaços De Cannas. Instituto Do Açucar e Do Alcool ( 1938 ).

W. A. DAVIS. — Métodos de Análisis de las Melazas utilizadas en las Industrias de Fermentación.

BULLETIN DE L'ASSOCIATION DES CHIMISTES DE SUCRERIE ET DE DESTILLERIE. — Años 1931, 1932, 1933, 1938.

BRASIL AZUCAREIRO. — Años 1935, 36, 37, 38.

ULLMAN. — Enciclopedia de Química Industrial.