

## Tesis de Posgrado

# Contribución al estudio de jarabes de sorgo argentinos

Achard Wells, Nelly B.

1950

Tesis presentada para obtener el grado de Doctor en Ciencias Químicas de la Universidad de Buenos Aires

Este documento forma parte de la colección de tesis doctorales y de maestría de la Biblioteca Central Dr. Luis Federico Leloir, disponible en [digital.bl.fcen.uba.ar](http://digital.bl.fcen.uba.ar). Su utilización debe ser acompañada por la cita bibliográfica con reconocimiento de la fuente.

This document is part of the doctoral theses collection of the Central Library Dr. Luis Federico Leloir, available in [digital.bl.fcen.uba.ar](http://digital.bl.fcen.uba.ar). It should be used accompanied by the corresponding citation acknowledging the source.

**Cita tipo APA:**

Achard Wells, Nelly B. (1950). Contribución al estudio de jarabes de sorgo argentinos. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires.  
[http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis\\_0651\\_AchardWells.pdf](http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis_0651_AchardWells.pdf)

**Cita tipo Chicago:**

Achard Wells, Nelly B. "Contribución al estudio de jarabes de sorgo argentinos". Tesis de Doctor. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. 1950.  
[http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis\\_0651\\_AchardWells.pdf](http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis_0651_AchardWells.pdf)

UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES  
Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales

7.

CONTRIBUCION AL ESTUDIO  
DE  
JARABES DE SORGO ARGENTINOS

*Tesis: 33.*

Nelly B. Achard Wells

Zulema López Scala

TESIS  
Para optar al título de Doctora en Química

Año del Libertador General San Martín

1950

Presentamos a la consideración de los Señores Profesores el siguiente trabajo, para optar al título de Doctora en Química.

Desearnos dejar expresa constancia de nuestro sincero agradecimiento al Doctor Ventura Morera, quien sugirió nuestro trabajo y a todos aquellos que en alguna forma contribuyeron a la realización del mismo.

### INTRODUCCION

En algunos países principalmente en los Estados Unidos de Norte América, Francia e Italia, ha alcanzado cierta importancia la fabricación de jarabe y elaboración de alcohol a partir del sorgo azucarado, industria que en la actualidad es también objeto de estudio en nuestro país.

En Francia algunos autores como Piedalú (1), han publicado tratados sobre el tema considerándolo bajo múltiples aspectos.

En Italia se han efectuado estudios bastantes completos, con respecto a la utilización del sorgo azucarado para la obtención de jarabe y especialmente para la fabricación de alcohol.

En ese país son dignas de mención las destilerías de Tresgalle por ser las primeras en las que se ensayó la obtención de alcohol de sorgo en el año 1935, aunque en escala reducida; así como la de Mirándola que fué donde se obtuvo la primera producción en escala industrial (2).

En los Estados Unidos de Norte América es donde ha adquirido mayor importancia la industrialización de jarabes de sorgo. Se fabrican en gran escala en los estados del Oeste y Sud-Este. Esta producción ha ido variando año a año, registrando los últimos censos del Departamento de Agricultura de los E.E.U.U. de N.A., un promedio de 70.000.000 de litros de jarabe por año.

Wright (3) estableció la producción anual de los jarabes de mesa más importantes en los Estados Unidos de Norte América, correspondiendo al jarabe de sorgo el tercer lugar :

Jarabe de azúcar de caña.....	133 a 152.000.000	litros por año
Jarabe de maíz (Kero).....	114 a 133.000.000	" " "
Jarabe de sorgo .....	95 a 114.000.000	" " "
Jarabe de arce (Maple) .....	11 a 19.000.000	" " "

El jarabe de sorgo es consumido generalmente en la misma región que lo produce, siendo muy apreciado como jarabe de mesa por su valor alimenticio, usándolo también como edulcorante en la fabricación de golosinas.

Estos hechos han llevado a efectuar en dicho país, un estudio detallado acerca de las condiciones que favorecen un mayor rendimiento y mejor calidad de jarabe; tales investigaciones han alcanzado gran importancia por haberse considerado al sorgo sacarina una fuente posible de azúcar comercial, como puede verse a través de la vasta bibliografía del Departamento de Agricultura de los E.E.U.U. de N.A. (5), (6), (7), (8) , (9).

En nuestro país se han realizado estudios relativos a la adaptación, cultivo y rendimiento de diversas especies de sorgos azucarados para la preparación de jarabes y obtención de alcohol.

Ya en 1913 A.C.Tonnellier, publicó un artículo sobre la elaboración del jarabe de sorgo, en el que consideró las condiciones de siembra, cultivo, cosecha e industrialización del producto (10).

En 1948 el Ministerio de Agricultura y Ganadería de la Nación, Dirección de cultivos especiales, Sección plantas sacarina, publicó los análisis efectuados sobre jugos de sorgo cultivados en la Estación Experimental y Agrícola de Tucumán (11).

Morera (12) desde 1946 y en distintas oportunidades por

de la industria del azúcar en nuestra país. Llegó a obtener los extractos de diversas variedades de sorgos, cuyos resultados fueron expuestos en el cuarto Congreso Sudamericano de Azúcar.

En 1915, preparó jarabes mediante la instalación de un pequeño equipo experimental. En su trabajo titulado: "Riquezas vegetales azucaradas" se hace ver factible la instalación en las granjas de pequeños ingenios para obtener jarabe de sorgo (17).

Posteriormente estudió el contenido de los distintos razas en el tallo de doce especies de sorgo, cultivados en la Facultad de Agronomía y Veterinaria de Buenos Aires, siguiendo las variaciones durante su crecimiento. (18)

Como complemento a los trabajos antes citados, y dada la importancia que esta industria puede adquirir, hemos considerado conveniente realizar un estudio sobre la obtención de jarabes de sorgos cultivados en Argentina, determinando su composición química en lo que se refiere principalmente al contenido de azúcares, y tratando de obtener un producto más concentrado con el objeto de aumentar el poder edulcorante.

También se ha probado la acción de solventes orgánicos en la purificación de dicho producto.

BIBLIOGRAFIA

- (1) - PIEDALLU A. - "Le sorgho, son historie, ses application" (1923)
- (2) - SALANI R. - "La industria azucarera Italiana"  
XXXI, N°1, 5, (1938)
- (3) - CROESS W.V. - "Jarabe de sorgo azucarado" Tratado de vulgarización agrícola, Ministerio de Agricultura y Ganadería de la Nación, Rep..Arg., N°33, (1946)
- (4) - PRADINES M.E. - "Valoración del contenido en azúcares de diversas variedades de sorgos durante su crecimiento"  
Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Tesis (1949)
- (5) - BOLLMAN L.- "Cultivation of the sorghum" U.S. Dept.Agr.  
54, 140, 147, (1863)
- (6) - GLOWGH W. - "Sorghum, or Northern Sugar Cane" U.S.  
Dep. Agr. 54, 87, (1865)
- (7) - WILEY H.W. - "The sugar industry of the U.S."  
U.S. Dept.Agr. Bull 5, (1885)
- (8) - COWGILL H.B. - "Sorgo for sirup production" Culture, Harvesting and Handling (U.S.A.) U.S. Dept.Agr. Farmers'Bull 1619, (1930)
- (9) - BRANDES E.W. - "Progress with sugar sorgo" Yearbook of Agriculture, Science in Farming (1943-47)
- (10)- TONNELIER A.C. - "Sirop de sorgo" Rev. Ind. y Agrícola de Tucumán, 4, 531, 536, (1913)
- (11)- Ministerio de Agricultura de la Nación, Dirección de cultivos especiales, Sección Plantas Sacaríferas.
- (12)- MOREIRA V. - "Recientes adelantos de la Quimurgia Agraria en la Argentina", IV Congreso Sudamericano de Química, Santiago de Chile (1948)

(13) - MORERA V. - "Riquezas Vegetales Olvidadas", Industria y  
Química IX, Nos. 8/9, (1947)

-----



## PARTE GENERAL

### CAPITULO I

#### OBTENCION INDUSTRIAL DEL JARABE DE SORGO

##### Generalidades.

El sorgo azucarado o sorgo sacarino ha alcanzado gran importancia desde el punto de vista industrial y alimenticio, por haberse considerado como una fuente posible de azucar comercial, aunque en menor proporción que la caña de azucar y la remolacha azucarera.

Por otra parte la extracción industrial de azucar cristalizada no se ha podido realizar hasta la actualidad, debido a la proporción considerable de almidón, dextrinas, gomas y otros azucaras.

Algunos investigadores como Sherwood (1), Wiley (2), Willaman, West, Spiestensbach y Hole (3) analizaron centenares de muestras de jugos de sorgos azucarados, probando en ellas la presencia de almidón al obtener con el yodo una reacción positiva.

Willaman y colaboradores (3) comprobaron que el almidón aumenta al ir madurando el sorgo desde aproximadamente 0,7 a 1,8 %.

Sylvester (4) midió el tamaño del grano de almidón en jugos de sorgos, encontrando que ellos son extremadamente pequeños comparados con los del trigo y batata.

Weber y Scovell (5) encontraron 0,275 g % de almidón en jugos de tallos de Sorgo Orange.

Otros autores como Wiley (6) hacen referencia a la pro-

sencia del almidón contenido en distintas secciones del tallo correspondiendo a las semillas de 65 a 70 % de almidón.

Para evitar los inconvenientes que pueden originar la presencia de almidón, proteínas, gomas, etc, en los E.E.U.U. de N.A se han propuesto métodos de clarificación adecuados, pero el bajo rendimiento de azúcar cristalizado no justifica el establecimiento de plantas independientes de industria azucarera.

Si bien la extracción del azúcar no se ha podido realizar en forma comercial, se ha logrado sin embargo obtener un producto edulcorante de gran valor alimenticio, el "jarabe de sorgo" muy apreciado en algunos países donde su industrialización ha alcanzado cierta importancia, siendo considerable el área sembrada para este fin.

En algunos países ha alcanzado relativa importancia la industrialización del alcohol a partir del sorgo.

En general puede decirse que el sorgo azucarado tiene aplicación:

- 1)- Para la producción de sacarosa .
- 2)- Para la obtención de jarabes .
- 3)- Para la obtención de alcohol.
- 4)- Para el aprovechamiento de sus sub-productos: bagazo, hojas y semillas.
- 5)- Para la obtención de celulosa.
- 6)- Para la obtención de lignina.

### SORGO AZUCARADO PARA LA PRODUCCION DE JARABE

El sorgo pertenece a la familia de las gramíneas. Se aclimata fácilmente en distintas regiones; es muy resistente a las sequías, como también a la langosta una vez que ha pasado el primer período de su crecimiento.

Presenta el inconveniente de contener un principio tóxico: la durrina, compuesto cianogénico que por acción del ácido clorhídrico estomacal libera ácido cianhídrico. Esta toxicidad aumenta durante la brotación del vegetal, habiéndose comprobado que es máxima después de las lluvias, pero a medida que el vegetal sigue madurando la proporción de durrina va disminuyendo hasta desaparecer por completo, por lo que no presenta ningún peligro el jugo extraído en cualquiera de las etapas vegetativas.(7)

Entre las variedades azucareras se pueden citar: el Sorghum Vulgare (variedad Saccharatum), Minnesota Amber, Sumac, Planters, Red Amber y otras muchas que se adaptan en forma notable a los distintos suelos y condiciones climáticas, encontrándose no obstante algunas variaciones en el rendimiento de azúcar de acuerdo al suelo y forma de cultivo.

El cultivo de los sorgos en los E.E.U.U. de N.A. abarca alrededor de cuarenta estados correspondiendo la mayor producción a los de Minnesota, Alabama, Indiana y Nueva Mexico, contando con el mayor número de plantas de elaboración de jarabe los estados de Minnesota y Arkansas.

En nuestro país, el área sembrada de acuerdo a los datos

1

1

sacarosa.

Algunos tipos de suelos tienen influencia marcada sobre la calidad del jarabe, los terrenos arenosos, así como los suelos ligeros, profundos y frescos que contengan carbonato de calcio, sal que aumenta la proporción y calidad del azúcar lo que favorece la obtención de jarabes de mejor sabor y color más claro. Dificilmente se obtienen jarabes de alta calidad cuando se cultiva el sorgo en terrenos excesivamente ricos en sustancias orgánicas.

La época de siembra depende de dos factores: varietales y climáticos.

En nuestro país se siembra desde octubre a diciembre, comenzando después que pasa el peligro de las heladas tardías de primavera y se cosecha desde enero hasta abril.

La siembra debe efectuarse en forma tal, que haya una distancia conveniente entre una y otra planta, teniendo en cuenta que:

- a)- Si las plantas están muy cercanas alcanzan poco desarrollo, los tallos son delgados y por lo tanto el rendimiento es menor.
- b)- Si la distancia es demasiado grande se favorece la formación de tallos secundarios.

#### Características del tallo .

Cuando la planta es aún joven los entrenudos son cortos, luego se van alargando. El tallo está constituido en su parte externa por una capa fibro-vascular, espesa y resistente por donde circula en los estados inmaduros un líquido viscoso, blanco, de

aspecto lechoso, que se oscurece con la madurez. En el interior se extiende la médula de consistencia frágil, donde se aloja el jugo azucarado.

El número de nudos en cada tallo varía frecuentemente entre ocho y doce.

De los nudos más bajos suelen desprenderse pequeñas ramificaciones (tallos secundarios), algunos de los cuales se fijan al suelo por raíces cuando están próximos a él adquiriendo vida independiente, siendo en este caso difícil distinguirlos del tallo principal. El jugo proveniente de estos tallos tiene igual composición que el del tallo principal.

También pueden crecer vástagos asociados al tallo principal a partir de nudos más lejanos del suelo y cuya brotación es más activa después de un período de lluvias; estos vástagos tienen sobre el jarabe a obtener cierta influencia, pues pueden afectar su calidad, debido a que el jugo que de ellos proviene es muy impuro y a menudo de color oscuro, inconvenientes que presentan también el pedúnculo y la panoja.

#### Características del jugo.

Cuando se retarda el crecimiento del tallo los entrenudos son más cortos que los normales en condiciones normales, la proporción de nudos y entrenudos es mayor, lo que es un inconveniente, pues se obtienen jarabes de calidad inferior, debido a que el jugo en los nudos es más oscuro, contiene mayor cantidad de impurezas y menor proporción de sacarosa que el de los entren-

nudos.

Análisis practicados en los jugos extraídos de los nudos y entrenudos de distintas variedades de sorgos han demostrado para cada variedad, que el porcentaje de sacarosa y azúcares totales es mayor en los entrenudos que en los nudos.

TABLA N° 1

Análisis químico de los jugos de nudos y entrenudos

(8)

Variedad	Jugo de los nudos					Jugo de los entrenudos				
	Densidad	Sac.	Az. Red.	Az. Tot.	Az. Tot. % Brix	Densidad	Sac.	Az. Red.	Az. Tot.	Az. Tot. % Brix
	°Brix	%	%	%		°Brix	%	%	%	
Red X.....	21,80	13,52	2,80	16,32	74,90	22,40	16,17	1,51	17,68	78,80
Sugar Drip	20,90	12,71	4,35	17,06	81,60	20,80	14,38	3,32	17,70	85,10
White African..	21,30	13,02	3,32	13,34	76,70	21,40	15,54	1,85	17,39	81,30
Promedio...	21,33	13,08	3,43	16,57	77,70	21,53	15,36	2,23	17,59	81,80

Las heladas (especialmente cuando se repiten con frecuencia) afectan notoriamente la composición del jugo cuando la planta no ha llegado al estado de madurez, y es así como la vitalidad del vegetal va decayendo acompañada generalmente de una inver-

sión de la sacarosa y descenso de la densidad del jugo.

TABLA N°2

Efecto de las heladas sobre el jugo de sorgo (8)

N° de muestra	Antes de las heladas						Después de las heladas					
	Jugo extra-ido.	Azucares y no azucares en el jugo.			Densidad del jugo.		Jugo extra-ido.	Azucares y no azucares en el jugo.			Densidad del jugo.	
		Sac.	Az. Red.	Solido no azuc.	B/cm <sup>3</sup>	Brix		Sac.	Az. Red.	Solido no azuc.	B/cm <sup>3</sup>	Brix
	%	%	%	%		%	%	%	%			
1	54,26	15,24	0,87	2,76	1.087	18,80	57,80	14,32	1,16	4,60	1.078	18,80
2	51,18	13,56	1,39	2,15	1.073	17,70	57,93	14,12	1,18	4,14	1.075	18,15
3	44,54	16,32	1,08	2,74	1.087	20,80	55,81	16,59	1,09	5,11	1.088	21,05
4	55,10	11,85	1,11	3,05	1.068	16,55	55,80	16,24	1,27	4,20	1.082	19,70
5	51,31	12,58	,70	2,40	1.068	16,55	55,44	14,65	,40	5,03	1.078	18,80
6	58,06	15,36	,98	2,88	1.082	17,70	52,07	13,87	3,28	4,33	1.084	20,15
7	52,89	14,77	1,31	3,65	1.082	19,70	58,13	11,99	1,16	3,73	1.069	16,75
8	48,46	17,22	,95	2,91	-----	-----	55,23	13,88	2,44	3,97	1.084	20,15
9	61,19	12,54	2,12	2,58	1.070	17,00	58,00	13,24	1,85	3,45	1.076	18,75
10	52,02	17,38	,51	4,12	1.090	21,50	54,60	16,20	,40	3,80	1.085	20,40
11	57,25	16,89	,42	3,38	1.085	20,40	52,91	16,13	,59	4,87	1.088	21,05
12	55,58	17,40	,78	-----	1.089	21,30	47,38	13,90	1,78	4,44	1.081	19,50
13	55,84	16,57	1,52	3,14	1.083	19,95	58,99	14,72	1,64	2,50	1.079	19,05
14	55,99	18,15	1,39	4,40	1.094	22,40	56,95	13,55	1,50	3,59	1.078	18,80
15	49,29	16,68	1,56	-----	1.089	21,30	58,07	14,39	1,73	2,93	1.081	19,50
16	46,29	14,14	2,60	3,67	1.080	19,25	58,51	15,25	1,96	2,01	1.082	19,70
17	53,87	16,10	,94	4,20	1.085	20,40	58,75	15,60	1,20	3,47	1.085	20,40
18	57,97	15,78	1,26	4,01	1.083	19,95	65,80	12,47	2,57	1,81	1.089	16,75
19	55,92	15,77	1,72	4,23	1.084	20,15	60,34	12,44	3,02	2,63	1.075	18,15
20	51,79	15,91	1,27	3,66	1.082	19,70	62,71	9,45	1,38	2,31	1.053	13,05
21	57,28	14,55	2,81	3,11	1.079	19,05	67,34	4,64	4,77	2,61	1.048	11,30
22	57,98	16,22	1,66	4,13	1.088	21,05	56,11	10,19	2,46	3,28	1.067	16,30
23	63,72	11,70	4,14	2,74	1.071	17,20	57,73	6,50	5,88	2,97	1.052	12,80
24	56,77	16,35	1,20	4,15	1.085	20,40	64,03	7,27	4,07	3,14	1.045	11,15
25	52,74	14,86	1,50	3,27	1.082	17,70	60,39	12,15	1,82	1,96	1.071	17,20
26	-----	13,50	1,43	3,34	1.078	18,80	59,51	11,69	1,28	4,06	1.066	16,10
Pro me dío	54,82	15,28	1,41	3,36	1.081	19,57	58,09	12,91	1,82	3,49	1.073	17,83



only

\*

can't find



1

2

Influencia de las hojas y de las semillas.

Importancia del "pelado" de los tallos.

La primera operación luego de cortado el vegetal consiste en el pelado de los tallos y extracción de las penoñas con las semillas; operación que suele realizarse en el mismo lugar de la cosecha.

Las hojas se han de extraer porque introducen una serie de impurezas (principalmente clorofila) que afectan la calidad del jugo; por otra parte si bien en los tallos no pelados aumenta la cantidad de jugo, se reduce el porcentaje de azúcares.

Por la misma razón se deben separar los vástagos pues como aquellos, introducen principios amargos y colorantes.

La separación de las hojas ha de hacerse inmediatamente después de cosechadas las cañas, porque cuando comienzan a secarse absorben jugo procedente del tallo, razón por la cual decrece el rendimiento de éste y por lo tanto el de jarabe.

Las semillas de sorgo contienen gran cantidad de almidón, alrededor de un 60 %, como también otras impurezas por lo que deben separarse antes de moer los tallos. Las penoñas pueden cortarse antes que los tallos, estando la planta en pie, junto con los dos o tres entrenudos más altos.

La importancia de utilizar una parte determinada del tallo consiste en que algunos entrenudos como el más alto o pedúnculo contienen menor porcentaje de sólidos solubles que el resto del tallo así como también menor cantidad de jugo.

Pero la mayor importancia estriba en que el pedúnculo y los entrenudos vecinos se deterioran más rápidamente que el resto del tallo, siendo el jugo que de ellos se obtiene más oscuro y de mal sabor.

En la siguiente tabla puede observarse la influencia pelado de los tallos en el contenido de azúcares por ciento de peso así como en la calidad del mismo.

TABLA N°4

Análisis de los jugos de dos variedades de sorgos

Tallos pelados y sin pelar. (8)

Variedad	Jugo extra- ido.	Den- si- dad.	Azúcares en el jugo			An. %
			Sac.	Az. Red.	Az. Tot.	
	%	°Brix	%	%	%	
Jones (pelados).....	50,18	19,35	13,14	2,80	15,94	80,2
Jones (sin pelar).....	52,23	18,20	11,75	2,84	14,59	80,2
White African (pelados)...	48,36	21,30	14,33	2,45	16,78	78,2
White African (sin pelar).	50,50	20,65	13,60	2,54	16,14	78,2

Los últimos entrenudos descartados suelen usarse para el ensilado. Contienen gran cantidad de almidón, sustancias minerales y una acidez relativamente alta, como puede verse en la tabla adjunta, todo lo cual es objetable para obtener un jambe de calidad.

TABLA N°5

Porcentaje de jugo y solidos en solución  
a distintas alturas del tallo. (2)

Variedad	Tres entrenudos más bajos		Entrenudos medios.		Tres entrenudos más altos		Pedúnculo	
	Jugo extr.	Densidad.	Jugo extr.	Densidad	Jugo extr.	Densidad	Jugo extr.	Densidad.
	%	°Brix	%	°Brix	%	°Brix	%	°Brix
Red X.....	49,18	20,26	54,13	20,36	47,82	19,83	43,54	14,71
Sapling.....	52,19	17,27	57,77	16,66	53,84	14,26	44,87	10,47
Indiana Amber.	60,49	9,48	63,72	9,56	62,05	9,53	47,36	8,80
Promedio.....	53,95	15,67	58,54	15,53	54,57	14,54	45,26	11,35

Como puede observarse en la tabla N°6 , las condiciones más favorables para la elaboración del jarabe en lo que se refiere a madurez del tallo, son las correspondientes a la segunda sección de la misma, es decir cuando se efectúa el corte en el momento en que la semilla está en estado pastoso; correspondiendo a lo que se ha dicho más arriba respecto del jugo.

TABLA N° 6

Composición del jarabe hecho con  
varias partes del tallo y en distintos estados de madurez. (9)

Sorgo variedad: Gooseneck.

Entrenudos	Sac.	Az.	Sust.	Sust.	Almí-	Acti-
	%	Tot.	míne- ra- les	org. no azuc.	dón	dez
Estado lechoso: aún verde						
1 - 2.....	15,53	50,26	3,26	6,57	0,38	2,10
3 - 4.....	19,60	51,17	1,66	3,30	0,37	1,60
5 - 6.....	21,22	50,18	1,06	3,31	0,23	1,60
7 - 8.....	18,90	52,72	1,10	3,09	0,19	1,50
9 - 10.....	5,72	65,51	1,32	3,25	0,16	1,75
11 - 12.....	4,35	66,14	1,69	3,75	0,07	1,75
Estado pastoso						
1 - 2.....	35,44	30,70	3,91	5,46	0,46	1,95
3 - 4.....	38,30	31,29	2,04	3,99	0,38	1,05
5 - 6.....	30,18	40,59	1,33	3,61	0,29	1,65
7 - 8.....	21,23	50,07	1,39	3,15	0,17	1,75
9 - 10.....	16,50	54,81	1,73	2,87	0,09	1,80
11 - 12.....	16,01	54,96	1,83	3,12	0,08	1,75
Estado maduro						
1 - 2.....	41,44	23,84	4,01	5,85	0,86	2,15
3 - 4.....	43,68	24,68	2,05	4,77	0,82	1,30
5 - 6.....	37,80	31,38	1,45	4,61	0,76	1,05
7 - 8.....	33,25	35,99	1,63	4,55	0,58	1,00
9 - 10.....	24,61	44,48	1,94	4,53	0,44	1,00
11 - 12.....	25,95	42,66	2,42	4,53	0,44	1,00

Nota: Los entrenudos (1 - 2) corresponden a la panoja del tallo.

los entrenudos (11 - 12) a la base.

La acidez está expresada como ml. de hidróxido de sodio 0,1 N. por gramo de sólidos.

La densidad de los jarabes examinados es aproximadamente de 76°Brix o sea 40,5 a 41 °Baumé, medidos a la temperatura ordinaria.

Como se ve los entrenudos más bajos como los más altos contienen menor proporción de jugo y de sólidos solubles que los entrenudos medios, por lo que al cortarse los tallos se hará a altura conveniente de modo que no haya gran desperdicio por un lado, y no introduciendo impurezas por otro.

Los entrenudos bajos se conocen fácilmente por ser más cortos que los medios, razón por la cual aumenta en la base del tallo la proporción de nudos, y con ellos las impurezas del jugo, disminuyendo por otra parte el porcentaje de azúcares como puede verse en la tabla N°1 de este capítulo, por lo que se impurifica al jugo total haciéndolo no apto para el jarabe.

Estudios semejantes a los anteriores fueron realizados también en Italia (10) en los laboratorios experimentales para la industria azucarera.

Los datos obtenidos de los correspondientes análisis fueron compilados en la siguiente tabla:



TABLA N.º 7

Pureza del jugo a distintas alturas de la caña. (10)

	Tercio superior		Parte media		Tercio inferior	
	1º	2º	1º	2º	1º	2º
Reductores naturales...	6,94	8,54	4,16	5,54	6,03	7,12
Reductores totales después de hidrólisis ácida...	16,56	17,24	18,86	18,86	18,07	17,96
Reductores correspondientes a la sacarosa...	9,62	8,70	14,70	13,32	12,04	10,83
Sacarosa.....	9,13	8,26	13,96	12,65	11,43	10,28
Brix (refractométrico)	10,21	20,27	20,34	20,77	19,77	19,87

Del examen de los datos se observa como la pureza del jugo de la parte alta de la caña es más baja, mientras que el de mayor pureza es el proveniente de la parte media, asemejándose a él el jugo proveniente del extremo inferior. Por lo que para preparar un jarabe de buena calidad es necesario excluir la parte alta de la caña.

Algunos jugos tienen proporciones variables de almidón, pudiéndose en ciertos casos observar una capa bien determinada aún por simple decantación del jugo, y el que dado los inconvenientes que origina en la producción del jarabe es necesario eliminar como se verá oportunamente.

Pasamos pues a detallar los pasos a seguir en una instalación de elaboración de jarabe de sorgo, considerando en general

procesos de extracción, purificación y concentración del jugo.

### PLANTA INDUSTRIAL

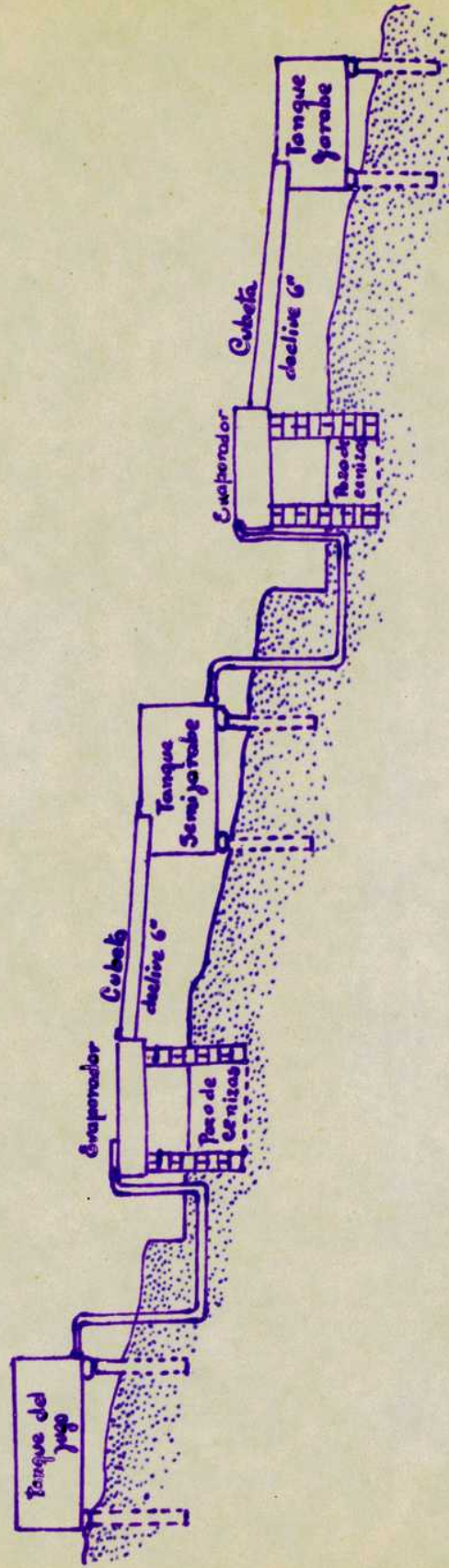
#### Generalidades.

La instalación de una planta para la elaboración del jarabe de sorgo debe hacerse en un lugar fácilmente accesible al acarreo del producto de la cosecha y del combustible, con medios adecuados para distribuir el producto terminado.

En E.E.U.U. de N.A. se aprovechan cuevas o pendientes de colinas para la instalación de pequeñas plantas. Este sistema presenta la ventaja que evita el transporte del jugo de un lugar a otro, ya que este pasa del trapiche a los tanques y de estos al evaporador por acción de la gravedad. Una instalación de este tipo puede verse en la figura 1.

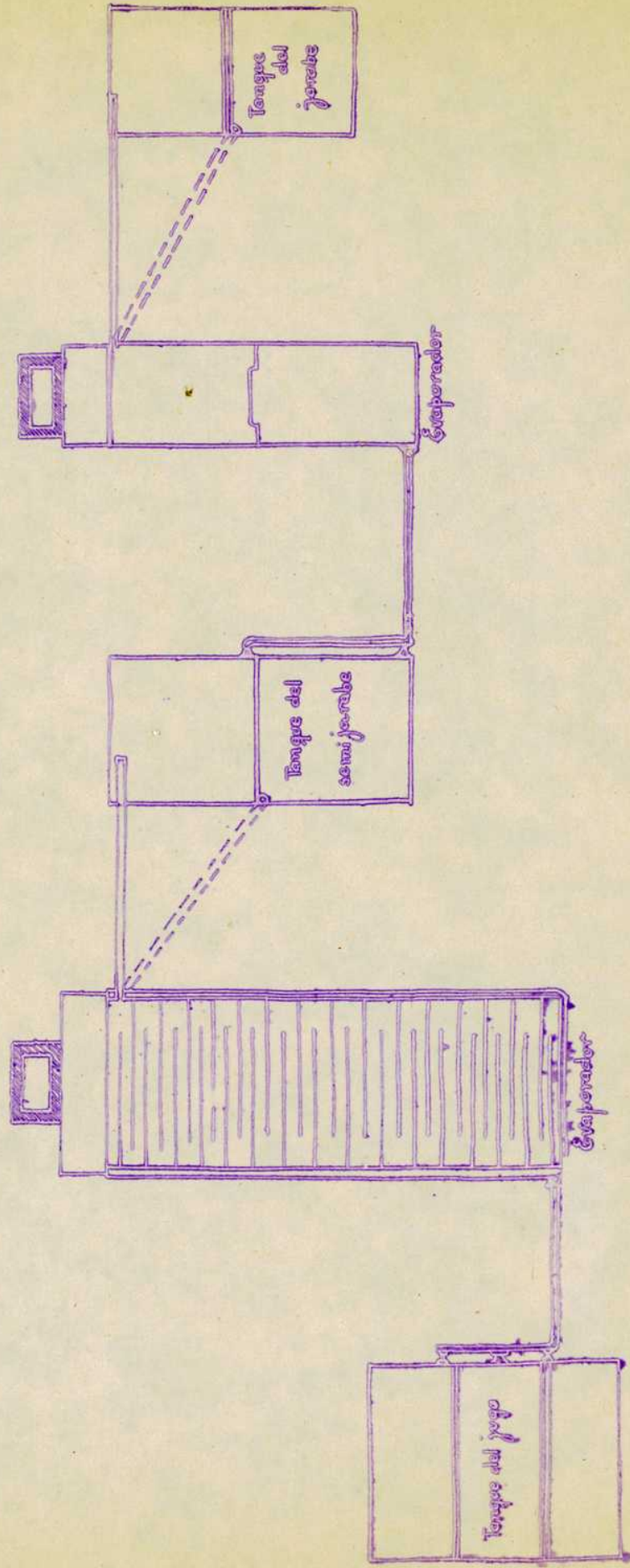
La figura 2 muestra el esquema de una planta para elaborar jarabe de sorgo empleando un trapiche accionado por un motor de ocho caballos de fuerza. Del trapiche el jugo que fluye pasa por un tamiz, y luego por tubos es conducido a los tanques situados en el mismo recinto que el evaporador. Estos tanques que reciben el jugo proveniente de los trapiches deben tener capacidad suficiente como para que en el término de dos horas se enfríe todo el jugo que a ellos llega, cuidando de separar en ellos, tanto como sea posible, las impurezas del jugo frío por una primera decantación.

FIG. 1



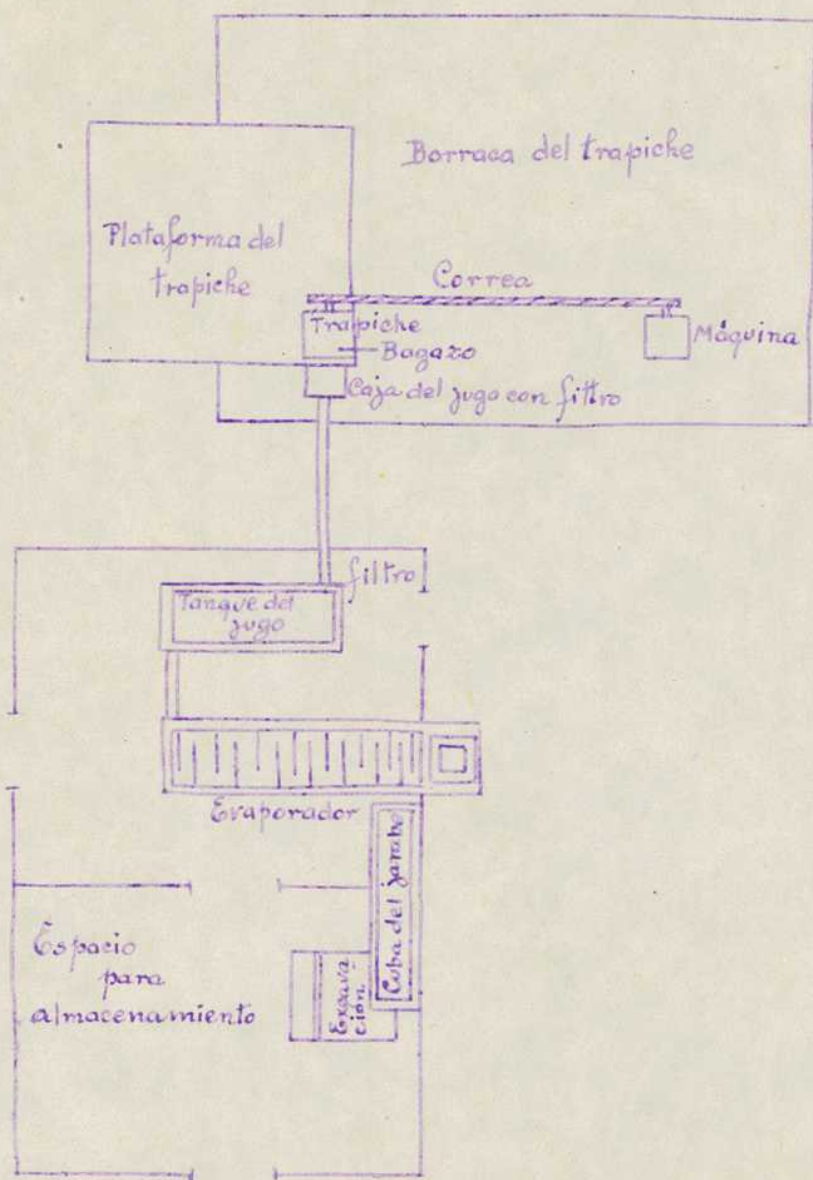
Planta de elaboración de jarabe de sorgo.  
instalada en la pendiente de una colina.

FIG: 2 -b-



Planta con dos evaporadores

FIG: 2 -a-



Planta para la elaboración de jarabe de sorgo  
empleando un solo evaporador.

### I.- Extracción del jugo.

El jugo se extrae de las cañas peladas del sorgo mediante el uso de trapiches, los que suelen ir equipados con dos o tres cilindros de acero, horizontales o verticales. Los trapiches pequeños son accionados por caballos o mulas, los grandes por motor.

Cuando el jugo extraído es poco debido al uso de trapiches pequeños, una vez separado el bagazo, los tallos pueden ser nuevamente pasados por el trapiche, obteniéndose así mayor cantidad de jugo. A veces suele adicionarse agua durante la molienda para extraer mayor cantidad de azúcar, agregando en ciertas oportunidades cal para impedir la acidez y ayudar la clarificación del jugo.

Según algunos autores, parecería que el efecto de la presión ejercida en distintas medidas daría jugo de diferentes puridades, es decir, que la primera presión (la más suave) debería de dar jugos más puros respecto de aquellos obtenidos con presiones más fuertes (entendiéndose por primera presión aquella que nos proporciona el primer quinto del volumen total obtenido por trituración, la segunda y tercera presión corresponden a volúmenes de jugo iguales a dos quintos cada una).

En la tabla que sigue mostramos una serie de datos recopilados.

TABLA N°8

(10)

Determinaciones	1a.Presión	2a.Presión	3a.Presión
Azucares	4,30	4,37	4,36
	4,13	4,17	4,09
Reductores	6,45	6,40	6,32
	7,36	7,48	7,48
	9,30	9,13	9,08
	6,15	5,98	6,11
Azucares	17,05	16,90	16,86
	18,15	18,06	17,87
Totales	18,16	17,42	17,17
	17,47	17,47	17,47
	16,82	16,47	16,55
	15,26	15,16	15,01
Azucares Totales	88,7	88,7	89,4
% de sust.seca	87,5	88,7	89,6
	90,4	88,1	87,3
Indice de pureza	86,2	86,2	86,2
	87,2	86,3	87,7
	83,8	84,1	84,7

Prácticamente, del examen de los datos parece no haber variaciones de pureza en el jugo para los distintos tipos de trituración efectuada; entendiéndose por pureza, el porcentaje de azucares totales referidos a la sustancia seca.

### Rendimiento en jugo y jarabe

En general el rendimiento en jugo de los tallos coincide con la duración del período de madurez, aunque en algunas variedades de maduración rápida o de media estación, les corresponde un rendimiento tan bueno o mejor que a otras de maduración lenta.

Para una variedad cualquiera, el rendimiento está condicionado al tipo de molino usado. Empleando trapiches de tres cilindros accionados a motor, según algunos autores, se puede extraer del 50 al 60 % del jugo total de los tallos pelados.

Algunos afirman que para obtener un jarabe de alta calidad, los tallos no deben ser prensados fuertemente hasta agotarlos para extraer el máximo de jugo, porque así se extraen mayores cantidades de impurezas, lo que aún no está bien comprobado en la práctica, tal es así que las grandes plantas para la elaboración de jarabe usan para la molienda tres trapiches de tres cilindros cada uno, alcanzando a extraer de este modo hasta el 65 y 75 % de jugo, calculado sobre el peso de tallos pelados.

Si el trapiche extrae un 60 % del jugo de los tallos, es decir 27,216 Kg. de jugo por 45,36 Kg. de tallos, de una densidad de 15° Brix, y el jugo es evaporado a jarabe de 76° Brix, dará un rendimiento de:  $\frac{15}{76} \times 27,216$  Kg.

o sea 5,37 Kg. de jarabe. Vale decir que se requieren 20,14 litros de este jugo para obtener 3,8 litros de jarabe de 76° Brix; cálculo que puede simplificarse mediante el uso de tablas apropiadas.



das, para lo cual basta determinar la densidad del jarabe y jugo en grados Baumé. (11)

Teóricamente, una tonelada de tallos rinde 78,72 litros de jarabe, pero el rendimiento de jarabe por tonelada de tallos pelados con 60 % de extracción y un jugo de 18° Brix es solo de 64 a 68 litros. No todos los sólidos disueltos en el jugo están contenidos en el jarabe, pues parte de ellos son eliminados por el espumado, decantado y filtrado, por lo que el rendimiento real es de 12 a 18 % inferior al calculado teóricamente.

## II.- Tratamiento del jugo.

### a)- Decantado y espumado.

En la elaboración del jarabe de sorgo, de 25 litros de jugo se obtienen aproximadamente 3,5 litros de jarabe, separándose alrededor de 19 litros de agua.

El jugo que proviene del trapiche contiene partículas de tallos finamente divididos, fibras en suspensión y sustancias disueltas, entre las cuales, además de azúcares hay sustancias no-azúcares como sales orgánicas e inorgánicas, proteínas, pigmentos, almidón, gomas, ceras, etc. conocidas todas ellas como impurezas, aunque algunas no son objetables porque no afectan la calidad del jarabe.

Prácticamente, la elaboración de un jarabe de sabor y color satisfactorios, consiste en eliminar el exceso de agua y

ciertas impurezas, por filtración, espumado y decantación.

Con este fin, el jugo que proviene del trapiche, se deja reposar aproximadamente dos horas hasta que esté frío, luego se lo hace pasar al evaporador; la decantación del jugo frío es especialmente importante para eliminar una parte del almidón y todas las impurezas no disueltas en el jugo, usándose para tales fines en las grandes industrias piletas adecuadas, con dispositivos que permiten retener el sedimento y el material que flota; haciéndose de este modo la operación continua.

b)- Clarificación .

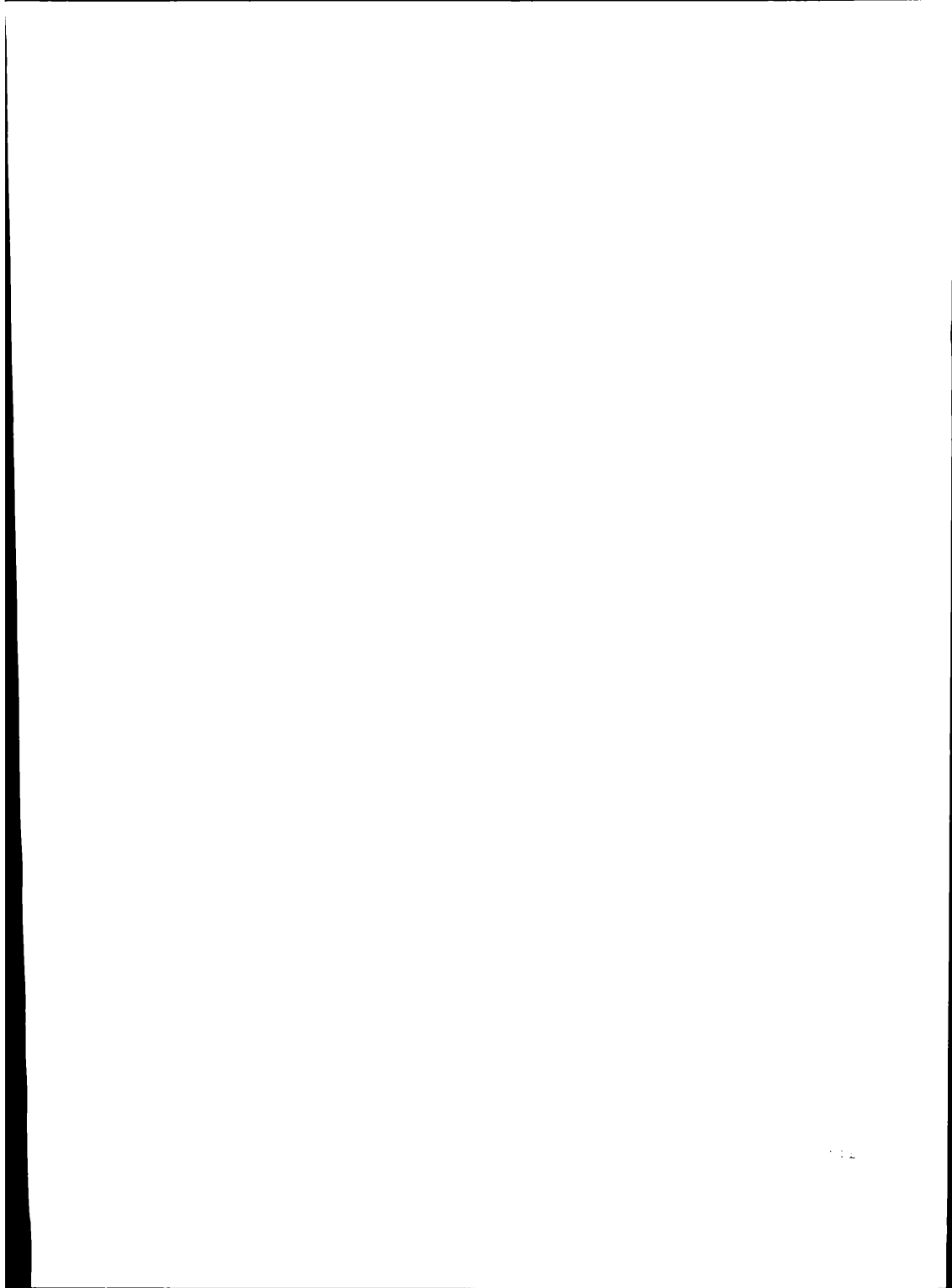
El jugo decantado contiene gran cantidad de impurezas disueltas que es necesario separar antes de reducirlo a jarabe.

El procedimiento más adecuado para efectuar la clarificación es sin duda por calentamiento, puesto que el jugo es rico en proteínas, compuestos coagulables por el calor, los que se van separando por espumado y luego por sedimentación del semijarabe o jarabe.

En los grandes establecimientos, el jugo puede ser calentado hasta la ebullición agregándole previamente tierra de infusorios y filtrando luego por filtros prensas o filtros de pulpa.

No disponiendo de tales instalaciones, la clarificación puede hacerse por calentamiento con una buena arcilla como la usada para los jugos de frutas.

El uso de productos químicos ayuda la clarificación, pero requiere mucho cuidado pues un pequeño exceso de algunas de estas sustancias puede alterar el color y sabor del jarabe. El uso



restante sin adicionar más cal. Luego de mezclar, el jugo queda ligeramente ácido, condición necesaria para obtener un jarabe de mejor calidad.

También se pueden usar papeles de tornasol para guiar la adición de la cal.

Un método menos exacto que puede ser usado con buenos resultados es el siguiente: la cal se adiciona a  $1/3$  del total del jugo, probando el jugo después de cada adición, cuando adquiere un sabor característico no se adiciona más cal; además el jugo en este punto vira del verde claro a marrón o verde oscuro; luego se agregan los  $2/3$  restantes para obtener al final un jugo ligeramente ácido.

#### Compuestos de ácido fosfórico.

Este procedimiento cambia notablemente el sabor del jarabe y su valor es muy discutido.

#### Extracto de malta.

El almidón que se encuentra en los jugos es un grave inconveniente para la elaboración del jarabe, pues su presencia en el jugo dificulta la evaporación rápida del mismo, siendo difícil llegar a la densidad de jarabe, obteniéndose por lo tanto un producto oscuro, amargo y de sabor a quemado. A veces el jarabe gelifica después de hecho; esto suele ocurrir principalmente para algunas variedades de sorgo; parece ser el almidón el responsable de estos trastornos, aunque no está aún perfectamente determinado.



TABLA N° 9

Almidón en jugos de sorgo (1)

Mue- s- tra	Variedad de sorgo	Densidad		Almidón %	Sacarosa Clerget %	Az. Red. como Az. Inv %
		Ortiz	g/cm <sup>3</sup>			
1	Folger .....	20,85	1,08711	0,528	15,54	1,40
2	Japanese Ribbon....	16,35	1,06718	0,178	8,45	5,99
3	Indiana Amber....	20,45	1,08531	0,433	14,24	3,20
4	Farmer Jones....	17,70	1,07309	0,289	11,91	2,75
5	Colman.....	17,55	1,07243	0,368	11,95	1,89
6	Sugar Drop..	18,50	1,07662	0,443	11,77	3,05
7	Silver Drop..	15,20	1,06653	0,257	9,91	3,48
8	Rex X .....	21,50	1,09004	0,852	15,75	0,60
9	Orange.....	16,35	1,06718	0,275	10,56	2,38
10	Collier.....	20,55	1,08576	0,640	14,94	1,04
11	Texas Seedad Rbb.....	16,95	1,06980	0,374	10,84	3,05
12	Planter.....	15,00	1,06133	0,263	9,65	1,57
13	Mc Lean.....	15,35	1,06284	0,143	7,42	3,36
14	Early Folger D.A. ....	15,80	1,06479	0,312	10,14	1,80
15	Honey.....	13,85	1,05639	0,142	6,86	4,12
Promedio :				0,366		
Máximo :				0,852		
Mínimo :				0,142		

Uso de la diastasa sobre el semijarabe.

Muchos fabricantes prefieren añadir extracto de malta u otras diastasas de preparación comercial, porque de este modo se requiere menor cantidad de extracto y el producto terminado tiende a ser más claro y de mejor sabor.

La cantidad usada sobre el semijarabe es la cuarta parte de la usada sobre el jugo.

La técnica a seguir es la siguiente: se evapora el jugo espumandolo cuidadosamente hasta obtener un semijarabe de densidad 20°Baumé, medida a una temperatura proxima a la de ebullición. El semijarabe es entonces sacado del evaporador y llevado a unos tanques o barriles para el tratamiento con malta.

Se lo deja enfriar hasta 71°C y se adiciona el extracto de malta en la proporción de 250 a 500 gramos para cada 1500 litros de semijarabe, agitando después de la adición. Puede también agregarse invertasa una vez que la temperatura es inferior a 60 °C, lo que evita la cristalización de la sacarosa.

Luego el tanque se cubre para conservar mejor el calor y proteger el semijarabe, se deja estar toda la noche y al día siguiente el semijarabe es pasado al evaporador para la obtención del producto terminado (el jarabe).

Una vez vacío el tanque deberá lavarse cuidadosamente antes de introducir una nueva cantidad de semijarabe. En el caso de que se quiera operar en una forma continua deben usarse dos tanques. Cada tanque no debe tener más de 90 cm de profundidad con una capacidad adecuada para recibir todo el semijarabe producido en un día.

Los tanques se construyen de madera de cipres y van provistos de tapas. Los mejores son los tanques de madera revestidos con finas láminas de cobre, el hierro galvanizado no debe usarse pues se corroe prontamente.

c)- Evaporación del jugo (Concentración)

Al calentar el jugo gran cantidad del almidón se solubiliza, pero algunas proteínas y otras sustancias no azúcares comienzan a coagular; algunas de estas sustancias coaguladas caen al fondo otras en cambio suben a la superficie, estas deben de eliminarse rápidamente por espumado tan pronto como aparezcan, antes que el jugo comience a hervir, pues la agitación prolongada durante una ebullición activa rompe los grumos de las sustancias coaguladas dividiéndolos en pequeñas partículas más difíciles de eliminar que los grumos grandes originales.

De los muchos tipos de equipos usados para la concentración del jugo a jarabe los tachos abiertos son probablemente los más antiguos. Cuando estos son correctamente usados se obtiene un producto de excelente calidad, con las siguientes ventajas: 1) la densidad del jarabe terminado puede ser perfectamente vigilada; 2) el método requiere poca habilidad; 3) se facilita el espumado haciendo posible la obtención de un jarabe limpio.

Como desventajas presentan las siguientes: 1) requiere un largo período para la evaporación (frecuentemente tres horas y media o más); 2) se obtiene un producto oscuro como resultado de una ebullición prolongada.



La concentración debe efectuarse en una sola carga, pues adicionando jugo fresco al jarabe en ebullición el producto se oscurece y adquiere sabor desagradable.

#### Tachos de concentración y evaporación.

Se los emplea en lugar de tachos abiertos, tienen de 20 a 25 cm. de profundidad y se los hace de cobre, de estaño o chapas de hierro. Algunos prefieren tachos caseros contruidos de madera y fondo de cobre, hierro galvanizado o simplemente hierro; operando correctamente este tipo de tacho dá buenos resultados.

#### Evaporadores continuos.

Requieren mucha pericia para efectuar una operación eficiente; el espumado se recoge automáticamente; la densidad del jarabe puede ser facilmente controlada; en este tipo de evaporador puede hacerse un jarabe de excelente calidad.

La figura 3 muestra un evaporador continuo; el jugo entra continuamente por (a), avanza a lo largo de la porción longitudinal más alta de cuyo extremo final pasa a la segunda sección, compartimento que está provisto de una compuerta facilmente manejable para admitir la carga que se desee de semijarabe.

La chimenea del horno de este evaporador se encuentra a un lado, cerca del extremo final del compartimento del evaporador del semijarabe.

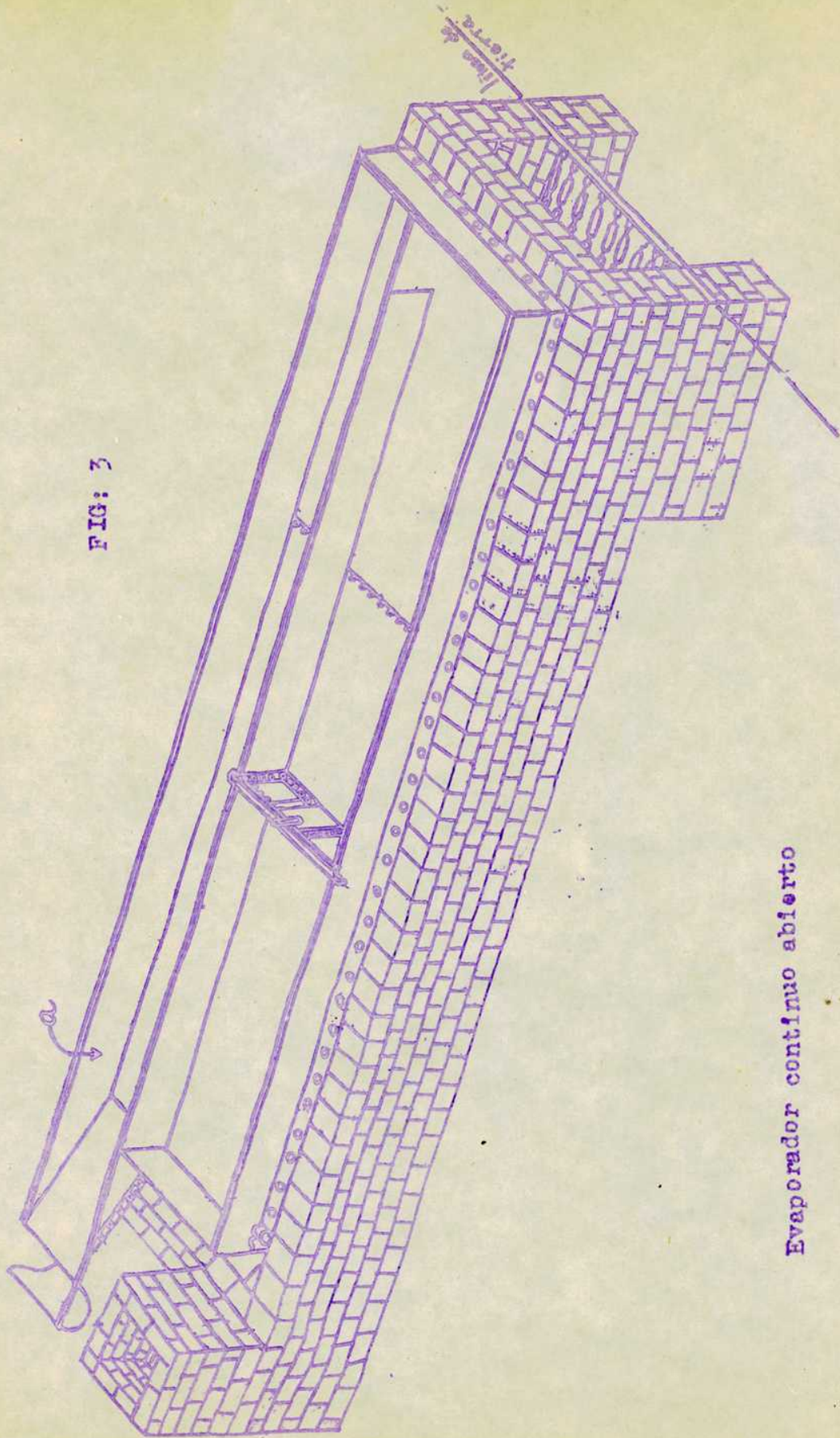


FIG: 3

Evaporador continuo abierto

Las ventajas de un evaporador continuo son las siguientes: 1) evaporación rápida que es indispensable para la elaboración de un jarabe poco coloreado; 2) el jarabe es concentrado en capas delgadas.

Las desventajas son: 1) requiere más atención para mantener regulada la corriente del jugo; 2) hay peligro de que el jarabe se cueme variando su color y sabor; 3) requiere más cuidado para obtener un jarabe de densidad uniforme.

Durante la evaporación a jarabe el jugo se espuma continuamente a medida que fluye hacia el extremo final del evaporador. El calor suministrado para el calentamiento del jugo va creciendo desde su entrada hacia el final del evaporador; luego va decreciendo gradualmente hasta el último compartimento donde se recoge el jarabe.

El horno para un evaporador continuo debe construirse de modo que permita controlar cuidadosamente el calor suministrado; el rendimiento puede reducirse hasta un 50 % por una construcción inapropiada de la hoguera y del depósito de cenizas, influyendo también en la calidad del jarabe.

Los evaporadores pueden construirse de cobre o de hierro galvanizado; el evaporador de hierro galvanizado con un cuidado adecuado podrá durar un tiempo razonable produciendo un jarabe de tan buena calidad como el que se obtiene en un evaporador de cobre, pero como el jugo de sorgo es ligeramente ácido gradualmente corroe al hierro galvanizado.

Los evaporadores de cobre se prefieren a los de hierro galvanizado porque pueden limpiarse más fácilmente, no son ata-

Number of cases

Number of cases

Number of cases

Number of cases

Number of cases

Number of cases

Number of cases

Number of cases

Number of cases

Number of cases

Number of cases

Number of cases

Number of cases

Number of cases

Number of cases

Number of cases

Number of cases

Number of cases

Number of cases

Number of cases

Number of cases

Number of cases

Number of cases

Number of cases

Number of cases

Number of cases

Number of cases

Number of cases

Number of cases

Number of cases

Number of cases

Number of cases

Number of cases

Number of cases

Number of cases

Number of cases

Number of cases

Number of cases

Number of cases

El jarabe que tiene un  $40$  a  $41^{\circ}$ Baumé ( $74$  a  $76^{\circ}$ Brix) hierve a  $108^{\circ}\text{C}$  a la presión ordinaria, pero se puede considerar terminado cuando el punto de ebullición alcanza los  $100^{\circ}\text{C}$ .

Es conveniente enfriar el jarabe hasta  $60^{\circ}\text{C}$  antes de pasarlo a los tanques de sedimentación donde se lo deja decantar.

La temperatura conveniente para envasarlo oscila entre  $87,5$  y  $40^{\circ}\text{C}$  según los envases usados. Cuando el jarabe se ha dejado largo tiempo para sedimentar, la temperatura es menor que aquella, en cuyo caso se ha de calentar hasta alcanzar la temperatura adecuada. Calentamiento que suele hacerse a baño maría y con corriente de vapor.

Si la concentración se efectúa al vacío, lo que suele hacerse a partir del semi-jarabe; es decir, llevar el jugo hasta la densidad  $30$  a  $35^{\circ}$ Baumé en tachos abiertos o en evaporadores continuos y luego se sedimentado el semi-jarabe se concluye la evaporación al vacío, se obtiene un producto mucho más claro y menos caramelizado.

El jarabe debe contener un rango aproximadamente hasta  $70^{\circ}$  Brix para que no fermenta, pero no mucho más pues cristalizaría la sacarosa, lo que ocurre también cuando el jugo de caña neutralizado con hidróxido de sodio o carbonato de calcio, no está cuando éste se deja suficientemente ácido, pues en este caso gran parte de la sacarosa se invierte mientras hierve el jugo, dando almorosa y levulosa.

En la industria se evita este inconveniente acidificando el jugo o usando invertasa.

Como evitar la cristalización de los azúcares.

La cristalización de los azúcares en los jarabes depende mucho de la variedad de sorgo, de su grado de madurez y de la densidad del jarabe. Los jarabes más densos cristalizan más fácilmente, la agitación del jarabe una vez terminado y mientras se enfría, produce una cristalización más rápida.

La cristalización de la sacarosa puede ser evitada mezclando el jarabe con glucosa comercial, pero este procedimiento no puede ser empleado en la elaboración de un producto que luego va a ser vendido como jarabe puro de sorgo.

Una excesiva cristalización de la glucosa hace que el jarabe se transforme en un sólido de color claro; los cristales de glucosa son pequeños, en forma de agujas y de apariencia completamente distinta a los obtenidos ordinariamente de la caña de azúcar; los cristales de sacarosa son monoclinicos.

Estas dos clases de cristalización no ocurren simultáneamente en una misma muestra de jarabe, aunque ambas clases de azúcares están contenidos en todo jarabe de sorgo en variadas proporciones.

La cristalización de la glucosa ocurre más comúnmente con algunas variedades de sorgo, mientras que la de la sacarosa es más probable en otras.

El grado de madurez es un factor muy importante, así como también la estación en que se efectúa la cosecha. Como regla general es mejor escoger variedades que nunca den glucosa cristalizada, porque la cristalización de la sacarosa se puede controlar más fácilmente.

Cristalización de la glucosa.

Un jarabe en el cual ha cristalizado la glucosa, puede ser mezcladocalentandolo con jarabe de sorgo que no esté azucarado, o bien con jarabe de sorgo en el cual han empezado a depositarse cristales de sacarosa.

Cristalización de la sacarosa.

El procedimiento descripto para evitar la cristalización de la glucosa puede ser aplicado también para evitar la cristalización de la sacarosa.

Otro método para evitar esta cristalización de la sacarosa consiste en emplear invertasa durante la elaboración del jarabe. La invertasa transforma una porción de la sacarosa en glucosa y levulosa.

Un extracto acuoso de levadura puede usarse sobre el semijarabe al mismo tiempo que la diastasa, es decir que la invertasa actúa sobre la sacarosa y el extracto de malta lo hace sobre el almidón.

Como la invertasa se destruye a temperaturas elevadas es conveniente enfriar por debajo de 60°C. La cantidad de invertasa requerida depende del volumen de semijarabe; se agregan de 20 a 30 ml de invertasa (solución al 10%) por cada 380 litros de semijarabe. Esta no actúa instantaneamente sino que necesita un cierto tiempo para transformar la sacarosa en azúcar invertido. Como es conveniente que este período sea de doce horas, se la deja actuar toda la noche.

Rendimiento en jarabe de un jugo. (12)

. Para valorar la materia prima, o sea la cantidad de jarabe que se puede obtener a partir de una determinada cantidad de jugo, se hace un ensayo sobre una parte alícuota de éste.

Cuando en las grandes plantas se elabora el jugo proveniente de distintos lotes de sorgo, es necesario conocer el rendimiento en jarabe de los jugos correspondientes a cada lote. Para este fin, se muele por separado el material correspondiente a cada lote, se recoge el jugo en tanques donde puede ser medido (conociendo el largo, el ancho y la profundidad se puede determinar el volumen), tanques donde se hace la primera sedimentación.

Conociendo el volumen del jugo y su densidad en grados Baumé puede calcularse la cantidad de jarabe a obtener; habiéndose confeccionado tablas para este fin, las que pueden usarse siempre que se trabaje en determinadas condiciones, principalmente en lo que se refiere a la concentración del jugo

TABLA N°10

(8)

Grados Baumé del jugo	Litros de jugo por litro de jarabe
6 .....	10
6,5.....	9
7 .....	8,5
7,5.....	8
8 .....	7,5
8,5.....	7
9 .....	6,5
10 .....	6
11 .....	5,5
12 .....	5



Subproductos de la ganadería de cerdos

El jamón, el tocino y el lomo son carnes suaves y sabrosas, limitadas entre 70 y 80%.

El tocino es un producto de carne que se utiliza para cocinar y para hacer tocino; los huesos se utilizan para hacer caldo y para hacer gelatina.

El lomo es una carne que se utiliza para hacer un caldo de resaca y para hacer un caldo de resaca.

El jamón es una carne que se utiliza para hacer un caldo de resaca y para hacer un caldo de resaca.

Subproductos

**sub**productos de cerdos: los cerdos.

Los cerdos son animales que se utilizan para hacer un alimento balanceado para el ganado.

Cerillos.

Los cerillos son los cerillos que se utilizan para hacer un alimento balanceado para el ganado. Los cerillos se utilizan para hacer un alimento balanceado para el ganado. Los cerillos se utilizan para hacer un alimento balanceado para el ganado. Los cerillos se utilizan para hacer un alimento balanceado para el ganado.

### Hojas y panojas.

Se las utiliza como forraje para el ganado, o bien se las deja sobre el terreno (usandolas en este caso como abono) pues tienen un valor semejante al del humus.

Las panojas se usan también para ensilar. Debido al contenido de compuestos cianogénicos las hojas y panojas deben dejarse secar, lo que puede hacerse durante el ensilado antes que sea suministrado al ganado.

### Bagazo.

Comprende el deshecho de los tallos luego de pasar estos por los trapichas.

Puede usarse como combustible; para la fabricación de materiales de construcción como los paneles; para los establos de los animales de granja o como relleno del terreno. Es un buen abono y como tal puede suplir al humus.

Se lo utiliza también como alimento del ganado.

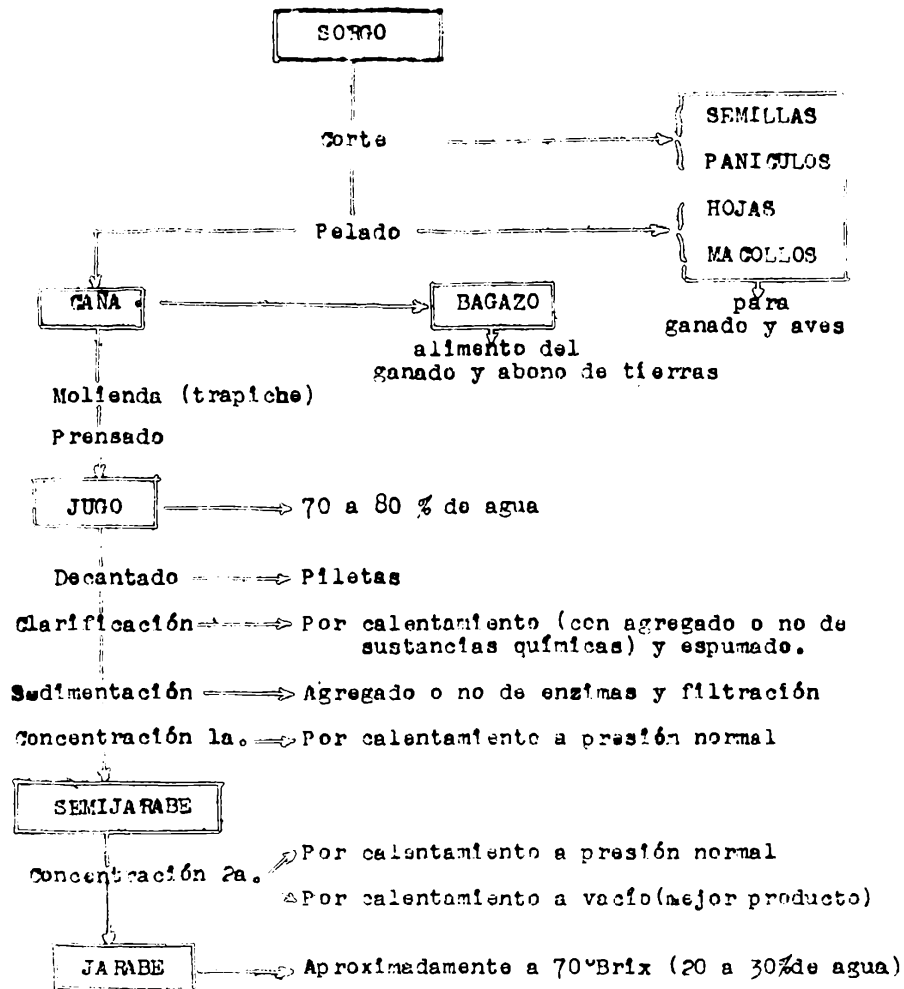
### Espuma.

La espuma es frecuentemente rica en azúcares y tiene un alto valor alimenticio para los ganados vacuno y porcino, para lo cual se usa también el jarabe de calidad inferior.

Este jarabe y espuma se usan solo ocasionalmente para la elaboración de vinagre.

Los distintos pasos a seguir en la elaboración del jarabe de sorgo se pueden sintetizar en el siguiente esquema:

Principios generales de la elaboración del jarabe de sorgo



don

des esre / d'abord / rade b'

est / d'abord / on / que

recherche

d'abord

de

de

de, es / possible

recherche / du / j'abord

de

de / de / de / de / de

de / de / de / de / de

de / de / de / de / de

de / de / de / de / de

de / de / de / de / de

( ) el

de / de / de / de / de

de

de / de / de / de / de

de

de

de

de

de

La clarificación se ayuda mediante el calentamiento hasta suave ebullición (para que coagulen las proteínas); cuando la evaporación se efectúa en tachos abiertos, la clarificación se hace en los mismos; en este caso el evaporador presenta una sección hacia donde puede correr toda la espuma facilitando así el espumado, el que se hace a mano y mediante grandes espumaderas. Esto hace posible obtener un jarabe más brillante, más claro y menos turbio, porque la espuma que flota hacia un costado del evaporador y no en toda la superficie del jugo interviene menos en la ebullición, reduciéndose por otra parte la pérdida de jarabe.

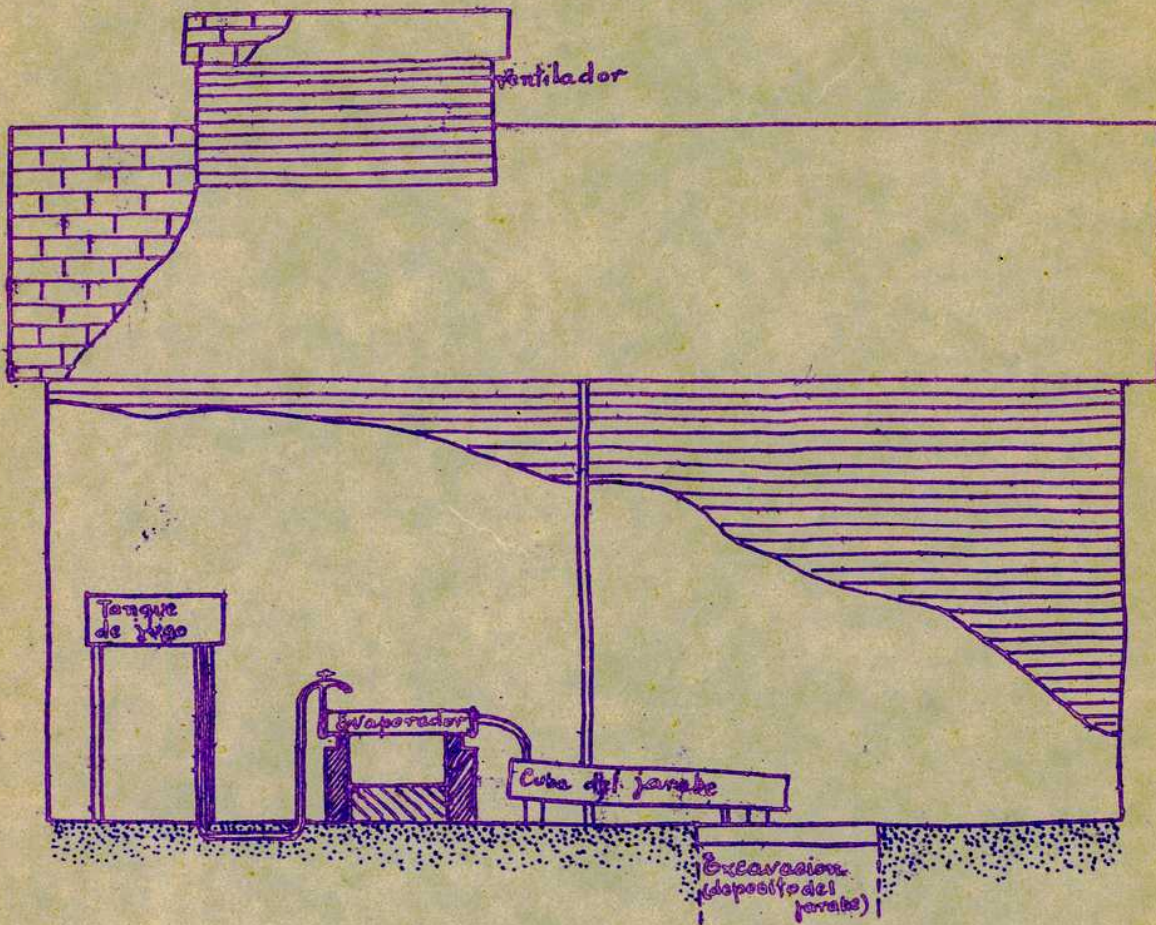
Este procedimiento es aplicado en las chacras, y en este caso el jugo se trata con lechada de cal hasta debil ácida y luego con extracto de malta, dejándolo actuar toda la noche sobre el jugo frío pasando luego este al evaporador. Fig: N<sup>o</sup> 4

En los grandes establecimientos el jugo se calienta hasta la ebullición, agregándole previamente tierra de infusorios y filtrando luego por filtros prensas.

Este calentamiento previo se hace en medio debilmente ácido, obteniéndose así un producto más claro y de mejor sabor, hasta alcanzar la densidad del semijarabe.

El semijarabe se deja sedimentar en tachos especiales de cobre o hierro galvanizado y durante este tiempo se lo trata con extracto de malta que actúa sobre el almidón; una vez que el jugo se haya enfriado hasta aproximadamente 60°C. se le agrega una solución de invertasa que se deja actuar durante toda la noche, período durante el cual gran parte de la sacarosa se convierte en azúcar invertido.

FIG: 4



Sección de una planta instalada a nivel del terreno



—

1

—

—

● 197 1 2000 100



En Italia (10) la elaboración del jarabe de sorgo fué creciendo en el transcurso del año 1936. Con el fin de prepararlo en escala industrial, la Sociedad Italiana para la industria de los azúcares, dispuso realizar en la primavera de 1936 siembras que se extendieron desde las Pontinas hasta el Veneto, y en el Laboratorio experimental de la Sociedad se realizaron estudios intensos relativos a la naturaleza química del vegetal y a la preparación del jarabe.

La presencia del almidón en el jugo complicó los tratamientos de purificación, haciendo prácticamente imposible la filtración del jugo purificado; se procuró subsanar este problema tecnológico en la preparación del jarabe recurriendo a una purificación física mediante centrifugación para separar el almidón, pero la solución más conveniente fué obtener el jugo por difusión, en condiciones tales que evitara en lo posible el pasaje del almidón al jugo.

La purificación sobre ese jugo de difusión ha dado resultados muy interesantes en lo que se refiere a filtración con filtros prensas o telas de pequeño espesor, si bien se ha efectuado con velocidad reducida.

Entre los numerosos esquemas de depuración ideados, indicamos los que han dado hasta ahora los mejores resultados y que son de más simple realización.

Jugo extraído por difusión

Dilución a 10°Brix

Tratamiento con fosfato tri sódico 0,1 - 0,15% del jugo

Agregado de lechada de cal hasta pH 7,3 - 7,5

Calentamiento a 60 °C.

Agregado de Kieselguhr (tierra de infusorios)

Filtración

(eventualmente ligera sulfitación hasta neutralización).

Tonnellier (13) se ocupó en la República Argentina en el año 1913 de la elaboración del jarabe de sorgo. Es este un producto que por sus cualidades, calidad y bajo precio, podrá en numerosos casos reemplazar al azúcar.

Como la preparación del jarabe de sorgo era sumamente sencilla y no requería equipos costosos ni complicados, Tonnellier concebía que era posible en pequeña escala la industrialización del jarabe de sorgo en la misma chacra.

A continuación se transcribe la técnica de elaboración del jarabe de sorgo propuesta por dicho autor: "- Cortada la planta, libre de su inflorescencia y hojas, se llevan los tallos al trapiche.-

Este en su forma más sencilla puede ser constituido por dos cilindros de madera dura, colocados en un cuadro de la misma materia, y que se hacen girar uno contra otro, haciendo pasar los tallos entre ambos.- Este sistema, que se puede denominar de primitivo, si bien es de un costo reducido, no resulta económico, pues con él no se puede llegar a producir la presión suficiente para la extracción completa del jugo, y no debe emplearse, sino en ciertos casos especiales, como ser la elaboración del sirop para la consumación familiar, pero nunca para la producción industrial.-

Para esta, existen trapiches de hierro o fundición, de dos o tres cilindros, los de tres cilindros son preferibles, de sistema horizontal o vertical.- Unos son establecidos para ser molidos a brazos, otros por malacates con caballos, y otros por motores.- El interesado podrá elegir uno u otro de estos sistemas según la importancia de su fabricación.-

El jugo que sale de los trapiches se conduce primero, a depósitos o tanques, que pueden ser de hierro galvanizados, de cemento armado, o cualquier otro material (no aconsejo recipientes de madera) donde se deja un cierto tiempo, permitiendo así al mayor número de impurezas depositarse sobre el fondo. El jugo, antes de entrar a estos depósitos, pasará por un tamiz formado por tejido de mallas algo sueltas que retendrán las impurezas de mayor volumen, pedazos de plantas, etc.- Los tanques serán provistos de un sistema permitiendo la decantación sin remover el depósito que se habrá acumulado sobre el fondo; el sistema que me parece más conveniente es el del sifón, fijo o libre.-

El calor, es decir calentando el jugo, adelanta la precipitación de las impurezas.-

El jugo decantado, contiene aún gran cantidad de impurezas que se encuentran disueltas en el líquido, y que hay que sacar antes de reducirlo en sirop.-

El procedimiento más recomendable para efectuar la coagulación de éstas materias es simplemente el empleo del calor.- Se hace subir la temperatura del jugo hasta la ebullición, se deja enfriar paulatinamente, las materias coaguladas se depositan en el fondo del recipiente.- Se decanta y pasa al evaporador.-

Debido a las variaciones climatológicas, y también a la variedad sucede que el jugo tiene una acidez mayor que la normal.- Puede neutralizarse por medio de la cal, empleando al efecto una lechada.- Cuando se procede a esa operación hay que tomar sumo cuidado de no neutralizar completamente la acidez lo que tendría un resultado desfavorable para el sabor del sirop.- Para seguir la

marcha de neutralización, es conveniente emplear un papel de tornasol, y suspender la adición de la lechada de cal cuando este papel puesto en contacto con el jugo dá todavía una reacción ligeramente ácida.-

Los evaporadores pueden ser de diversos sistemas, a fuego desnudo o por medio del vapor.-

Para la fabricación del jarabe para uso familiar, cualquier tacho que se pondrá sobre el fuego permite efectuar la operación, siendo conveniente que su diámetro sea tanto mayor como sea posible que su profundidad.-

Para el uso industrial existen sistemas, tanto a fuego desnudo como a vapor, y también de magnitud relativa a la importancia de la elaboración deseada.- Los evaporadores a vapor producen el producto de mejor calidad.-

Quando para la evaporación se emplea un simple recipiente con fuego desnudo, hay que cuidar que la llama no pase por encima del borde, ni añadir jugo fresco al que se encuentra evaporado: el resultado en los dos casos sería la obtención de un jarabe de color oscuro y de sabor a quemado.-

Durante la evaporación se forme espuma sobre la superficie del líquido, la cual debe ser cuidadosamente sacada; lo que se efectúa por medio de una espumadera.-

La evaporación puede considerarse como terminada cuando el Pesa - sirop Baumé, flotando en el sirop marca 38° a la temperatura de 12°C, o en un sirop hirviendo 35 a 36° Baumé.-

Llegado a este estado, no queda sino dejarle enfriar y envasarlo".

BIBLIOGRAFIA

- (1) - SHERWOOD S.F. - "Industrial and engineering chemistry"  
727, (1923)
- (2) - WILEY H.W. - "The sugar industry of the U.S." U.S. Dept.  
Agr., Bull 13, 116, (1888)
- (3) - WILLAMAN W.S.H. - "J. Agr. Research", 18, 16, 25, (1917)
- (4) - SYLVESTER J. - "The sugar industry of the U.S." U.S. Dept.  
Agr. Bull 34, 77, (1892)
- (5) - WEBER y SCOVELL - "Report on the Manufacture of Sugar, Si-  
rup, and Glucose from Sorghum", 11, (1881)
- (6) - WILEY H.W. - "The sugar industry of the U.S.", U.S. Dept.  
Agr. Bull 2, 6, (1884) - 3, 115, (1884) - 5, 324, (1885)
- (7) - HENRY T. - La Estanzuela, R.O.U., (1946), publicado en  
"Trabajo de Vulgarización Agrícola", Rep.Arg., 33, (1946)
- (8) - GOWGILL H.B. - "Sorgo for sirup production", Culture,  
Harvesting and Handling (U.S.A.), U.S. Dept.Agr.  
Farmers' Bull 1619, (1930)
- (9) - GOWGILL H.B. - Farmers' Bull, (1931)
- (10) - SALANI R. - "La Industria Azucarera Italiana", XXXI, 1,  
5, (1938)
- (11) - SPENCER G.L.A. - "Cane Sugar Handbook", 471, 475, (1944)
- (12) - SHUEY G.A. - "Sorghum Sirup Studies", Tenn.Agr.Expt.Sta.  
(1940) - Citado por Chemical Abstracts, 6037<sup>7</sup>, (1942)
- (13) - TONNELIER A.C. - "Sirop de sorgo", Rev.Ind.y Agrícola de  
Tucumán, 4, 531, 536, (1913)

"El sorgo como materia prima para la elab-  
oración de jarabe", Rev. "El Campo", 143, (1920-21)

-----

## CAPITULO IV

### COMPOSICION DE LOS JUGOS Y JARABES DE SORGO EN DISTINTOS PAISES Y EN LA REPUBLICA ARGENTINA

En los países que producen e industrializan el jarabe de sorgo, ha alcanzado gran importancia el estudio de las características de los jugos de sorgo de las diferentes especies cultivadas, así como el análisis comparativo con el fin de llegar a una buena selección de las mismas, período de cosecha, tipo de elaboración del jarabe, como también métodos de análisis convenientes para la aplicación industrial.

Transcribiremos a continuación algunos datos ilustrativos:

#### Composición de jugos de sorgos

En la tabla siguiente se exponen los resultados de los análisis de jugos de algunas variedades de sorgos cultivados en distintas localidades de los E.E.U.U. de N.A.

En ella puede verse como la proporción de sacarosa y de azúcar invertido difieren con la variedad de sorgo, su madurez, la estación y el lugar donde se lo ha cultivado.





Summary of Sales by State

Warehouses & Locations	Total Sales •Barrels	Percentage	No. Cows	1911
<b>Orange:</b>				
Albany, N.Y.	10,000	15.2%	1,000	15,000
Albany, Va.	10,000	15.2%	1,000	15,000
Albany, W.Va.	10,000	15.2%	1,000	15,000
Albany, Ill.	10,000	15.2%	1,000	15,000
Albany, Calif.	10,000	15.2%	1,000	15,000
Albany, S.C.	10,000	15.2%	1,000	15,000
Albany, Ind.	10,000	15.2%	1,000	15,000
Albany, Tex.	10,000	15.2%	1,000	15,000
Albany, Okla.	10,000	15.2%	1,000	15,000
Albany, Mo.	10,000	15.2%	1,000	15,000
<b>Orange:</b>				
Albany, N.Y.	10,000	15.2%	1,000	15,000
Albany, Va.	10,000	15.2%	1,000	15,000
Albany, W.Va.	10,000	15.2%	1,000	15,000
Albany, Ill.	10,000	15.2%	1,000	15,000
Albany, Calif.	10,000	15.2%	1,000	15,000
Albany, S.C.	10,000	15.2%	1,000	15,000
Albany, Ind.	10,000	15.2%	1,000	15,000
Albany, Tex.	10,000	15.2%	1,000	15,000
Albany, Okla.	10,000	15.2%	1,000	15,000
Albany, Mo.	10,000	15.2%	1,000	15,000
<b>Orange:</b>				
Albany, N.Y.	10,000	15.2%	1,000	15,000
Albany, Va.	10,000	15.2%	1,000	15,000
Albany, W.Va.	10,000	15.2%	1,000	15,000
Albany, Ill.	10,000	15.2%	1,000	15,000
Albany, Calif.	10,000	15.2%	1,000	15,000
Albany, S.C.	10,000	15.2%	1,000	15,000
Albany, Ind.	10,000	15.2%	1,000	15,000
Albany, Tex.	10,000	15.2%	1,000	15,000
Albany, Okla.	10,000	15.2%	1,000	15,000
Albany, Mo.	10,000	15.2%	1,000	15,000
<b>Orange:</b>				
Albany, N.Y.	10,000	15.2%	1,000	15,000
Albany, Va.	10,000	15.2%	1,000	15,000
Albany, W.Va.	10,000	15.2%	1,000	15,000
Albany, Ill.	10,000	15.2%	1,000	15,000
Albany, Calif.	10,000	15.2%	1,000	15,000
Albany, S.C.	10,000	15.2%	1,000	15,000
Albany, Ind.	10,000	15.2%	1,000	15,000
Albany, Tex.	10,000	15.2%	1,000	15,000
Albany, Okla.	10,000	15.2%	1,000	15,000
Albany, Mo.	10,000	15.2%	1,000	15,000

Otros estudios de gran importancia tecnológica realizados por laboratorios experimentales de E.E.U.U. de N.A., son los que tienen por objeto llegar a una mejor industrialización del jugo y obtener el edulcorante en jarabe.

Los resultados de estos estudios pueden verse en las tablas N°: 1; 5; 6 y 7 del capítulo anterior.

-----

Composición del jarabe de sorgo de una misma región .

La tabla N°12 muestra el porcentaje de azúcares y no - azúcares en algunas muestras de jarabes de diferentes variedades de sorgos cultivadas en el estado de Mississippi, los que fueron cortados aproximadamente en el mismo estado de madurez y cuidadosamente pelados.

Los porcentajes se han referido al peso total de jarabe con una densidad correspondiente a un 76 % de sólidos totales.

TABLA N°12

Composición del jarabe de sorgo de Mississippi (1)

Variedad	Sacarosa	Azúcar	Sust.	Sust. Org.
	Invertido	Minerales	no-azúcares	
	%	%	%	%
Goodsneck .....	35,26	34,99	1,38	4,37
Yeoberg .....	49,72	20,63	1,38	4,27
Heode .....	29,33	40,90	1,29	4,16
Red X .....	39,94	26,24	3,14	6,68
Leoti Red .....	42,34	27,57	2,49	3,60
Felger .....	40,85	27,94	2,77	4,44
Red Amber .....	45,35	21,20	2,57	6,68
Kansas Orange .....	32,70	29,26	2,13	4,91
Wisconsin Orange .....	48,26	18,41	2,24	7,09
Honey .....	29,16	40,71	1,68	4,45
Ribion Ore .....	29,63	42,05	1,58	2,54
Hastings .....	46,94	21,34	1,73	5,99

título de Información y Datos de los Estados Unidos  
 de América, producción, fructíferos en este capítulo. Esta infor-  
 mación es del Departamento de Agricultura. Muestra también,  
 producción de forraje de sorgo real.

1915 .....	149,769,400 lbs.	1928 .....	7,394,000 lbs.
1916 .....	160,114,000 "	1929 .....	75,172,500 "
1917 .....	173,190,500 "	1930 .....	83,089,500 "
1918 .....	138,172,000 "	1931 .....	67,110,400 "
1919 .....	121,603,000 "	1932 .....	57,794,200 "
1920 .....	95,218,000 "	1933 .....	56,051,000 "
1921 .....	71,728,000 "	1934 .....	72,711,400 "
.....	171,278,600 "	1935 .....	17,564,400 "
1927 .....	15,018,400 "	1936 .....	15,023,400 "

relación de los Estados Unidos con el galión norteamericano  
 equivalente a 3.785411784 galones.

de obtención

En Italia, el control de la producción de jugo de naranja se realiza con el fin de garantizar la calidad del producto. El control se realiza en los puntos de producción y en los puntos de venta. Los productos que no cumplen con los requisitos de calidad son rechazados y los productores son sancionados.

Song

Sucrosa

Alcohol

El control se realiza en los siguientes puntos:

Tabla 1

Producto	Control de calidad	Sucrosa	
Jugo de naranja	1, 25		---
Jugo de mandarina	1, 20		---
Falsas agrietas	0, 10	3,	---
Ante la descarga	estándar	vestigios	---

ANEXO N.º 11

Composición de los jugos de difusión y presión (2)

Determinación	Jugo de presión	Jugo de difusión	Jugo de difusión	Pulpa agotada.	Agua de descarga	Jugo de presión
Reductores naturales (en invertido).....	3,82	4,30	4,45			22,00
Reductores totales después de hidrólisis (en az. invertido)....	10,10		12,31			50,32
Reductores totales después de hidrólisis (en sacarosa).....	17,40	13,80	11,90	---	---	67,70
Reductores totales hidrol. enzimática (en az. invertido)....	---	---	---	---	---	51,15
Reductores correspondientes a sacarosa (en az. invertido).....	10,33	12,30	9,10	---	---	64,20
Sacarosa química.....	9,61	11,69	8,65	---	---	50,50
Azúcares totales (en az. invertido y sacarosa)	13,62	15,99	12,20	---	---	44,50
Brix refractométricos....	---	19,17	14,47	---	---	50,50
Reductores totales después de hidrólisis (en sac. % Brix).....	---	82,30	82,10	---	---	81,80
Azúcares totales % Brix.	---	83,10	83,60	---	---	83,00
Relación sacarosa - reductor natural.....	2,57	2,51	2,50	---	---	2,45
Almidón % .....	---	0,41	0,20	0,11	---	ausente
Cenizas % .....	---	0,68	0,53	---	---	2,85
Oxido de calcio %.....	---	0,09	0,08	---	---	0,30
Pentóxido de fósforo.....	---	---	0,03	---	---	0,00

Nota: El jugo de difusión se ha obtenido por extracción a 80°C, estando en contacto la mezcla dos minutos y medio, efectuándose luego la extracción durante dos minutos y medio.

La difusión proporciona un jugo de distintas características que el de presión, pero aquél puede desecarse con relativa facilidad siempre que se lleve a un volumen final determinado para no evaporar demasiado de

En otros países europeos se ha industrializado también el sergo para la obtención de jarabe.

Transcribimos algunos datos sobre la composición de jugos y jarabes de sorgos cultivados en Hungría. (4)

TABLA N°15

Jugo

Densidad .....	1,0536 - 1,0854
Materia seca .....	13,9 - 22,2 %
Azúcar invertido .....	9,7 - 20,3 "
Sacarosa .....	7,4 - 12,1 "
Cenizas .....	0,5 - 0,95 "
Acidez total .....	0,1 - 0,5 "
Proteínas .....	1,4 "

Jarabe

Densidad .....	1,2081 - 1,2702
Materia seca .....	43,5 - 84,1 %
Azúcares totales .....	37,2 - 74,8 "
Sacarosa .....	9,6 - 41,00 "
Cenizas .....	2,00 - 2,8 "
Acidez total .....	0,4 - 0,8 "
Proteínas .....	2,9 - 7,6 "

Jugos de sorgos cultivados en la República Argentina

En la República Argentina se han efectuado diversos estudios sobre jugos azucarados de posible industrialización.

Con este fin se han considerado en distintas oportunidades los cañes dulces, los sorgos azucarados y la remolacha azucarera.

Ya en 1913-14, Tonnelier (6) propuso en Tucumán la industrialización de algunos jugos azucarados, entre ellos el jugo de sorgo y su producto de concentración: el jarabe.

En 1948 Morena expuso en el IV Congreso de Química efectuado en Chile, los resultados de algunos de los análisis por él realizados sobre jugos de sorgos cultivados en la República Argentina. Dichos resultados se exponen continuación (5)

TABLA Nº 16

Jugos de sorgos cultivados en la República Argentina

(año agrícola 1946 - 47)

Número de referencia de las muestras	Azúcares reductores en el jugo	Azúcares reductores después de inversión
	g/100 ml.	g/100 ml.
1	2,52	11,58
45	2,25	14,08
4	1,22	8,44
7	4,51	15,57
9	1,84	15,42
37	2,61	13,20
39	3,68	16,87
41	2,31	13,50
45	1,26	9,00
8	2,18	12,96



Pradines en su trabajo de tesis doctoral (7), estudió en 1947 la variación de los azúcares en los jugos de sorgos en los distintos estados de madurez, utilizando para tal fin variedades cultivadas en el Instituto de Genética de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de Buenos Aires, observándose en las muestras examinadas un contenido de azúcares totales con un promedio de 13%.

TABLA N°17

Variedad	A	B	Sacarosa (B-A)0,95
	Azúcares Reductores	Azúcares totales	
	g/100ml	g/100ml	g/100ml
Sumac Red Top	3,657	16,457	12,16
Leoti Red Top	1,960	17,050	15,285
Atlas	2,184	14,675	11,866
Kansas Orange	1,524	15,935	13,68
Leoti Sorgo	2,319	16,925	13,875
Kafir Blanco	1,806	10,925	8,683
Sorgo de Quinchar	1,970	9,225	6,892
Azucarado D4.	1,470	10,975	9,029
Registro N: 2452	0,928	14,700	13,083
Standard Blackhull	0,974	13,150	11,567
Registro N: 2455	1,847	9,475	7,246
Registro N: 2456	1,176	10,325	8,691

En el período 1948 - 49 Morera instaló un campo experimental para la obtención de jugo y jarabe de sorgo en una localidad vecina, utilizando para tal fin sorgo azucero de Minnesota. Variedad que fué empleada para nuestro fin, el que comprende un análisis previo de los jugos de presión con los cuales se elaboraron los jarabes.

Los resultados de los análisis de los jugos de sorgos en distintos estados de madurez y cultivados en diferentes lugares, se exponen a continuación:

TABLA N°18

Número de referencia de las muestras	A		B
	Azúcares reductores	Azúcares totales	Sacarosa (B-A) 0,95
	g/100ml	g/100ml	g/100ml
1	3,60	8,82	8,11
2	1,80	13,2	10,83
3	1,04	11,2	9,71
4	2,72	5,06	2,21
5	2,90	15,84	11,90
6	2,02	11,41	8,94
7	2,83	11,28	8,02
8	3,94	11,03	7,69
9	3,16	14,91	11,21
10	1,90	16,28	13,66
11 (despunte de la muestra 10)	1,90	13,42	10,94
12	2,11	17,38	14,04
13 (despunte de la muestra 12)	9,28	12,10	2,67

Nota: A la muestra N°4 corresponde un jugo de sorgo (cosechado de la primera semana) no llegado a madurez. La N°13 corresponde a un jugo proveniente de tallos que después de cosechados se les dejó por una noche a la intemperie.

BIBLIOGRAFIA

- (1)- DOWGILL H.B. - "Sorgo for sirup production", U.S. Dept. Agr. Farmers' Bull 1619, (1930)
  - (2)- SALANI R. - "La industria azucarera Italiana", 1, 5, (1938)
  - (3)- MENGONI O. - "Ind. Sacc. Ital.", 32, 164, 7, (1940)
  - (4)- LASZLO T. K. - "Chem. Inst. and Central Expt. Sta.", Budapest, Hungary, 14, 1823, (1941)
  - (5)- MOTERA V. - "Recientes adelantos de la Quimurgia Agraria en la Argentina", IV Congreso Sudamericano de Quimica, Santiago de Chile, (1948)
  - (6)- TONNELIER A.C. - "Sirop de sorgo", Rev. Ind. y Agrícola de Tucumán, 1, 531, 536, (1913)
  - (7)- PRADINES M.E. - "Valoración del contenido en azúcares de diversas variedades de sorgos durante su crecimiento", Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Bs.As. Tesis (1949)
- 
- .

### CAPITULO III

#### METODOS DE ANALISIS

La determinación de azúcares (glucosa, levulosa, galactosa, sacarosa, etc. en general hidratos de carbono: mono-di y polisacáridos) no está exenta de inconvenientes lo cual hace necesario una selección cuidadosa del método de análisis, observando rigurosamente las normas establecidas, puesto que cualquier cambio en las condiciones de trabajo altera los resultados.

Cualquiera sea el método empleado en la determinación, se han de tener en cuenta las siguientes etapas:

- 1)-Toma de la muestra.
- 2)-Preparación de las soluciones a analizar.
- 3)-Preparación del reactivo.
- 4)-Método para determinar la cantidad de cobre precipitado en caso de aplicarse un método gravimétrico, o la determinación del final de la reacción en un método volumétrico.
- 5)-Cálculo de la cantidad de azúcar reductor presente.

Todo lo cual se ha tenido en cuenta una vez seleccionado el método de análisis. Haremos algunas consideraciones generales sobre cada uno de los puntos arriba mencionados para detallar luego la técnica usada.

#### 1)- Toma de la muestra.

Los métodos de preparación varían según se trate de mues-

tras sólidas, semisólidas o líquidas.

En todos los casos es necesario homogeneizar bien la sustancia y tomar una parte representativa del total de la muestra.

2)- Preparación de la solución para la determinación de azúcares reductores y sacarosa.

Cualquiera sea el método seleccionado, químico o polarimétrico, es sumamente importante la preparación de la solución, lo cual fué demostrado en las numerosas investigaciones efectuadas en el Laboratorio de Control Central de Cárdenas de la Cuban American Sugar Co. bajo la dirección del Dr. Spencer (2), (6).

Siendo necesario clarificar las soluciones para eliminar las sustancias interferentes, y teniendo en cuenta la acción de los distintos clarificantes o precipitantes sobre la solución azucarada así como sobre el reactivo (solución cuprico tártrica), hay que seleccionar el defecante de acuerdo a las condiciones de trabajo.

Los agentes clarificantes más usados para el análisis son: la alúmina (crema de aluminio), el acetato básico de plomo, y con menor frecuencia el acetato neutro de plomo, el nitrato básico de plomo, el alumbre, sulfito ácido de sodio e hipoclorito sodico(3).

Defecantes o clarificantes

Los puede agrupar en dos categorías teniendo en cuenta su composición química, según contengan o no sales de plomo.

	Acetato básico de plomo en solución y $Pb(CH_3COO)_2 \cdot PbO \cdot 3H_2O$	Para clarificar productos oscuros es muy efectivo; especialmente usado en polarimetría. Inconveniente: volumen del precipitado; inclusión de sacrosa.
Sales de	Acetato básico puro (Horne) $Pb(CH_3COO)_2 \cdot PbO$ y $Pb(CH_3COO)_2 \cdot 2PbO$ (4), (5), (6).	En determinaciones de pureza y control analítico. Al agregarlo después de llevar a volumen evita el error por precipitado.
	Nitrate básico de (se debe de purificar) sol. 30% pura al 5%	Agregar a la solución de sales (antes de llevar a volumen) igual cantidad de las soluciones Inconveniente: afecta la polarimetría, volumen del precipitado, incluye sacrosa.
	Acetato puro $Pb(CH_3COO)_2 \cdot 3H_2O$ sólido.	Para métodos polarimétricos en caso de soluciones suficientemente claras.

Los dos tipos colocados "jarabes" el primero clarificante de

estos acetatos es proporcional al contenido de PbO; por lo que el acetato neutro es deficiente para la clarificación de productos muy coloreados cuando van a ser sometidos a determinaciones polarimétricas; aunque tiene la ventaja de que no forma compuestos (Pb-azúcar) de distintos poder rotatorio, por lo que se ha de usar con preferencia para la clarificación siempre que el producto a clarificar lo permita.

	Alumina: (3) Suspensión de $Al(OH)_3$ en agua	En la clarificación de productos muy impuros, donde se requeriría gran cantidad de acetato de plomo.
Otros	Hipoclorito de sodio (sol. acuosa) (Método Zamerón)	Método eficaz, no afecta los azúcares reductores siempre que no se use en exceso. (1), (3)
com- pues- tos.	Sulfato de sodio Por acción del Zn sobre el $NaHSO_3$ y $H_2SO_4$	Para clarificar las soluciones defecadas con alumina, pero se han de polarizar inmediatamente pues por acción de los azúcares reductores precipita azufre en polvo fino.
	Kieselguhr	
	Acido fosfo-tungstico	

Como se ve el empleo de agentes clarificantes no está exento de inconvenientes, pues los precipitados de proteínas suelen ser voluminosos por lo que arrastran cantidades no despreciables de azúcares, por lo tanto es necesario no exceder la cantidad de clarificante usado. Como para asegurar la eliminación de las sustancias interferentes se usa siempre mayor cantidad de clarificante que el necesario para su completa precipitación, hay que eliminar el exceso de metales pesados con fosfatos alcalinos o carbonatos, aunque los métodos oficiales americanos recomiendan eliminar el plomo con oxalato. (1) El método oficial dice: "Es importante que todo el plomo se elimine de la solución con oxalato neutro de potasio en polvo, antes de la reducción". Al respecto hemos hecho un estudio comparativo y las correspondientes curvas de inversión (Capítulo IV).

#### Influencia del acetato básico de plomo sobre los azúcares reductores

Como hemos usado como clarificante sales de plomo (acetato básico, acetato neutro) haremos algunas consideraciones sobre los inconvenientes y ventajas de estas sales para dar así una razón de nuestro modo de operar en la técnica usada.

#### Acción sobre la sacarosa.

En las condiciones ordinarias de trabajo el poder rotatorio no se modifica por el acetato básico de plomo, pero en presencia de gran exceso de plomo tiene lugar una pequeña disminución en poder rotatorio, siendo apreciable en soluciones alcohólicas.

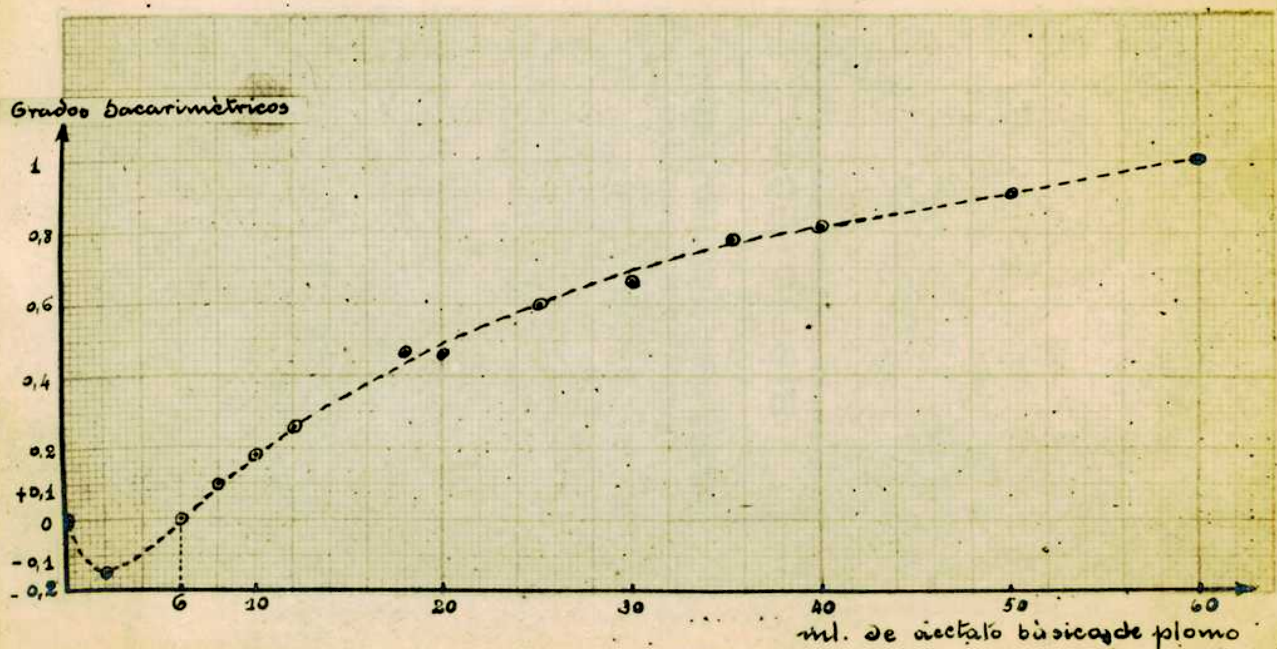


Las investigaciones de Bates y Blake (Bureau of Standards de los Estados Unidos de Norte América) (3), demostraron que cantidades excesivas de subacetato de plomo causan errores de importancia en la rotación, conservando cierta relación la disminución polarimétrica con el volumen en exceso de solución defecante; alcanzando la rotación un valor mínimo en presencia de un exceso del 1 %, volviendo a su valor inicial cuando el exceso llega al 6 % para continuar aumentando con el aumento de defecante.

Este error se evita usando la menor cantidad posible de clarificante (un exceso del 6 % es lo conveniente).

Sachs demostró que esta disminución del poder rotatorio de la sacarosa, está notoriamente influenciada por la presencia de sales de sodio y potasio (nitratos, sulfatos, acetatos y carbonatos).

Influencia del acetato básico de plomo sobre la solución de azúcar





.

.

encontrados en el análisis.

- 2.- El sulfato de sodio y el carbonato de sodio no deben nunca usarse como agentes eliminadores de plomo; pues causan resultados muy bajos.
- 3.- El oxalato de potasio, oxalato de sodio seco y fosfato de sodio en solución, usados como eliminadores del plomo dan buenos resultados.
- 4.- El fosfato de sodio y el ácido fosfórico eliminan completamente el plomo.

Una pequeña cantidad de plomo restante en la solución, no perturba la precipitación del cobre, pero un gran exceso causa resultados bajos.

- 5.- Cuando se usa plomo y agentes eliminadores de éste, si se filtra el precipitado de plomo y se elimina dicho metal del líquido filtrado, los resultados serán más bajos que si el agente eliminador fuese agregado a la solución principal y se filtrara el precipitado.
- 6.- La clarificación sin plomo usando solamente Kieselguhr da resultados exactos y es un método práctico y sencillo, pero no es suficiente para soluciones muy coloreadas.

La clarificación con Kieselguhr se ha usado durante largo tiempo en los laboratorios de la Cuban American Sugar Co. con excelentes resultados. Pero cuando se usa éste método es necesario tener en cuenta que las soluciones diluidas sin plomo u otro agente conservador se alteran rápidamente, por lo que hay que efectuar las determinaciones lo antes posible.

El inconveniente que presenta éste método, se basa en la posibilidad de que se encuentren presentes sustancias reducto-

Algunas sustancias que causan notoria variación en la rotación de los azúcares son las sales de calcio y de sodio y de potasio. De ellas de más importancia es el oxalato de calcio, especialmente en los jugos de caña de azúcar, especialmente en los jugos de caña de azúcar y en los jugos de caña de azúcar. Eynon y Lane demostraron que la adición de pequeñas cantidades de sales de calcio en solución causa una considerable disminución en el poder rotatorio de los azúcares, como se verá oportunamente al considerar el método de clarificación de dicho autor y en el que se recomienda la eliminación de dichas sales cálcicas por medio de oxalato de sodio o potasio. La adición de oxalato es sobretodo importante cuando no se usa el acetato de plomo para la clarificación (8).

Las sales cálcicas influyen también en el poder rotatorio de las soluciones de azúcares, causando una disminución de la rotación, la que continúa a medida que la sal aumenta.

Estos estudios llevaron a la siguiente conclusión: "La defecación con plomo y eliminación de éste con oxalato conduce a los mejores resultados".

Un moderado exceso de oxalato no afecta los resultados de las determinaciones y asegura la eliminación del plomo y de las sales cálcicas, siendo necesario no exagerar el exceso pues como demostró Sachs (9), (10) la presencia de un gran exceso de potasio o sodio disminuye muy perceptiblemente la rotación.

### 3) - Preparación del reactivo: Solución cúprica

Varias son las soluciones que se han propuesto para la valoración de azúcares reductores, basadas todas ellas en la reducción del cobre bivalente a monovalente, siendo característica de cada método de determinación el tipo de solución reactivo y el modo de determinar el cobre reducido.

La solución empleada en la mayoría de los métodos tanto gravimétrico como volumétrico es el licor de Fehling al que se le han introducido distintas modificaciones.

La modificación más frecuentemente usada es la de Soxhlet, que es la usada en los métodos oficiales de la "Association of Official Agricultural Chemists" E.E.U.U. de N.A. (12). La cual consta de dos soluciones que se mezclan en volúmenes iguales en el momento de efectuar el análisis:

- a) - Solución acuosa de sulfato de cobre.
- b) - Solución alcalina de tartrato (sal de Seignette) con hidróxido de sodio.

Otras soluciones empleadas aunque de menor aplicación son: la de Benedict, cuando la cantidad de azúcar presente es muy pequeña, y que se diferencia de la anterior por constar de una mezcla de: sulfato de cobre cristalizado, citrato de sodio, carbonato de sodio anhidro y bicarbonato de sodio.

O'ner (3) en su método volumétrico usa la siguiente solución: sulfato de cobre cristalizado, carbonato de sodio anhidro, sal de Seignette y fosfato disódico anhidro.

Otros tipos de soluciones basados en la primitiva de Fehling varían solo las proporciones de los componentes

1

1

1

1

INVESTIGACION DE AZUCARES

METODOS CUALITATIVOS

Métodos	Reactivo		Proceso	
de Reducción	Sales metálicas (solución alcalina)	Cu <sup>++</sup> Sulfato	Fehling Benedict	
		Carbonato	Soldaini	
		Acetato neutro	Barfoed	
		Salicilato	Kendall	
	Ag <sup>+</sup> Nitrato	Tollen	Ag <sup>+</sup> → Ag <sup>0</sup> (espejo)	
	Hg <sup>++</sup>	Cianuro	Knapp	Hg <sup>++</sup> → Hg <sup>0</sup>
		Yoduro	Sachsse	
		Cloruro	Bauer	
	Bi <sup>+++</sup> Subnitrato	Nylander	Bi <sup>+++</sup> → Bi <sup>0</sup>	
	Ni <sup>++</sup> Sulfato (sol.alcal.)	----	Ni <sup>++</sup> → Ni <sup>0</sup>	
	Fe <sup>+++</sup> Cloruro	----	Fe <sup>+++</sup> → Fe <sup>0</sup>	
	Co <sup>++</sup> Nitrato (cobaltoso)	----	Co <sup>++</sup> → Co <sup>0</sup>	
	Au <sup>+++</sup> Cloruro	----	Au <sup>+++</sup> → Au <sup>0</sup> (coloidal)	
Metaloides (sol.acid.)	Mo <sup>++</sup> Molibdato de amonio	Cotton Pinoff Gude	Mo <sup>++</sup> → Mo <sup>++</sup> muy sensible	
	Se <sup>++</sup> Ac. Selenioso	Reif	Se <sup>++</sup> → Se <sup>0</sup>	



INVESTIGACION DE AMIGAMOS - METODOS CUALITATIVOS (continuación)

Métodos	Re a c t i v o		Proceso
de Espectroscopía (cont.)	Nitró oxidado	Ácido Pírico (Brown) o-Dinitro benceno (Rose) Ácido Nitro salicílico (Snyder) m-Dinitro benceno p-Nitro benzaldehído Anil metileno Esfranina	Por reducción. reactivo es cloro- metano por oxidación ción
de Espectroscopía	Nitró		Las soluciones se colorean amarillo y oscu- rizan por oxida- ción.
		Ácidos nítricos concentrados	Se forman solu- ciones coloreadas de descomposición.
		Compuestos orgánicos función en oxígeno C-N-O-S-P	Se forman solu- ciones condensadas. ción.
de Espectroscopía		Fenilhidrazina y derivados	Formación de hidrazonas y oxazonas

Determinación cuantitativa de azúcares reductores

Muchos son los métodos citados por la literatura para determinar cuantitativamente los azúcares reductores, basados unos en principios físicos (métodos ópticos), otros químicos (métodos de reducción, colorimétricos, cronométricos) y biológicos como los de fermentación.

A continuación citamos los autores de algunos de estos métodos: Clerget (6), (3), (1); Tryller (8); Niederl y Müller (5), (3); Stieglitz (16); Willstätter y Schudel (40); Auerbach y Bodländer (15), (41); Kline y Acree (42); Lothrop y Holmes (15); Knap (12); Sachsse (35); Baudouin y Bewin (26); Fleury y Marque (28); Ionescu y Vargolisc (37); Harnes<sup>o</sup> (38); Hulme (38); Van Slyke y Hawkins (44); Baerts y Binard (39), (17); Thomas y Dutcher (5); Kolthoff y Summer (17), (15); Dabrunfaut (6); Crevelid (6); Oppel (6), (25); Einhorn (6); Lohnstein (6); Van Interson y Kuyver (6); y muchos otros.

Como hemos tenido en cuenta para nuestro estudio los métodos de reducción del cobre, los detallamos en un cuadro más adelante.

Métodos volumétricos.

El principio de los métodos volumétricos, consiste en determinar el volumen de una solución de azúcar que se necesita para reducir completamente un determinado volumen de solución de pre-ácetina (o solución de Fehling), diferenciándose de los métodos gravimétricos en los que se determina el cobre precipitado por una cantidad fija de solución de azúcar (glucosa).

En todas las determinaciones se emplea por lo tanto igual cantidad de licor de Fehling, previamente valorada con una solución de azúcar invertido de concentración conocida 5 ‰, con lo que se determina la cantidad de azúcar invertido necesario para producir la total reducción de una cantidad de Fehling que será la misma para todas las determinaciones.

En el siguiente cuadro hacemos una síntesis de los principales métodos volumétricos.

Métodos volumétricos de valoración de azúcares, basados en la  
reducción de sales cúpricas

Métodos	Soxhlet (1)	{ Con solución de Soxhlet e indicador externo: ferrocianuro de potasio.
	Eynon-Lane (1)(8)(3)	{ Con solución de Soxhlet e indicador interno: azul de metileno.
	Scales (1)(19)	{ Semimicro método, que emplea la solución de Benedict y en el cual una vez efectuada la reducción del cobre se hace actuar una so- lución acética de todo-ioduro de potasio, titulando el exceso de todo con solución de tiosulfato de sodio, empleando solución de almidón como indicador interno.
	Ofner (20)	{ Semejante al de Scales pero usa como reac- tivo la solución de Ofner.
	Benedict (17)(21)(2)	{ Modificado por Fein y Wu, es un micrométodo que emplea la solución cupro-alcalina de Be- nedict y una solución de ácido tungstico.
	Cf. Químicas Nacionales (13)	{ Con solución cúprica de Fehling-Gausse-Bon- nans e indicador interno: azul de metileno.
	Violette (22)	{ Con solución de Violette.

La literatura describe otros métodos no menos importantes aunque de menor aplicación como los de: Fehling (14), Earley (5) (11), Main (8), éste último es una modificación del de Eylon Lane; el método de Viallette muy usado en Francia y en el cual tanto la solución como la técnica del método son muy semejantes a la de Soxhlet aunque más simples que éste, por lo que su aplicación se prefiere en muchos casos.

El método de Soxhlet fué modificado por Spencer quien incluyó el ferrocianuro en la solución cúprica, facilitando así la determinación del fin de la reacción (4).

El método de Reishauer y Kru's usa la solución de Fehling, pero se diferencia de todos los anteriores en que usa un volumen constante de solución de azúcar reductor (aproximadamente de 0,58 % y se determina la cantidad de Fehling necesaria para oxidarla completamente.

#### Métodos de precipitación del óxido cuproso.

En ellos se determina la cantidad de óxido cuproso precipitado y separado por filtración después de la reducción. En este tipo de análisis se usa una cantidad fija de solución de azúcar y un exceso de reactivo, por lo que al precipitar el óxido cuproso luego de haber oxidado totalmente el azúcar, queda en el líquido filtrado un exceso de cobre ( $\text{Cu}^{++}$ ) lo que asegura la total oxidación del azúcar.

Los métodos más comunes que se basan en este principio son los siguientes: Herzfeld (27) (2) (29), Meissl-Heiller (30), Bertrand (31), Munson-Walker (1) (8), Allihn (32) (1), Brown-Morr:

y Millar (33), Wein (34), Kjeldahl (35), Hey (36), Deffen (5),  
Ginsbumb-Thoms (5)(1), Pfalliger y otros.

#### Alcance de los resultados

Por cualquiera de los métodos de reducción descritos, se determinan conjuntamente todas las hexosas y pentosas si las hubiere, las que únicamente podrían diferenciarse por métodos polarimétricos, aunque esta diferenciación carece de importancia en los análisis comunes porque las sustancias reductoras de los productos de , constan de dextrosa y levulosa en distintas proporciones y pequeñas cantidades de otras sustancias reductoras. Siendo por el contrario de gran interés la determinación de azúcares reductores invertibles y sacarificables, estos últimos sobre todo en los productos de sorgo, donde el porcentaje de azúcar alcanza valores apreciables y variables en los distintos estados de madurez; hecho de gran importancia tanto para la industria azucarera como para la fermentación alcohólica.

#### Aplicaciones prácticas

Se hace la determinación directa sobre las soluciones sacaradas expresas el conjunto de ellos como si fuera toda la cosecha.

### Azúcares invertibles

Para determinarlos es necesario invertir previamente la solución, es decir, transformar los azúcares no reductores en reductores lo que se logra mediante la hidrólisis ácida por HCl (D<sub>21</sub>, 22) o enzimática por la invertasa a determinada temperatura y en un tiempo dado.

### Hidratos de carbono sacarificables (polisacáridos)

Las condiciones necesarias para la transformación en azúcares reductores han de ser mucho más enérgicas que para un disacárido: en el caso de hidrólisis ácida (HCl, D<sub>21</sub>, 25) a temperatura e h<sub>2</sub>o por hidrólisis diastásica la que debe realizarse por una hidrólisis ácida con ácido enzimático (D<sub>21</sub>, 25).

No consideramos la determinación de la sacarosa por ser objeto de nuestro estudio en el capítulo siguiente.

Determinación de cenizas (1) (3)

Los métodos corrientemente empleados para determinar cenizas en productos azucarados son los siguientes:

Cenizas sulfatadas

A 2-5 gramos de muestra contenidos en una cápsula de platino de 50-100 ml, se adicionan 5 ml de ácido sulfúrico al 10 % calentando suavemente hasta la completa carbonización de la muestra. Se calcina luego en una mufla a 550°C hasta completar la combustión del carbono, después de enfriar se agregan de 2-5 ml de H<sub>2</sub> SO<sub>4</sub> al 10 %, evaporando primero sobre baño maría y luego sobre tela hasta sequedad. Después se vuelve a calcinar a 550°C hasta obtener constancia de peso.

Cenizas carbonatadas  
o normales

Una vez pesada la muestra en cápsula de platino, se calienta, recomendándose la adición previa de unas gotas de aceite puro de oliva, hasta que cese el levantamiento de la masa. Luego se calcina a 500°C hasta obtener cenizas blancas que se humedecen con una pequeña cantidad de carbonato de amonio, calentando primero en estufa hasta que presenten un color rojo oscuro y luego en mufla hasta constancia de peso.



1) Una vez más (de los que se  
 2) ...  
 3) ...  
 4) ...  
 5) ...  
 6) ...  
 7) ...  
 8) ...  
 9) ...  
 10) ...

...  
 ...  
 ...  
 ...  
 ...

Determinación de humedad (1)(3)

Cuando se trata de determinar la humedad en un producto azucarado sólido, es corriente el empleo del método de desecación directa, para el cual pueden usarse estufas comunes sin efectuar el vacío. Pero dada la presencia en estos productos de levulosa (2°) y otras materias de fácil descomposición, es ideal el empleo de estufas al vacío, pero estas por su elevado costo faltan en muchos laboratorios azucareros.

Carr y Danborn deshidrataron una solución conteniendo 17,75% de levulosa, que fué secada sobre piedra pomez en una cápsula de fondo plano a 100°C, obteniendo los siguientes resultados:

Horas de calentamiento	Por ciento de sólidos
1	19,02
2	18,53
3	18,57
4	18,16
5	17,42
6	17,34
8	16,90

Se ve, que después de 5 horas de desecación, el por ciento de sólidos es más bajo que la cantidad de levulosa de la que se ha partido.

F.O. Mauro (1)(3) en su tesis doctoral, investigó un método para determinar agua en los azúcares sin que se descompongan los azúcares presentes en la misma, especialmente levulosa. Este método con-

siste en un calentamiento de 7 horas en una estufa con un vacío no superior a 10 mm. de Hg, y a una temperatura que oscila entre 72 y 74°C.

El citado autor aconseja en su trabajo, no pesar nunca una cantidad de sustancia superior a 0,6 gramos (de 0,4 a 0,6) y cuidando de extenderla en el fondo del pesa filtro en forma de hilo fino, prescindiendo así del agregado de arena o piedra pomez en la miel (para aumentar la superficie de evaporación).

Para la determinación de humedad pueden emplearse los siguientes métodos:

Deseccación directa

Se pesa la muestra bien mezclada en una cápsula plana, secando a 105°C durante 3 horas. Se enfría en un desecador y se pesa. El método oficial del A.O.A.C. prescribe desecación de 10 horas a la temperatura del agua en ebullición, secar y pesar, recalentando por períodos de 1 hora hasta que la pérdida de peso no sea mayor que 2 mg.

En caso de productos líquidos o semilíquidos, no es recomendable desecar la solución directamente en cápsula debido a la tendencia del material a formar una película y de ocluir la humedad, por eso conviene determinar la humedad por los siguientes métodos,

Deseccación sobre  
arena de cuarzo

En una cápsula de aluminio se colocan de 25 a 30 grs de arena pura de cuarzo, se seca completamente, se enfría en un desecador y se pesa. Se agrega luego la muestra diluida en cantidad suficiente para producir aproximadamente un gramo de residuo seco, y se mezcla con la arena calentando sobre baño maría durante 15-20 minutos. Se seca a 70°C en una estufa, pasando cada dos horas hasta que el cambio de peso no exceda de dos miligramos.

Deseccación sobre  
piedra pomez

Se prepara piedra pomez de dos tipos, una debe pasar por un tamiz de un milímetro, y la otra por una de 6 mm de perforaciones circulares. Se disgrega cada parte con  $\text{SO}_4\text{H}_2$  diluido (1:9) durante 5 horas sobre baño maría. Luego se lava hasta dejarla libre de ácido, y se calienta al rojo oscuro. Se coloca una capa de la piedra pomez más fina en el fondo de una cápsula de aluminio, seguida de una segunda capa de piedra pomez más gruesa, y se añade a la cápsula la piedra pomez de ambas una cantidad de la colusión suficiente para dejar un gramo de residuo seco. Se seca en estufa hasta constancia de peso.

BIBLIOGRAFIA

- (1)- "Methods of Analysis of the Association of Official Agricultural Chemists":- 556, 559, 562, 569, (1945)  
498, 500, 504, (1940)  
190, 434, 445, (1925)  
381, (1930)
- (2)- MEADE G.P. y HARRIS J.B. - "Jour.Ind.Eng.Chem." 8, 504, (1916)
- (3)- BATES F.J. - "Polarimetry, Saccharimetry and the Sugars,"  
119, 125, 123, 168, 193, 197, 213, 589, 163, (1942)  
105, (1907)
- (4)- SPENCER G.L. - "Cane Sugar Handbook", 277, (1917)  
257, 105, 785, 437, (1944)
- (5)- "Jour. Amer. Chem. Society", 26, 186, (1904)  
29, 541, 928, (1907)  
28, 663, (1906)  
34, 202, 426, (1912)  
18, 751, (1896)  
48, 1503, 1523, (1921)  
24, 1082, (1902)  
53, 3909, (1931)  
35, 1527, (1911)
- (6)- BROWNE C.A. y ZERBAN F.W. - "Physical and Chemical Methods of Sugar Analysis, 317, 1235, 1247, (1941)
- (7)- SPENCER G.L.- Manual de Fabricantes de Azúcar de Caña y Químicos Azucareros, 259, 273, (1932)

(9)- "Journ.", 32, 307, (1923)

11, 213, 461 (1922)

(10)- "Kola Universal" La Fabra, 1, 151, -3

por Brown, C. y Zerkow P. "Physical and Methods of  
analysis", 276, (1941)

(11)- "Facts and Figures", 12, 15, (1923)

(12)- KOLLOID ".- 12, 15, (1923) por Brown, C. y Zerkow  
"Physical and Methods of analysis", 17, 215, (1941)

(13)- "KOLLOID P. " "Journ.", 11, 20

(14)- "Kola Universal y Resoluciones", "Ministerio de  
Agricultura y Fomento", "Ministerio de Hacienda",  
15, 1, 1930

(15)- "KOLLOID P. " "Journ.", 1, 100, (1922).

12, 15, (1923)

(16)- "Kola Universal", 22, 32, (1923)-citado por Brown, C. y  
Zerkow P. "Physical and Methods of analysis", 17, (1941)

(17)- "KOLLOID P. " "Journ.", 1, 100, (1922)-citado por Brown, C. y Zerkow P. "Physical and Methods of  
analysis", 17, 215, (1941)

(18)- "Journ.", 12, 31, (1923)

11, 267, (1922)

12, 31, (1923)

11, 267, (1922)

12, 31, (1923)

- (18)- LANE J.W. y BYNON L.- "J.Soc. Chem. Ind.", 42, 32,  
407, (1903)
- (19)- ESCOFFER F.M.- "J.Ind. Eng. Chem.", 11, 747, (1919)
- (20)- OFNER N. "Z. Zuckerind Czechoslovak Rep.", 58, 52,63, (1934)  
citado por Browne G. y Zerban F. "Phand Ch. M. of S. A.",  
877, (1941)
- (21)- BENEDICT S.R.- "J. Biol. Chem.", 68, 759, (1906)
- (22)- VIOLETTE C. -"Sidersky's Manuel", 25, (1909)
- (23)- PAVY F.W.- "Physiology of the Carbohydrates", 71, (1904)
- (24)- BROWNE G.A. y GAMBLE C.A.- "Facts about sugar".  
Dic. 15 (1923)
- (25)- OPPEL V. - "Biochem. Z.", 229, 85, (1930), citado por  
Browne G. y Zerban F. "Phand Ch. M. of S.A.", 861 (1941)
- (26)- BAUDOUIN A. y LEWIN J.- "Bull. soc. chim. biol.",  
1, 280, (1927)
- (27)- WERZFIELD A.- "Ver. Rubenzucker Ind", 32, 606, 865, (1892)
- (28)- FLEURY P. y MARQUE J. "J. pharm. chim.", 8, 10, 21, 61,  
241, 242, (1828)
- (29)- BROWNE G.A. - "Handbook of Sugar Analysis", 426, (1916)  
20, (1912)
- (30)- WILBER E.- "Z. Ver. deut. Zucker-Ind", 29, 735, (1882)  
35, 985, (1885)  
citado por Bates F.J., "Pol. Sach. and the Sug.", 175, (1940)
- (31)- BLUMENTHAL M.G.- "Bull. Soc. Chim.", 25, 1285, (1906)
- (32)- ALLIHN P. "J. Prakt. Chem.", 2, 22, 46, (1830) citado por  
Bates F.J., "Pol. Sach. and the Sug.", 173, (1942)
- (33)- BROWN H.T. MORRIS G. H. y MILLAR H. J. "J. Chem. Soc.  
Trans.", 71, 4, 261, (187)

- (34)- "Wein's Tabellen", citado por Browne C. y Zerban F. "Ph. and Ch. M. of S.A.", 797, (1941)
- (35)- "Neue Z. Ribenzuckerind", 37, 29, (1887) citado por Browne C. y Zerban F. "Ph. and Ch. M. of S.A.", 798, (1941)
- (36)- "Chem. Zentr."- 2, 986, (1897) citado por Browne C. y Zerban F. "Ph. and Ch. M. of S.A.", 798, (1941)
- (37)- IONESCU A. y VARGOLICI V. " Bull Soc. chim. Romania", 2, 38, (1920), citado por Browne C. y Zerban F. "Ph. and Ch. M. of S.A.", 873, (1941)
- (38)- HARRIS J.B. " Biochem. J.", 23, 99, (1929)  
24, 394 (1930) citado por Browne C. y Zerban F. "Ph. and Ch. M. of S.A.", 873, (1941)
- (39)- "Sucre belge", 52, 317, (1933) citado por Browne C. y Zerban F. "Ph. and Ch. M. of S.A.", 877, (1941)
- (40)- WILLSTÄTTER R. y SCHUDEL G. " Z. Untersuch Nahr. u. Genussn", 15, 131, (1923) citado por Browne C. y Zerban F. "Ph. and Ch. M. of S.A.", 896, (1941)
- (41)- " Arch. Suikerind", 36, 699, (1928) citado por Browne C. y Zerban F. "Ph. and Ch. M. of S.A.", 897, (1941)
- (42)- " Bur. Standards J. Research", 5, 1063, (1930) citado por Browne C. y Zerban F. "Ph. and Ch. M. of S.A.", 898, (1941)
- (43)- MAURO F.O., "Investigación de un método para determinación del agua en las mieles" Tes. F.C.E.F. v N. (1943)
- (44)- VAN SLYKE D.D. y HAWKINS J. " J. Biol. Chim.",  
79, 739, (1928)  
61, 523, (1924)  
84, 79, (1929)
-



. . . . . 100 -

PARTE EXPERIMENTAL

CAPITULO IV

TECNICA ANALITICA ADOPTADA

I.- Si bien los métodos gravimétricos son muy exactos y se los prefiere en determinaciones de control, algunos volumétricos como el de Eynon - Lane; llega a ser, según sus autores, tan exacto como los métodos gravimétricos, siendo además aplicable en los análisis corrientes por su sencillez y rapidez.

En nuestras determinaciones hemos usado el método oficial de las Oficinas Químicas Nacionales para las titulaciones de orientación. Para las titulaciones definitivas hemos seguido la mayor parte de los detalles de técnica indicados en el método de Eynon - Lane, pero empleando también en este caso el reactivo de Fehling-Causse-Bonnans.

a)- Método volumétrico de Eynon - Lane

Eynon y Lane introdujeron una modificación en el método volumétrico anteriormente estudiado por Soxhlet para la determinación de azúcares reductores, usando el azul de metileno como indicador interno, evitando así la necesidad de ensayar el cobre con ferrocianuro. (1)

Este método se dio a conocer en el año 1923 y rápidamente fué utilizado en la industria azucarera.

Para su aplicación hemos seguido las indicaciones dadas por la "Association of Official Agricultural Chemists (2), (5), (6)

### Soluciones

1)- Reactivo: Se usa el de Fehling modificado por Soxhlet, este consta de dos soluciones separadas que se han de mezclar exactamente en volúmenes iguales en el momento de usarse.

a)- Solución de sulfato de cobre:

Sulfato de cobre cristalizado.....34,639

Se disuelve en agua, diluyendo hasta 500 ml. y se filtra por amianto.

b)- Solución alcalina de tartrato:

Sal de Seignette.....173 g.

Hidróxido de sodio..... 50 g.

Se disuelven en agua y diluyen hasta 500 ml., se deja en reposo dos días y luego se filtra por amianto.

El sulfato de cobre cristalizado contiene frecuentemente mayor cantidad de agua que la indicada teóricamente, por lo cual los autores del método recomiendan la titulación del reactivo con una solución tipo de azúcar invertido, ajustando la concentración del ión cobre (mediante el agregado de sulfato o agua) de tal modo que 20 ml. de la solución cúprica contengan 440,9 mg. de cobre.

2 - Indicador: Se prepara disolviendo un gramo de azul de metileno en agua y completando el volumen hasta 100 ml. Esta solución se conserva varios meses.

3)- Solución tipo de azúcar invertido: Se prepara tratando una solución de 9,5 gramos de sacarosa pura en 300-400ml. de agua con 5ml de HCl (D:1,19), se deja a la temperatura ambiente algunos

se a  $12-15^{\circ}\text{C}$  ó tres días a  $20-25^{\circ}\text{C}$ ), luego se  
hasta  $100\text{ ml}$ ; un volumen conocido de esta solución se neu-  
traliza con hidróxido de sodio y diluye convenientemente de mo-  
do que necesite más de 15 y menos de 20 ml de dicha solu-  
ción para reducir la sal de cobre del reactivo.

4) - Solución de azúcar: La solución a analizar se prepara de modo  
que contenga de 0,25 a 0,50 gramos de glucosa en 100 ml. de so-  
lución (cuando el contenido de sacarosa es relativamente bajo como  
en las mieles finales de la industria azucarera); y de 0,1 a 0,3  
gramos si la proporción de sacarosa es mayor (jugo, melados y  
azúcares).

Dicha solución se clarifica con acetato neutro de plomo,  
eliminándose el plomo y el calcio con una mezcla de oxalato de  
amonio y fosfato disódico.

#### Título

#### Medición de orientación

Para determinar el volumen aproximado de solución  
necesaria para la reducción, se efectúa una  
siguiente forma: en

ceptible, punto en que casi toda la sal de cobre está reducida; se agregan entonces unas gotas (3 a 5) de azul de metileno, continuando la ebullición por uno o dos minutos y completando la titulación por el agregado de pequeñas porciones (3 gotas por vez), permitiendo que el líquido hierva unos segundos entre las sucesivas adiciones, hasta que se consiga la decoloración completa del indicador, de modo que el tiempo total de ebullición alcance aproximadamente los tres minutos.

Quando casi todo el cobre se ha reducido (antes de agregar el indicador) se reconoce facilmente por el color rojo brillante comunicado al líquido por el óxido cuproso en suspensión.

Por el contrario, si después de hervir la mezcla 15 segundos queda aún mucho cobre sin reducir, se añade 1 ml. adicional de solución de azúcar y se hace hervir el líquido otros 15 segundos, continuando estas adiciones hasta que se estime inconveniente agregar una nueva cantidad, recién entonces se hace hervir uno o dos minutos y se agrega el indicador para completar la titulación por gotas.

El método de titulación de orientación da valores muy aproximados a los obtenidos en la determinación definitiva, pero es conveniente repetir la titulación por el siguiente método:

## 2)- Determinación definitiva

En un frasco Erlenmeyer de 300 a 400 ml., se colocan de 10 a 15 ml. de solución de Soxhlet, y se tratan en frío, con casi toda la solución de azúcar necesaria para efectuar la reducción de la sal de cobre, de modo que en lo posible baste el agregado

de un solo mililitro para completar la titulación. El volumen aproximado de solución de azúcar requerido para la reducción, se determinó previamente mediante la titulación de orientación.

La mezcla se calienta sobre tela de amianto hasta que comienza a hervir, manteniéndola a ebullición moderada durante dos minutos, al cabo de los cuales y sin interrumpir la ebullición, se agregan de tres a cinco gotas de indicador (azul de metileno) y se completa la titulación en un minuto, de modo que el líquido en reacción hierva en total durante tres minutos sin interrupción alguna.

El punto final coincide con la desaparición de los iones cúbicos, de modo que una gota más de la solución azucarada produce la reducción del indicador. La decoloración completa del azul de metileno se observa fácilmente en todo el líquido, el que es continuamente agitado por la acción de la misma ebullición.

El porcentaje de azúcares reductores presentes en la solución se determinan de la siguiente manera:

$$\frac{F \times 100}{\text{Título}} = \text{mg. de azúcar en 100 ml. de solución}$$

Siendo F el factor de Eynon - Lane, que varía con la cantidad de reactivo usado. Para emplear este factor es necesario ajustar correctamente la solución reactiva (solución Soxhlet); para ello se determina el factor F, titulando dicha solución (de 10 a 25 ml) con la solución tipo de azúcar invertido (al 5 %) y se compara con F (factor de Eynon - Lane).

Minutes of the Conference on 1961-62

1961

1962

1963

1. Introduction

1961

1962

1963

1964

1965

1966

1967

1968

1969

1970

1971

1972

1973

1974

1975

1976

1977

1978

1979

1980

1981

1982

1983

1984

1985

1986

indicado por el azul de metileno; en estos casos se puede determinar electrométricamente como lo han descripto Tryller (3), Stieglitz (4) y otros.

-----

b)- Método oficial de la Dirección General de las Oficinas Químicas Nacionales- Ministerio de Hacienda, Rep. Arg.

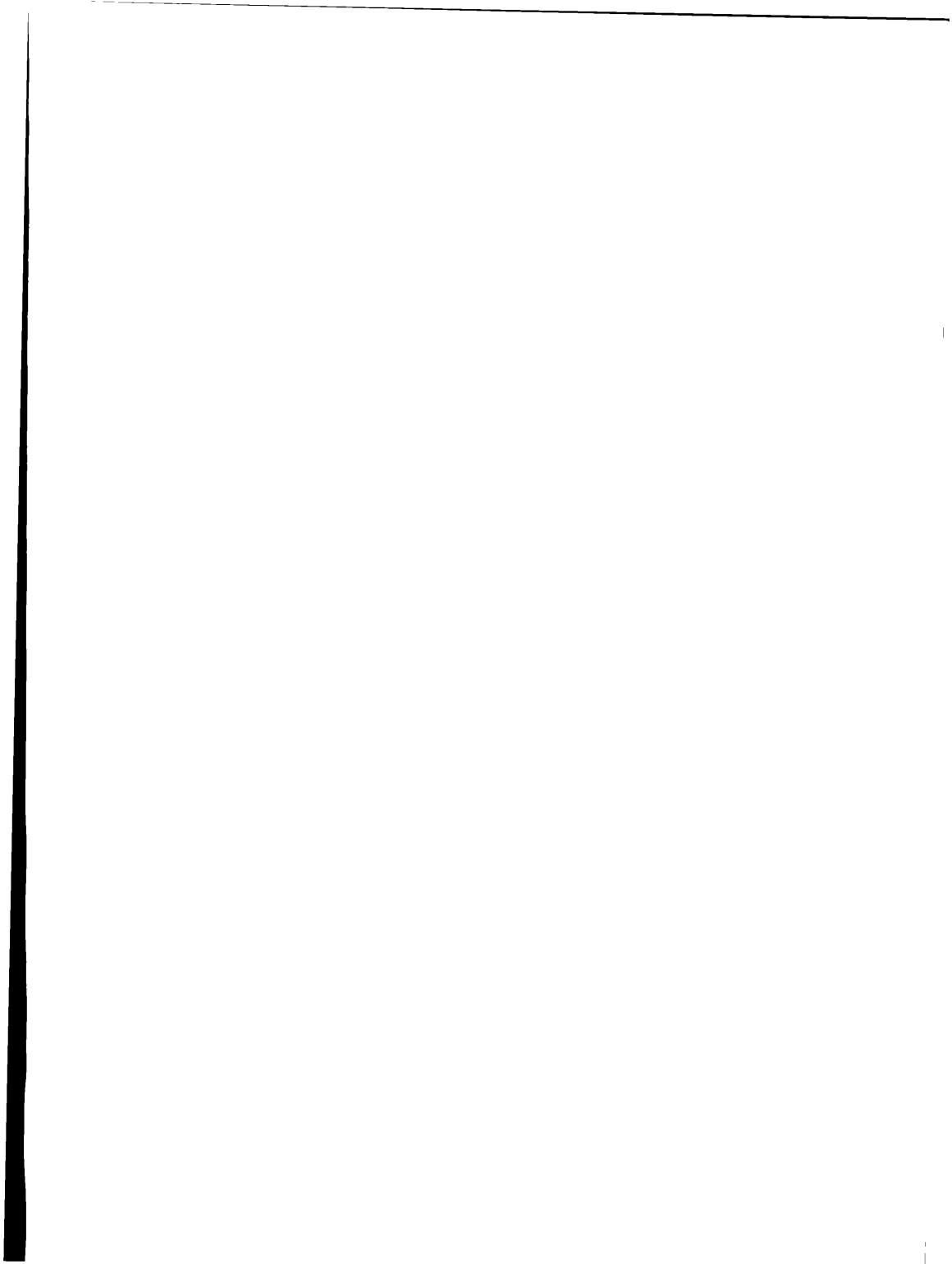
Las Oficinas Químicas Nacionales, teniendo en cuenta los estudios efectuados en los laboratorios de la Capital Federal, Rosario, Santa Fé y Mendoza, han adoptado como método oficial por resolución N°171 de Mayo 16 de 1938, para la determinación cuantitativa de azúcares (en vinos) el siguiente método:

Reactivos:

- 1)- Solución de acetato de plomo cristalizado al 25 %
- 2)- Carbón vegetal activado
- 3)- Solución de azúcar invertido al 5 %
- 4)- Solución de azul de metileno al 1 %
- 5)- Reactivo de F.C.B. (Fehling-Causse-Bonnans).

El reactivo se titula empleando la misma técnica que para la determinación de azúcares reductores en la muestra, usando una solución tipo de azúcar invertido (sol. al 5 %) preparada como se indicó anteriormente.

●





### Adaptación al análisis

Después de haber considerado los diversos métodos de análisis, tratamos de encontrar una técnica que ofreciera:

- 1)- La mayor exactitud
- 2)- Rapidez y sencillez en la determinación
- 3)- Datos comparables con los polarimétricos, permitiendo usar la misma solución en una y otra determinación

Para que resultara un método práctico, hemos elegido el método ya consagrado y oficial de la Association of Official Agricultural Chemists: método de Eynon - Lane, y el método oficial de las Oficinas Químicas Nacionales, ambos ya descritos anteriormente, adaptándolos al análisis de los jugos, jarabes y polvos azucarados.

Los resultados obtenidos con el método químico fueron comparados con los datos polarimétricos, hallándose concordancia entre unos y otros.

### Técnica empleada en el análisis

#### 1)- Toma de la muestra

Las muestras examinadas comprenden: líquidos (jugos), semisólidos (jarabes) y sólidos como los productos de concentración de los jarabes y polvos azucarados, siguiéndose en cada caso para preparar la muestra las normas establecidas por la A.O.A.C. (2).

a) - Jugo: En todos los casos las mazorcas se han extraído  
tanto de plantas cercanas a la madurez, utilizando la porción me-  
dia del tallo cortado a 15 ó 20 cm. del suelo y desechando las pa-  
nojas con **los primeros** entrenudos, efectuando inmediatamente el pe-  
lado del tallo.

Las porciones del tallo utilizables, una vez limpias, se  
pesaron por tranches de dos cilindros accionados a motor, tomán-  
do a cada análisis una muestra de 150 ml. aproximadamente, represen-  
tativa del total del jugo no decantado.

De diez jugos fueron conservados en la mayoría de los  
casos con bicloruro de mercurio (solución saturada) en la proporción  
de 1,25 % del total del jugo; en otros casos se adicionó formalina.

En determinadas oportunidades se neutralizó con bicarbo-  
nato de sodio los jugos inmediatamente después de extraídos, clasificán-  
dose en otras hasta pH 7 (pH de la fenolftaleína); en la mayoría  
de los casos se los dejó con su acidez natural, neutralizándolos en  
el momento de laborar el jarabe.

El análisis se efectuó sobre un determinado volumen re-  
presentativo del total del jugo, por ejemplo: 10 mililitros; pro-  
cediéndose luego a la defecación del mismo con solución de acetato  
básico de zinc, en la proporción del 10 %.

b) - Jarabe: Productos viscosos, aproximadamente de 25 a 40°Bari-  
mé (65 a 70°Brix). Como son muy densos es difícil medir un deter-  
minado volumen de los mismos, por lo cual se pesa de 5 a 8 gramos  
aproximadamente, teniendo cuidado de mezclar previamente el con-  
tenido del frasco, disolviéndolo con los cristales de azúcar (en caso  
de haberlos) por suave calentamiento, lo que hace también más fluida  
la masa.

Efectuando la prueba en vaso medido o probeta, puede conocerse también el volumen de jarabe que se debe agregar a la muestra. Se disuelve en agua destilada, agregando un defecante en la proporción del 10 % del volumen total, y llevando a volumen sin agitar más la muestra que forma dificultad al ensayo; luego mezcla bien y se decanta o centrifuga obteniéndose un líquido claro.

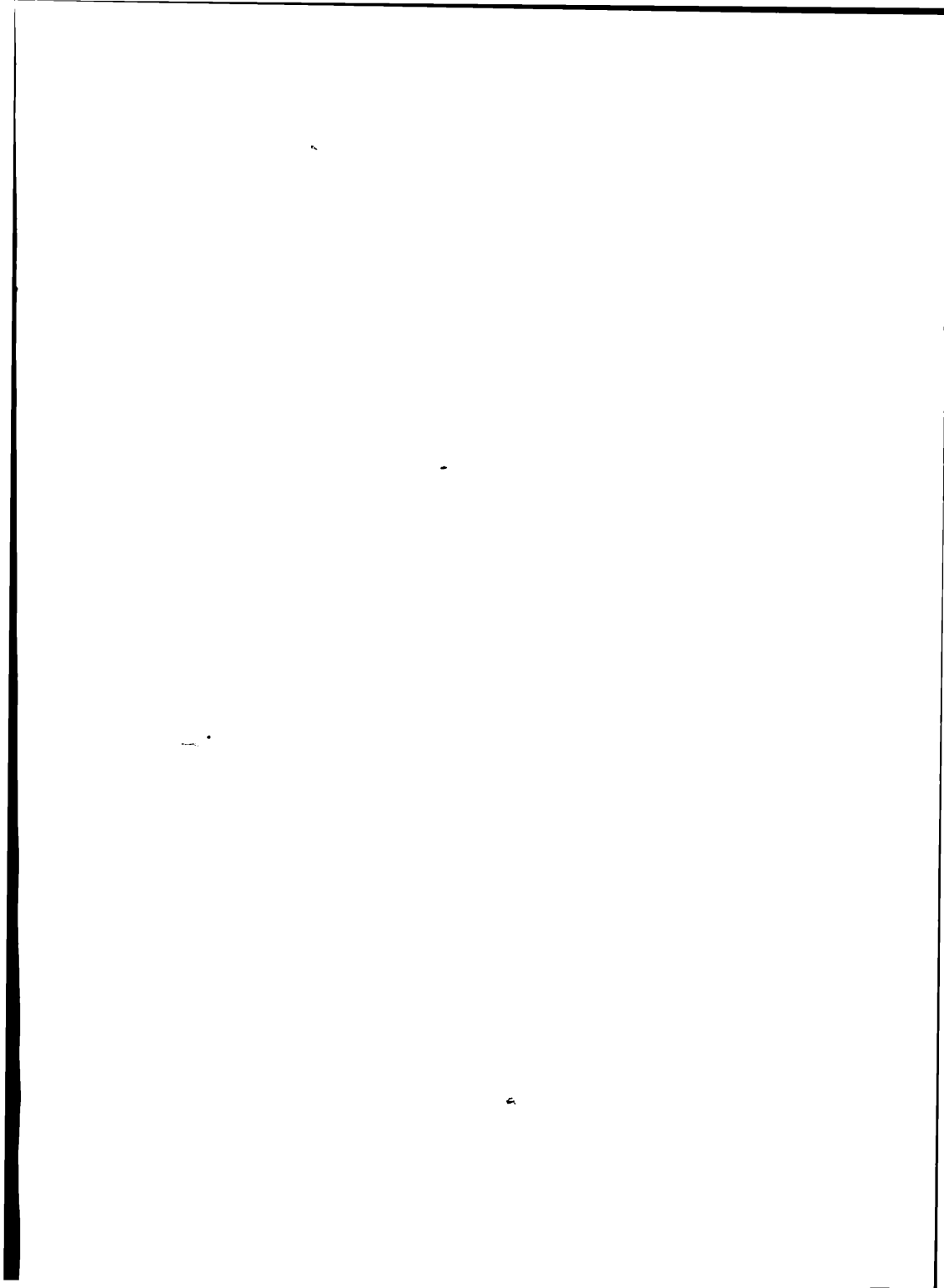
a)- Sólidos: Jarabes concentrados por evaporación al vacío y polvos azucarados obtenidos por asperación (evaporación súbita) y secados en corriente de aire caliente.

En el primer caso es necesario regular bien la prueba para asegurar su homogeneidad. En el caso de los polvos azucarados, su manipuleo, pesada etc. han de ser lo más rápida posible evitando en todo momento el contacto con el aire, para su mayor homogeneidad.

#### Preparación de la muestra

Como las muestras usadas para el análisis no sólo son coloreadas (jarabes, polvos), sino que contienen además sustancias de tipo reductor (no azúcares) que interfieren en las determinaciones, ha sido necesario el primer procedimiento de las sustancias, usando para tal fin acetato básico de plomo, en pequeña cantidad, separando el precipitado por centrifugación o filtración.

Del líquido filtrado o centrifugado se toman 2 cc. de muestra de plomo, con exceso de nitrato de potasio hasta completa precipitación de éste como oxalato de plomo (y se decanta en caso de que



Ing-Causas de error por el color

- 1) No es  $\dots$   
ciones  $\dots$  y  $\dots$   
separadas hasta  $\dots$
- 2) La solución de  $\dots$   
largo tiempo y  $\dots$   
para lo cual esta  $\dots$   
est invertido al 5 %.
- 3) El ferrocianuro agregado  $\dots$   
el ácido cuproso ( $\text{Cu}_2\text{O}$ ) que produce  
de todo la turbiedad de la solución, lo  
ser mejor al punto final al formarse un  $\dots$   
cuproso (soluble), desapareciendo el color  $\dots$   
de cuproso facilitándose así la observación al dar  $\dots$   
tidez al punto final (viraje del indicador).
- 4) La decoloración del reactivo por acción del amíar re-  
ductor es bien perceptible, pasando del azul al verde  
y luego al amarillo, permaneciendo la solución bien  
líquida.

#### Título del reactivo.

Se determina la cantidad de solución de amíar invert  
que reducen exactamente los 15 ml. del reactivo de  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$   
este dato se tiene el factor  $f$  que interviene en los cálculos po-  
nibles.

$$f = \frac{\text{ml. de Az. Inv.} \times 5}{1.000}$$

Este factor representa la cantidad de azúcar invertido que reduce los 15 ml. de la solución de F.S.P. usada, y determinar periódicamente para controlar así la estabilidad de la solución.

b) Solución de azúcar invertido al 5 %

Para obtener 360 gramos de azúcar invertido, se necesita hidrolizar 342 gramos de sacarosa. Para obtener 5 gramos convendrá tomar

$$\frac{5 \times 342}{360} = 4,75 \text{ gramos de sacarosa.}$$

Se parte de sacarosa pura que se lava perfectamente dos o tres veces con alcohol por decantación, suscitándola luego sucesivamente a 70 °C. (no más, para evitar la descomposición) hasta constancia de peso.

Del producto purificado se pesan exactamente 4,750 gramos. Se llevan a un matrón aforado de un litro con cantidad suficiente de agua destilada caliente (100 a 200 ml.), cuando se ha disuelto totalmente la sacarosa, se agregan 5 ml. de HCl. concentrado (Del, 11) o bicromato. Se agita bien (en este caso se agregan 100 ml. de agua).

La inversión se hace instantáneamente en baño María a 6-70°C., como se explicará más adelante. Durante 20 minutos se agita con un agitador de vidrio. Se agita a 70°C. durante 20 minutos más. Se agita a 70°C. durante 20 minutos más. Se agita a 70°C. durante 20 minutos más.

una solución a 12-13°. En cualquier momento cuando el tiempo y la temperatura sean convenientes para comenzar la total inversión de la sacarosa presente en la solución.

Concluida la hidrólisis, se neutraliza exactamente (al menos) con solución de hidróxido de sodio; se agregan 2 gramos de sal que actúa como conservador, y se completa el volumen con agua destilada, evitando para homogeneizar bien la solución. Los 4,750 gramos de sacarosa son así transformados en 5 gramos de azúcar invertido.

c) Solución acuosa de ácido metálico.

Se pesa un gramo de ácido metálico y se disuelve en 100 ml. de agua destilada.

d) Acetato básico de plomo.

Acetato de plomo (neutro).....	4.750 gramos
Litargirio recientemente activado.....	1.750 gramos
Agua destilada.....	1.000

Hervir durante 30 minutos, dejar enfriar, sedimentar y decantar. Luego diluir el líquido sobrenadante hasta un volumen de 1.25 con agua recién hervida.

El litargirio se lava repetidas veces con agua destilada a 70°C. durante 3 veces.

Winkler's

Determinación de sulfuros y sulfatos

a) Titulación por iodato:

Para ser el todo determinar en un alimento  
se toma un pedacito de muestra y se le agrega  
ácido nítrico.

Se determina el Índice

Los 0.1 gramos de sulfuros y sulfatos se oxidan a sulfato de sodio  
(15 ml. de solución N.S.B. y 50 ml. de agua) y se le agrega  
ácido nítrico y se le agrega de la 7  
agua.

Determinación de la proteína:

Se toma un pedacito de muestra y se le agrega

ácido nítrico y se le agrega de la 3,  
agua y se le agrega, se le agrega que en la titulación  
aproximadamente de 7,5 a 9 ml. de solución estándar para reducir  
de 15 ml. de Fehling. De este modo la solución está en equilibrio  
para la determinación cuantitativa de  
proteína.

b) Determinación por el método de

Se toma un pedacito de muestra y se le agrega

ácido nítrico y se le agrega convenientemente de de la 4  
agua y se le agrega de la 5



de oxidación hasta

100

de

10

de oxidación

de oxidación

de oxidación

de oxidación

de oxidación

de oxidación

de oxidación

de oxidación

de oxidación

de oxidación

de oxidación

de oxidación

### III.- De oxidación

Conociendo el volumen aproximado

de oxidación

de oxidación

de oxidación

de oxidación

de oxidación

de oxidación

de oxidación

de oxidación

de oxidación

de oxidación

de oxidación

de oxidación

de oxidación

Hasta el final no se advierte la conveniencia de proceder lentamente; luego se completa la titulación como en el caso anterior, mediante goteo lento, en el término de un minuto aproximadamente.

No es conveniente interrumpir la ebullición por más de unos segundos, pues el indicador se reoxida rápidamente con el libre acceso del aire, peligro que no existe mientras se desprenda una continua corriente de vapor por la boca del frasco.

Como la titulación debe hacerse en caliente y las llaves de las buretas calentadas por los vapores tienden a adherirse, se adosan en sus extremidades, mediante tubos de goma, unos pequeños tubos de vidrio doblados en ángulo recto, evitando así al mismo tiempo que la solución azucarada contenida en la bureta sea calentada.

1) Título del azúcar reductor:

Conociendo el reactivo y determinado el factor como se ha explicado anteriormente, y suponiendo que se hubiesen gastado  $x$  ml. de la solución problema para reducir todo el cobre de los 15 ml. del reactivo, el porcentaje de los azúcares reductores (A.R.) presentes en dicha solución se establece de la siguiente manera:

$$x : f :: 100 : AR$$

$f$ : factor del reactivo (gramos de azúcar invertido que reducen el cobre de 15 ml. de Fehling)

AR: gramos de azúcares reductores en 100 ml. de solución.

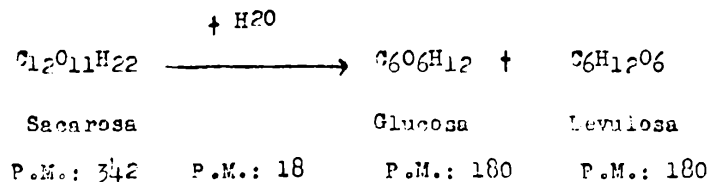
$x$ : ml. de la solución problema gastados.

Conociendo el porcentaje de azúcares reductores de la solución tipo, se calculan los azúcares reductores en los jucas, jarabes o sifones.

Determinación de sacarosa.

Efectuada la inversión se determinan los azúcares reductores totales; por diferencia entre los azúcares reductores totales después de la inversión y los azúcares reductores presentes antes de la inversión se tiene el azúcar invertido, y multiplicando este valor por 0,95 se obtiene la sacarosa presente en la muestra.

Se debe multiplicar por 0,95 por la conocida consideración:



luego:

$$360 : 342 :: \text{A.I.} : X$$

$$X = \frac{\text{A.I.} \times 342}{360}$$

$$\boxed{X = \text{A.I.} \times 0,95 = \text{sacarosa } \%}$$

Para estas determinaciones es importante asegurarse que la inversión sea completa, lo cual se consigue ajustando el método de inversión para un determinado caso.

La inversión total de la sacarosa se efectuó calentando a 70°C. la solución azucarada con HCl. durante un tiempo determinado. La concentración del ácido no ha de ser muy alta porque provocaría la hidrólisis del almidón (souble) y el consiguiente error en la determinación de los azúcares reductores.

En nuestro caso hemos usado HCl concentrado (D:1,19)  
diluido al medio, en la siguiente proporción:

50 ml. de solución azucarada.

25 ml. de agua destilada.

10 ml. de HCl diluido al medio.

proporción que hemos conservado constante.

-----

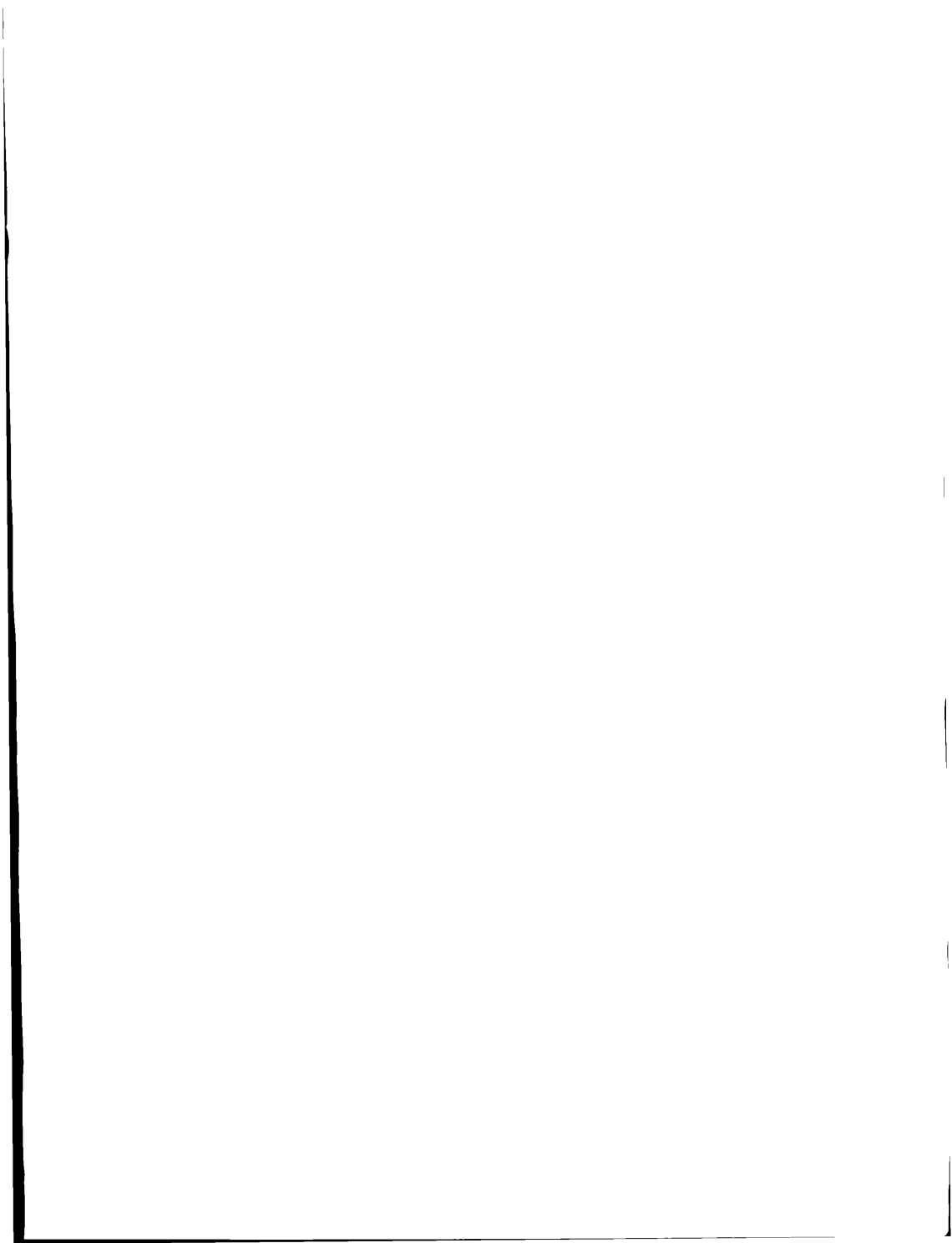
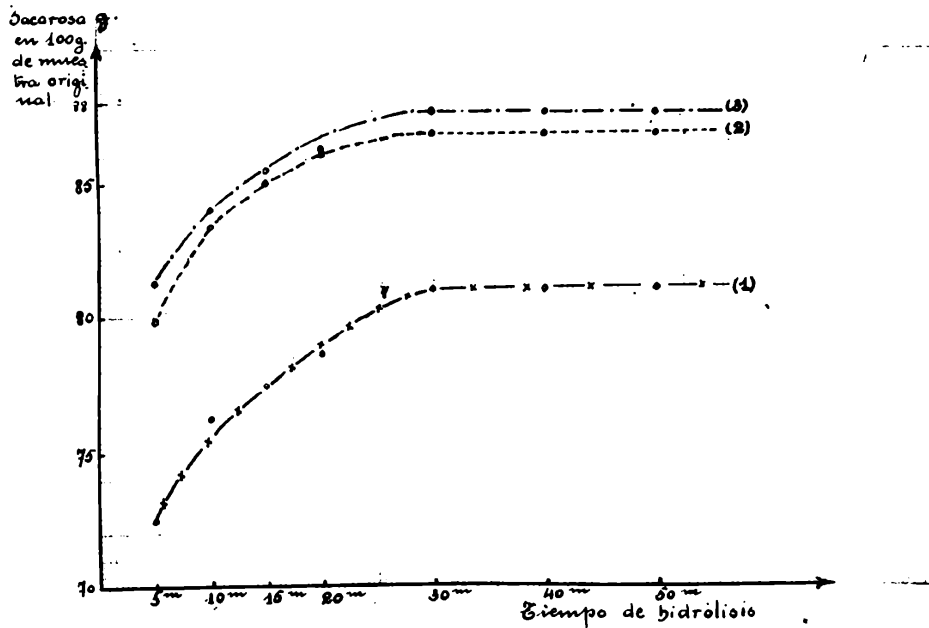


TABLA N°19

Sacarosa en 100 g. de muestra original

Tiempo de inversión		5 <sup>m</sup>	10 <sup>m</sup>	15 <sup>m</sup>	20 <sup>m</sup>	30 <sup>m</sup>	40 <sup>m</sup>	50 <sup>m</sup>
Método	dil: 1/2	72,50	76,31	77,50	78,61	81,04	81,04	81,04
Químico	dil: 1/20	79,99	83,44	85,02	86,11	86,97	86,97	86,97
Met. Polarimétrico	dil: 1/2	81,30	81,08	85,50	86,18	87,72	87,72	87,72

Los valores consignados en la tabla anterior los representan en el siguiente gráfico:



- (3) ———— Método polarimétrico. Dilución 1/2  
 (2) - - - - - " químico. " 1/20  
 (1) - x - x - x - " " " 1/2

Diferencia observada entre la núm. 1  
relatividad de la a y el una selección concentrada  
de 100 ml. de selección esta señalar  
relatividad, señalar parando las líneas 1 y 3  
anteriores.

Con el mismo en selección se diluye convenientemente  
temperatura (0,4 100 ml. de selección), observándose  
o resultados de las determinaciones  
de la relatividad, señalar parando las líneas 2 y 3  
también.

Este mismo que en  
cientos de veces relatividad  
de relatividad, relatividad relatividad  
a las relatividad relatividad relatividad  
de relatividad relatividad relatividad

.....

BIBLIOGRAPHIA

- (1)- BINON L. - LANE J.H. - "Int. Sug. Journ" 25, 143, (1925)
- (2)- "Methods of Analysis of the Association of Official Agricultural Chemists", 498, 49, (1940)
- (3)- TYLER H. - "Intern Sugar Journ", 34, 303, (1932)
- (4)- STIGLITZ G.R. von - "Proc. Queensland Soc. Sugar Cane Tech." 101, (1936)  
29, (1938)  
43, (1939), citado por Browne C. y Loran F.  
"Phys. and Chem. Methods of Sugar Analysis", 755, (1941)
- (5)- "U.S. Chem. Ind.", 22, 42, (1942)
- (6)- BATES F.J. - "Folia. Ev. Saccharifactorum and the Sugars", 165, (1942)



## CAPITULO V

### CONSERVACION DE JUGOS CON DIVERSOS CONSERVADORES Y DISTINTOS pH

Los jugos de sorgo dejados en reposo largo tiempo experimentan una inversión de la sacarosa, pudiendo esta hidrólisis llegar a ser total, lo cual puede significar un inconveniente cuando las muestras se envían para analizar desde las regiones rurales al laboratorio.

Para tratar de impedir dicha hidrólisis hemos utilizado algunos conservadores químicos como bicloruro de mercurio y formol, adicionados al jugo en determinadas proporciones. Se ensayó también la acción de estos conservadores a distinto pH (medio ácido o alcalino), para establecer así las condiciones favorables para que la acción del conservador sea más prolongada y eficaz.

Se han efectuado algunas determinaciones de orientación que detallamos a continuación.

#### Influencia del conservador

##### a)- Acción del formol

Se tomaron una serie de muestras previamente analizadas, habiéndose determinado en ellas química y polarimétricamente la cantidad de azúcares reductores y sacarosa presentes. Luego adicionamos formol (al 40%) a cada jugo en la proporción del 5% (calculado sobre el total del jugo); dejándolas en reposo durante un año aproximadamente. Al cabo de este tiempo dichas muestras fueron nuevamente analizadas, realizándose en este caso (Tabla 20)

unicamente la determinación polarimétrica debido a la acción reductora del formol.

En la siguiente tabla se expresan los resultados obtenidos.

Experiencia N° 1

Examen de muestras de jugos conservados con formol durante 14 meses.

TABLA N° 20

Muestra	Mayo 1948		Julio 1949
	Polarimetría		Polarimetría
	antes de inversión con ClH	después de inversión con ClH	<u>sin</u> inversión clorhídrica
	A	B	C
3 A	+ 15,02	- 4,50	- 4,60
10 A	+ 17,50	- 5,60	- 5,72
10 B	+ 19,28	- 5,50	- 5,60
10 C	+ 12,66	- 3,55	- 3,60

Notas:

1). Las lectura polarimétricas consignadas en esta tabla y en las siguientes están referidas a jugos sin diluir.

2). A la columna "A" corresponden las lecturas polarimétri-

cas de los jugos antes de invertir con ácido clorhídrico, y a la columna "B" después de la inversión con ácido. En la columna "C" se indican las cifras correspondientes a las polarimetrías directas de los jugos, sin inversión clorhídrica previa al cabo de 14 meses de estacionamiento.

Comparando las columnas "B" y "C" se comprueba que al finalizar este tiempo la inversión ha sido total.

b)- Acción del bicloruro de mercurio.

De un total de 120 muestras de jugos de sorgos conservados con bicloruro de mercurio (125 ml de solución saturada de  $\text{Cl}_2\text{Hg}$  para 100 ml de jugo), se seleccionaron 12 muestras, eligiendo para este fin jugos procedentes de tallos maduros. Estas muestras fueron analizadas por la Sta. N.H. Pradines en el mes de abril de 1948, análisis que hemos repetido al cabo de un año en abril de 1949.

A continuación exponemos los resultados obtenidos .

2000-2001

1/1/2001

	2000-2001		2001-2002
	2000-2001		
	2000-2001	2000-2001	2000-2001
	2000-2001	2000-2001	2000-2001
2/1/01	+ 10,00	- 0,50	- 2,
3/1/01	+ 10,50	- 7,00	- 1,00
4/1/01	+ 10,00	-	3,00
	+ 10,00	- 4,00	- 1,00
5/1/01	+ 10,00	- 5,00	1,00
	+ 10,00	- 5,00	
6/1/01	+ 10,00	- 1,00	
7/1/01	+ 10,00	0,	1,00
	+ 10,00		- 1,00
	+ 10,00		- 1,00
	+ 10,00		- 1,00
	+ 10,00		- 1,00

2000-2001

contenida en el jugo total al cabo de los 12 meses transcurridos entre una y otra determinación.

Las dos experiencias anteriores muestran que los jugos de sorgo, aún con la adición de conservadores tales como el formal y el bismuto de mercurio, experimentan una hidrólisis de la sacarosa, hidrólisis que alcanza a ser total en el tiempo indicado.

#### Influencia del conservador a pH distintos

Si esta interacción fuera debida a la acción de las enzimas naturales presentes en el jugo, no debería observarse hidrólisis posterior en los jugos neutralizados inmediatamente después de extraílos.

#### Experiencia N° 1

Para comprobar lo antes expuesto, una muestra de jugo obtenida el 12 de Mayo de 1949, y en la que se determinaron química y microbiológicamente los azúcares reductores y sacarosa presentes, fué distribuida en cinco frascos, tratándose de los mismos de la siguiente manera:

a)- Jugo 120 ml. sin agregado de sustancia alguna.

Fracc. N° 1: .....pH: 5,4

b)- Jugo 120 ml. y el agregado de 6ml. de formol(al 40%)

Fracc. N° 2: sin neutralizar .....pH: 5,4

Fracc. N° 3: alcalizada con OHNa(al 40%).....pH: 8,5

c)- Jugo 120 ml. y el agregado de 1,5 ml. de Cl<sub>2</sub>Hg (sol.sat)

Fracc. N° 4: sin neutralizar .....pH: 5,4

Fracc. N° 5: alcalizada con OHNa (al 40%) .....pH: 8,5

Cada fracción fué analizada un y tres meses después.

TABLA N° 22

Fecha	Medio pH	Sin conservador		Con conservador					
				Cl <sub>2</sub> Hg. 1,25%		Formol 5%			
				Az. Red. %	Sacarosa % Quim. Pol.	Az. Red. %	Sacarosa % Quim. Pol.	Az. Red. %	Sacarosa % Pol.
Mayo 12-1949	5,4	1,60	13,18	14,06	1,60	13,18	14,06	--	14,06
Junio 27-1949	5,4	4,00	10,28	10,43	2,80	11,78	12,12	--	12,41
	8,5				2,76	12,00	12,58	--	13,24
Agosto 22-1949	5,4	8,25	4,62	4,82	4,12	10,08	10,51	--	11,07
	8,5				4,18	10,50	10,90	--	12,58

Experiencia N° 4

Otra muestra de jugo extraída el 19 de abril de 1949 se analizó inmediatamente, dividiendola luego en dos porciones, adicionando a cada fracción formol (al 40 %) en la proporción del 1 % de la muestra.

Una de ellas se dejó con la acidez natural (pH 5,4) durante cuatro meses; a la otra porción se agregó carbonato de calcio, alcalizandola luego con hidróxido de sodio al 40 % hasta pH 8,5 repitiendose en ambas la determinación de azúcares reductores al cabo de cuatro meses, obteniendose los siguientes resultados:

TABLA N° 23

Fecha	Medio	Conservador: formol 1 %	
	pH	Azúcares Reductores %	Sacarosa (Clerget) %
Abril 1949	5,4	2,90	12,06
Agosto 1949	5,4	- - -	totalmente hidrolizada
	8,5	- - -	10,12

De las experiencias anteriores se deduce:

- 1.- Ninguno de los dos conservadores ensayados en las proporciones usadas, impiden totalmente la hidrólisis de la sacarosa.
- 2)- Con formol en medio alcalino la hidrólisis es más rápida que en

medio ácido.

- 3)- El pH del medio no afecta la acción conservadora del bicloruro de mercurio.
- 4)- La cantidad de formol agregada como agente conservador influye notablemente como puede observarse comparando las tablas N°22 y 23.

Si la hidrólisis se debiera a enzimas contenidas en el jugo de sorgo el mecanismo por el cual se anula su acción por los conservadores, podría explicarse de diferentes maneras.

Es sabido que las sales de mercurio inhiben la acción de la invertasa, pero esta inhibición puede ser reversible, vale decir, que eliminando el mercurio (ya sea por diálisis o mediante la formación de compuestos de mercurio, permitiendo su separación por insolubilización) la invertasa vuelve a actuar.

Dada la multiplicidad de sustancias existentes en el jugo, es posible que se produzca la separación paulatina del mercurio en forma insoluble.

En cuanto al formol, puede también suponerse que se combine lentamente con las proteínas vegetales, amino-ácidos y sales de amonio que pudieran existir en el jugo de acuerdo a las conocidas reacciones de Sørensen y de Malfatti y Ronchese.

-----



## CAPITULO VI

### OBTENCION DEL JARABE DE SORGO EN EL LABORATORIO

Con el fin de preparar jarabe de sorgo en el laboratorio hemos utilizado muestras de jugos procedentes de los llamados sorgos azucarados de Minnesota, cultivados en los alrededores de Buenos Aires y algunas variedades como el Sumac Red Top, Leoti Red-Caffr, etc, cultivadas en la Facultad de Agronomía y Veterinaria de Buenos Aires,

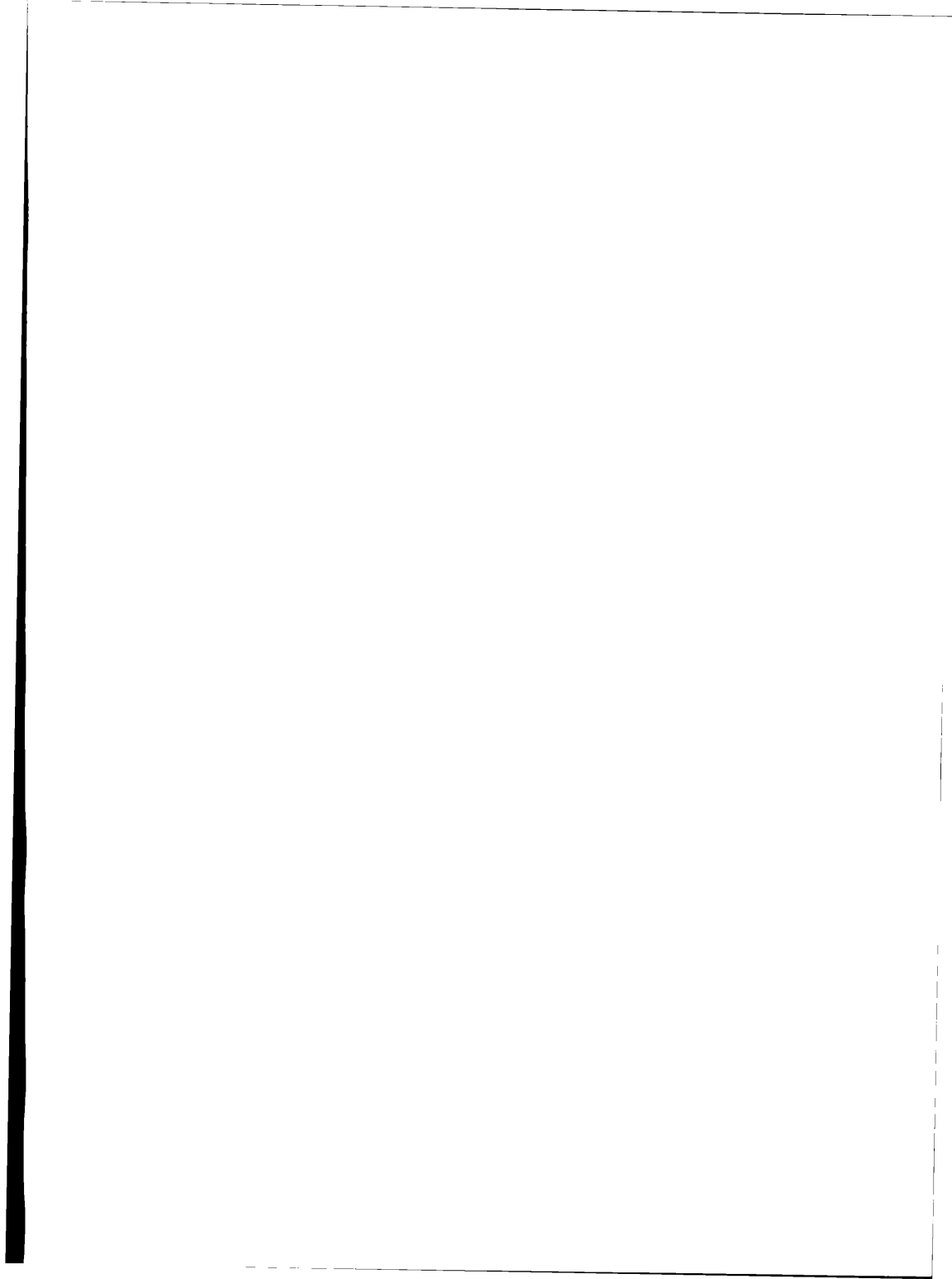
Las siembras fueron efectuadas entre los meses de octubre y noviembre de 1947-48; la cosecha se realizó en distintas épocas, desde marzo a mayo de 1948-49, obteniéndose así muestras de jugos de sorgos en distintos estados de madurez.

Una vez efectuada la cosecha, los tallos fueron pelados y tratados en un pequeño trapiche experimental, conservando los jugos obtenidos con formol al 5 %, alcalizándose en algunas oportunidades aproximadamente hasta pH 8,3 dejándose en la mayoría de las veces su acidez natural.

En todos los casos, antes de la preparación del jarabe se efectuó el análisis de los jugos.

#### Método de obtención

Para la preparación del jarabe de sorgo se han tenido en cuenta los siguientes factores que pudieran influir sobre el producto a obtener:



multuosa que hubiera roto esas partículas coaguladas en otras más pequeñas y por lo tanto más difíciles de separar.

La densidad se fué determinando periódicamente en caliente hasta alcanzar aproximadamente 20° Baumé (consistencia que corresponde al semijarabe) y se lo dejó enfriar en grandes probetas hasta el día siguiente, observandose la formación de un nuevo sedimento debido a las sustancias que al no ser eliminadas por el espumado se depositan durante el reposo en el fondo de la probeta.

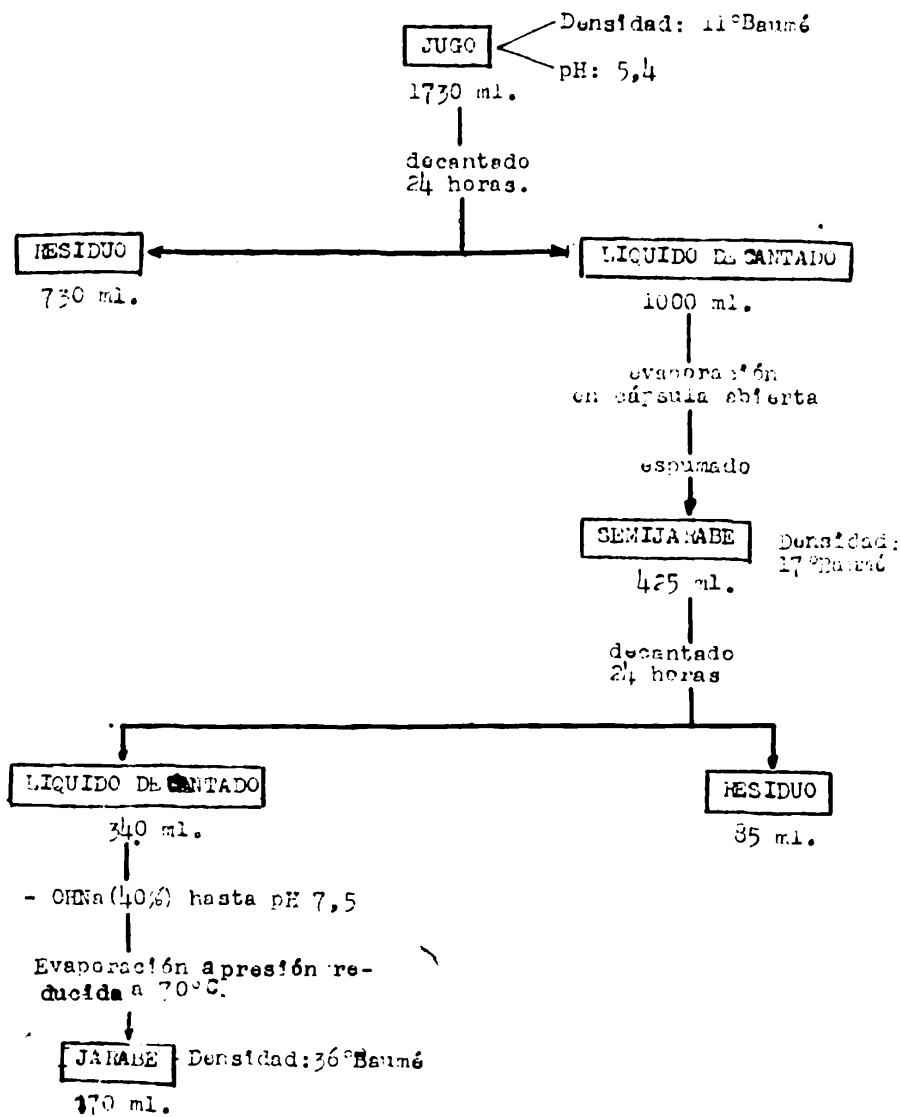
La determinación de la densidad se hizo con densímetro en muestras que despues de extraídas fueron colocadas en probetas metálicas apropiadas, lograndose de esta manera conocer la densidad a una temperatura muy proxima a la de ebullición.

Se procedió a decantar el semijarabe, y el líquido sobrenadante fué sometido a una nueva evaporación hasta obtener consistencia de jarabe. Esta evaporación fué hecha en unos casos simplemente en recipientes de gran tamaño calentados a fuego directo; en otras oportunidades el calentamiento fué hecho al vacío, disminuyendose así el tiempo y la temperatura de ebullición, obteniendo un jarabe de una calidad superior en cuanto a su sabor y color.

Un inconveniente en este proceso es sin embargo la formación de gran cantidad de espuma, lo que fué subsanado con el uso de balones Claissen y columnas separadoras.

En la página siguiente resumimos en un esquema los distintos pasos efectuados para preparar un jarabe de sorgo: ejemplo jarabe 12 M.

Obtención del jarabe 12 M



Análisis de los semijarabes y jarabes

Medido un volumen dado en un matríz aferado de 100 ml. (previamente tarado) se determina su peso, se diluye con agua y se agrega el defecante (acetato básico de plomo) antes de llevar a volumen; ejemplo: medidos 5,5 ml de jarabe (30 a 40 ml en caso de los semijarabes) a los que corresponde un peso de 6,274 gramos, se diluyen aproximadamente en 60 ml de agua destilada, defecándose con 10 ml de acetato básico de plomo y se lleva a volumen (100 ml.), se agita bien y centrifuga, separándose así el líquido claro libre de proteínas.

En el filtrado se elimina el exceso de plomo con oxalato neutro de potasio sólido; precipitando el oxalato de plomo y también la correspondiente sal de calcio en caso que se haya usado óxido de calcio o carbonato de calcio para la neutralización del jugo (encalado).

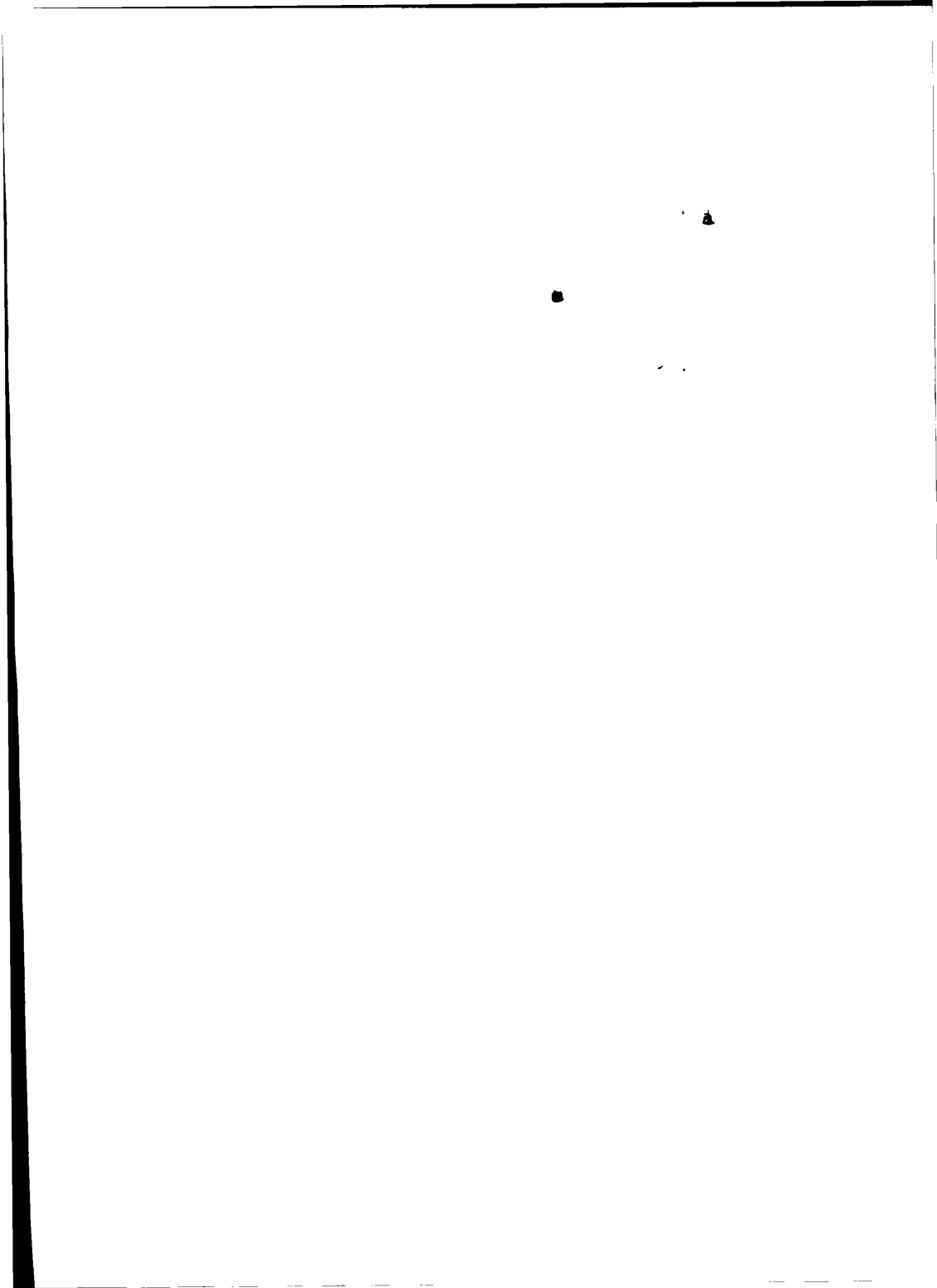
Centrifugando y filtrando se obtiene un líquido claro libre de toda sustancia interferente para el análisis químico y polarimétrico, y sobre el cual se efectúan las diluciones convenientes para dichos análisis.

En una parte alícuota del filtrado se efectúa la inversión utilizándose para tal fin la técnica explicada en el capítulo IV.

Solución de jarabe defecada y eliminado el plomo.....25 ml.

Acido clorhídrico diluido al medio..... 5 ml.

Luego de efectuada la inversión en baño maría a 70°C y durante 30 minutos, el líquido se enfría a la temperatura ambiente



JUGO "12 M"

Variedad ..... Sorgo azucarado de Minnesota  
Cosecha ..... Marzo 12 de 1949  
Tratamiento del jugo ..... Conservado con formal -  
pH 5,4 (acidez natural  
del jugo)  
Densidad del jugo ..... 11°Baumé que corresponden  
a 17,8°Brix.  
Sacarosa..... 13,20 g. en 100 ml.

Nota: En este caso no se le realizó el análisis químico por haberse conservado el jugo con formal, efectuándose únicamente la interferencia polarimétrica (Dargot) para conocer el contenido de sacarosa.

SEMIJARABE "12 M"

Reacción .....	pH 5,4
Densidad .....	17°Baumé que corres- ponden a 30,8°Brix
Sólidos totales .....	30,8 g. en 100 g. de semijarabe
Humedad .....	69,2 " " " " "
Azúcares Reductores (antes de inversión) .....	3,03 " " " " "
Sacarosa .....	20,51 " " " " "

TABLA N°24

Determinación de azúcares reductores y sacarosa  
en el semijarabe "12 M"

	Azúcares Reductores		Sacarosa (químico)	Sacarosa (Clorget)
	antes de inversión	después de inversión		
	g.%	g.%		
% del semijarabe (en volumen)	3,56	30,00	25,12	---
% del semijarabe (en peso)	3,03	24,62	20,51	20,60



JARABE "18 M"

Reacción: .....	pH 7,5 (ligera mente alcalino)
Densidad .....	37,3º Baumé (20,1º Brix)
Sólidos totales .....	68,1      100 g de jarabe
Humedad .....	31,6      " "
Anticorrosivos Reductores (antes de inversión).....	6,74"      " "
Sacarosa .....	55,40      " "
Dulzinas .....	3,50"      " "
Sustancias no dosadas .....	2,76"      " "

TABLA N°2)

Determinación de anticorrosivos reducidos en jarabe de inversión "18 M"

	Anticorrosivos Reductores		Sacarosa (químico)	Dulzinas (biológico)
	antes de inversión	después de inversión		
	g %	g %		
Jarabe (en volumen)	7,70	7,74	55,40	---
Jarabe (en peso)	6,74	6,74	55,40	75,40

JUGO "9 A"

Varietal ..... Sugo azucarado de Mianmala  
Fecha ..... abril 9 de 1946  
Tratamiento jugo ..... Sin conservador;  
con 3,4 partes natural  
del jugo)  
Densidad del jugo ..... 1126,4 (1,842°K)

TABLA N°26

Potencial iónico de iones reductores presentes  
en el jugo "9 A"

	Azúcares Reductores		Sacarosa (g/100)	Lactosa (g/100)
	antes de 'inversión'	después de 'inversión'		
	g/100	g/100	g/100	g/100
del jugo	1,67	16,	17,61	14,60

JARABE " 9 A "

Reacción.....	pH 6,5 (café)
Densidad.....	39 °Baumé (71,8 °Brix)
Sólidos totales.....	71,8 g en 100 g de jarabe
Humedad.....	28,2 " " " " "
Azúcares reductores (antes de inversión).....	25,40" " " " "
Sacarosa.....	43,00" " " " "
Cenizas.....	1,50" " " " "
Sustancias no dosadas.....	1,90" " " " "

TABLA N° 27

Determinación de azúcares reductores y sacarosa  
en el jarabe "9 A"

	Azúcares Reductores		Sacarosa	Sacarosa
	antes de inversión	después de inversión	(cuftico)	(Glucet)
	g %	g %	g %	g %
% del jarabe (en volumen)	30,50	84,00	50,82	----
% del jarabe (en peso)	25,40	70,00	43,00	43,60



JARABE " 6 A "

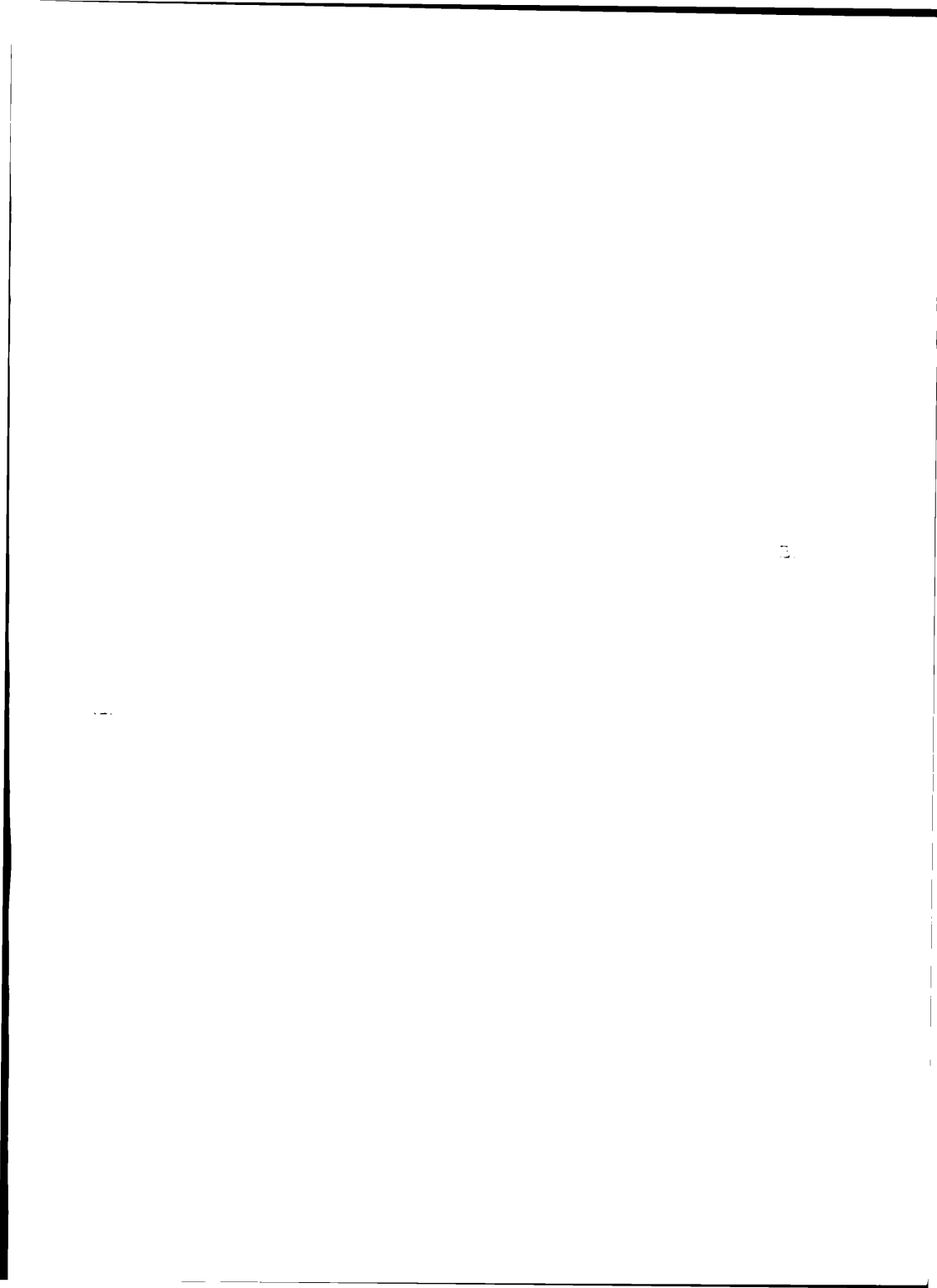
Reacción.....	pH 7,2 (débilmente alcalino)
Densidad.....	39° Baumé (71,9° Brix)
Sólidos totales.....	71,8 g en 100 g de jarabe
Humedad.....	28,2 " " " "
Azúcares reductores (antes de inversión). 21,4 " " " " "	
Sacarosa.....	30,08 " " " "
Glucosa.....	4,67 " " " "
Sustancias no dosadas.....	3,1 " " " "

TABLA Nº 23

Determinación de azúcares reductores y sacarosa

en el jarabe " 6 A "

	Azúcares Reductores		Sacarosa (quif'co)	Sacarosa (Target)
	antes de inversión	después de inversión		
	g %	g %	g %	g %
100 ml jarabe (en volumen)	21,00	90,00	52,20	-----
100 ml jarabe (en peso)	21,40	61,70	21,28	30,80



SEMIFABRADO "15 M"

Reacción .....	58,8 (ligeramente ácido)
Densidad .....	19,6 Baumé (35,6° Brix)
Sólidos totales .....	35,6 g en 100 g de semifabrado
Humedad .....	64,4 " " " "
Azúcares Reductores (antes de inversión).....	16,5 " " " "
Sacarosa .....	14,06 " " "
Glucosa .....	1,85 "
Sustancias no dosadas .....	3,19 " " " "

TABLA N° 29

Determinación de azúcares reductores y sacarosa  
en el semifabrado "15 M"

	Azúcares Reductores		Sacarosa (Definico)	Sacarosa (Clorset)
	antes de inversión	después de inversión		
	%	g/l	g/l	g/l
% del semifabrado (en volumen)	13,20	16,40	16,34	---
% del semifabrado (en peso)	16,50	31,30	14,06	14,42

JARABE "15 M"

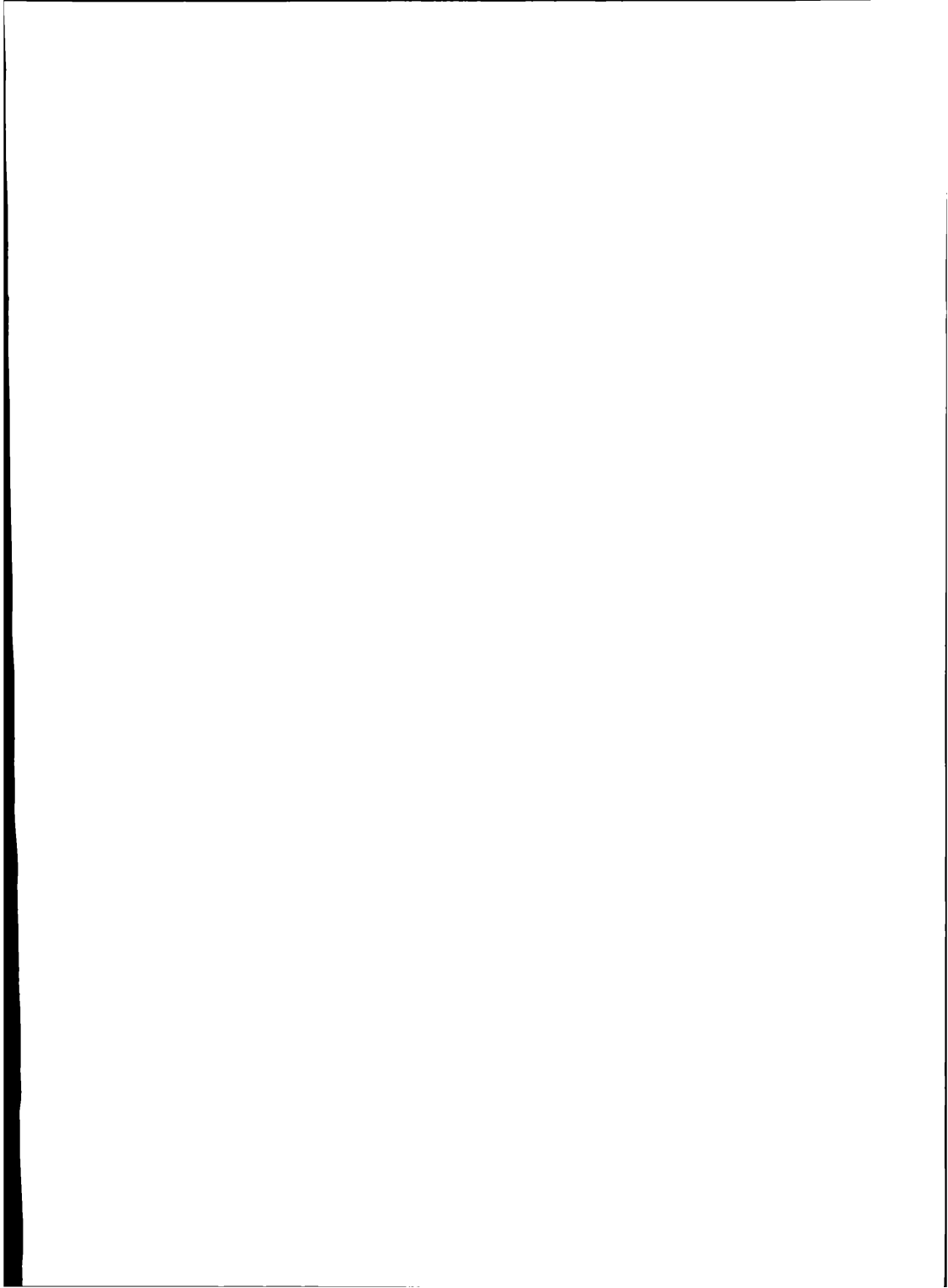
Reacción .....	pH 6,2 (ligeramente ácido)
Densidad .....	36,5° Baumé (66,4° Brix)
Sólidos totales .....	66,44 g en 100 g de jarabe
Humedad .....	33,6 " " " " "
<b>Azúcares Reductores</b> (antes de inversión).....	31,00 " " " " "
Sacarosa .....	26,50 " "
Cenizas .....	1,4 " " " " "
Sustancias no dosadas .....	5,50 " " " " "

TABLA N° 30

Determinación de azúcares reductores y sacarosa  
en el jarabe "15 M"

	Azúcares Reductores		Sacarosa (antes)	Sacarosa (después)
	antes de inversión	después de inversión		
	g %	g %		
100 g jarabe (en volumen)	37,90	71,44	26,45	---
100 g jarabe (en peso)	34,20	68,90	..	26,50





Semijarab "12 M"

Reacción .....	27 7.-			
Densidad .....	18°Baumé (32,4°Brix)			
Pérdidas Totales .....	32,4 % en 100 g. de semijarab.			
Unidad .....	6,6 "	"	"	"
Azúcares reductores (antes de inversión).....	4,01 "	"	"	"
Sacarosa .....	25,60 "	"	"	"
Sucralosa .....	1,40 "	"	"	"
Sustratos no invertidos .....	1,59 "	"	"	"

TABLA N° 21

Distribución de azúcares reductores y sacarosa

en el semijarab "12 M"

	Azúcares Reductores		Sacarosa (químico)	Sacarosa (Stenzel)
	antes de inversión	después de inversión		
	g	g		
100 g. de semijarab (en volumen)	2,97	41,80	27,65	---
100 g. de semijarab (en peso)	4,01	30,50	25,60	25,60

JARABE "12 N"

Reacción .....	SH 7,1
Densidad .....	59,6°Baumé (75°Rmtx)
Sólidos totales .....	73 g en 100 g de jarabe
Humedad .....	27 " " " " "
Azúcares reductores (antes de inversión) .....	9,80 " " " " "
Sacarosa .....	56,40 " " " " "
Cenizas .....	7,9 " " " " "
Residuos no desecados .....	4,20 " " " " "

TABLA N° 32

Determinación de azúcares reductores y sacarosa  
en el jarabe "12 N"

	Azúcares Reductores		Sacarosa (Cuñico)	Sacarosa (Clorjet)
	Antes de inversión	después de inversión		
	g %	g %	g %	g %
Índice jarabe (en uso)	9,80	67,40	56,40	56,40

### Observaciones

Los jarabes "12 M" y "15 M" se evaporaron en recipientes abiertos hasta alcanzar aproximadamente 17-19 grados Baumé, consistencia correspondiente al semijarabe; completándose la concentración en vacío, hecho que permitió mantener la ebullición a una temperatura no mayor de 70°C (menor que la de ebullición del jarabe), obteniéndose productos menos caramelizados que en los casos en que sólo se operó en recipientes abiertos calentados a fuego directo, como en los jarabes: "6 A" y "9 A".

Al mismo tiempo se trató de estudiar la influencia del pH del medio, efectuándose las concentraciones en medios débilmente ácidos y alcalinos, pudiéndose comprobar en lo que respecta a color y sabor, que los productos de concentración en medios débilmente ácidos son de calidad superior.

Los jarabes "15 M" y "9 A" (medio débilmente ácido) presentan color pardo brillante más claro que los "12 M" y "6 A" que se obtuvieron en medios débilmente alcalinos.

Por otra parte la acidez del medio favorece la inversión de la sacarosa, hecho importante para evitar la ulterior cristalización de la misma con el reposo de los jarabes.

La alcalización de los jugos se efectuó con solución de hidróxido de sodio (al 40 %) para no diluir demasiado, usando como indicadores externos azul de bromotímol y rojo de clorofenol para determinar los pH, dicha alcalización no se hizo con cal debido a que precipitan los compuestos cálcicos de la levulosa y de la sacarosa, lo cual disminuiría el tenor de dichos azúcares en los productos de concentración.

## CAPITULO VII

### EVAPORACION DE LOS JUGOS AZUCARADOS

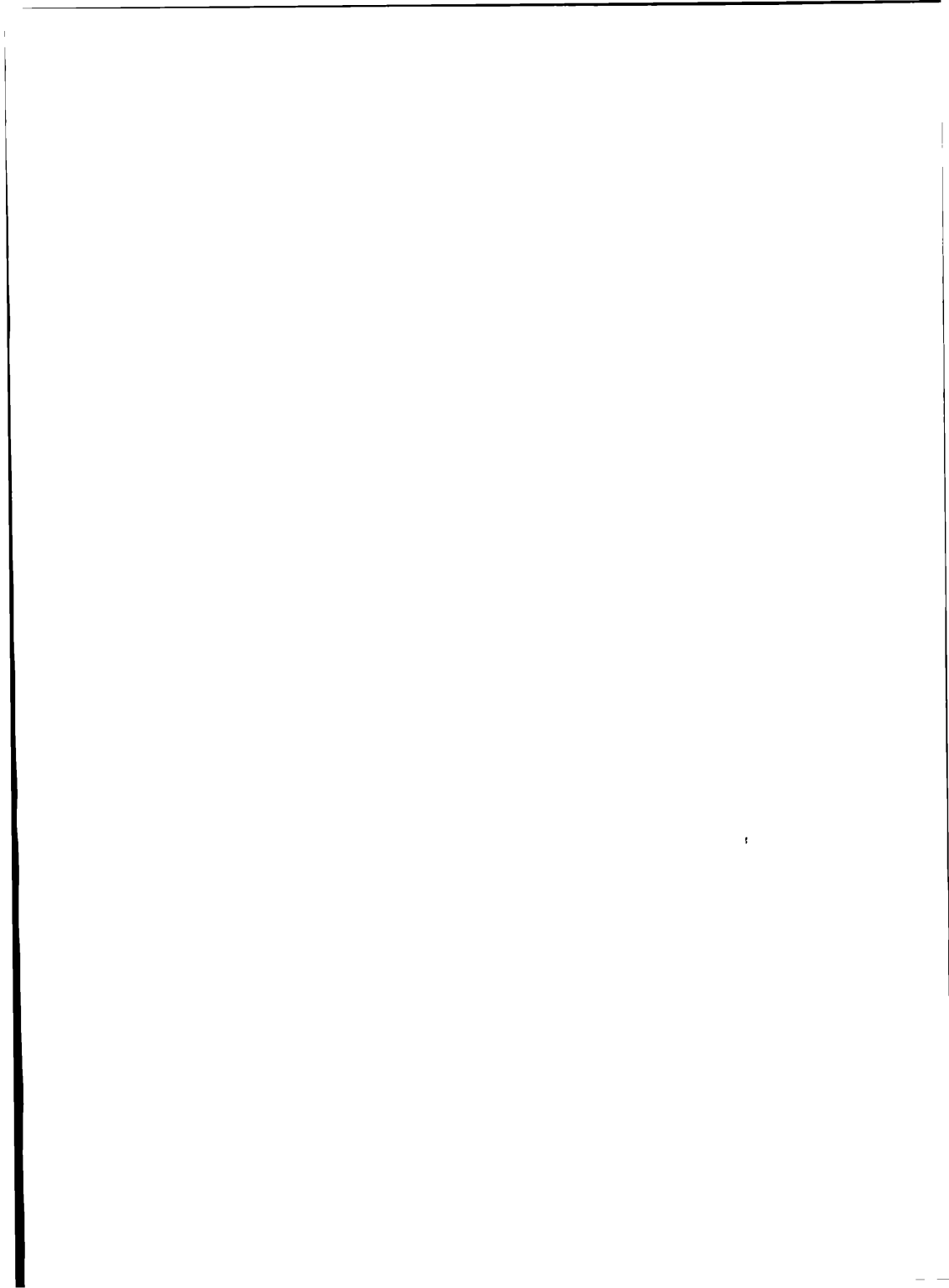
#### A PRESION REDUCIDA

De los jarabes obtenidos en el laboratorio (según técnica explicada en el capítulo anterior) se llegó a productos concentrados mediante presión reducida y a temperaturas no mayores de 70°C, logrando obtener un producto más concentrado pero difícil de pulverizar debido a la formación de una sustancia acaramelada.

Nuestro primer propósito fué alcanzar este estado de concentración mediante evaporación en aparatos de aspersión o nebulización en contracorriente de aire caliente, y que no hemos podido emplear en nuestro trabajo dada la imposibilidad de poder contar con un aparato de tamaño adecuado.

Una vez obtenidos y analizados los jarabes algunos de ellos fueron llevados a mayor concentración, efectuando para tal fin un calentamiento a presión reducida (68 mm). El producto obtenido fué analizado y sometido luego al tratamiento con solventes, como se verá en el capítulo siguiente.

A continuación se exponen los resultados de los análisis efectuados.



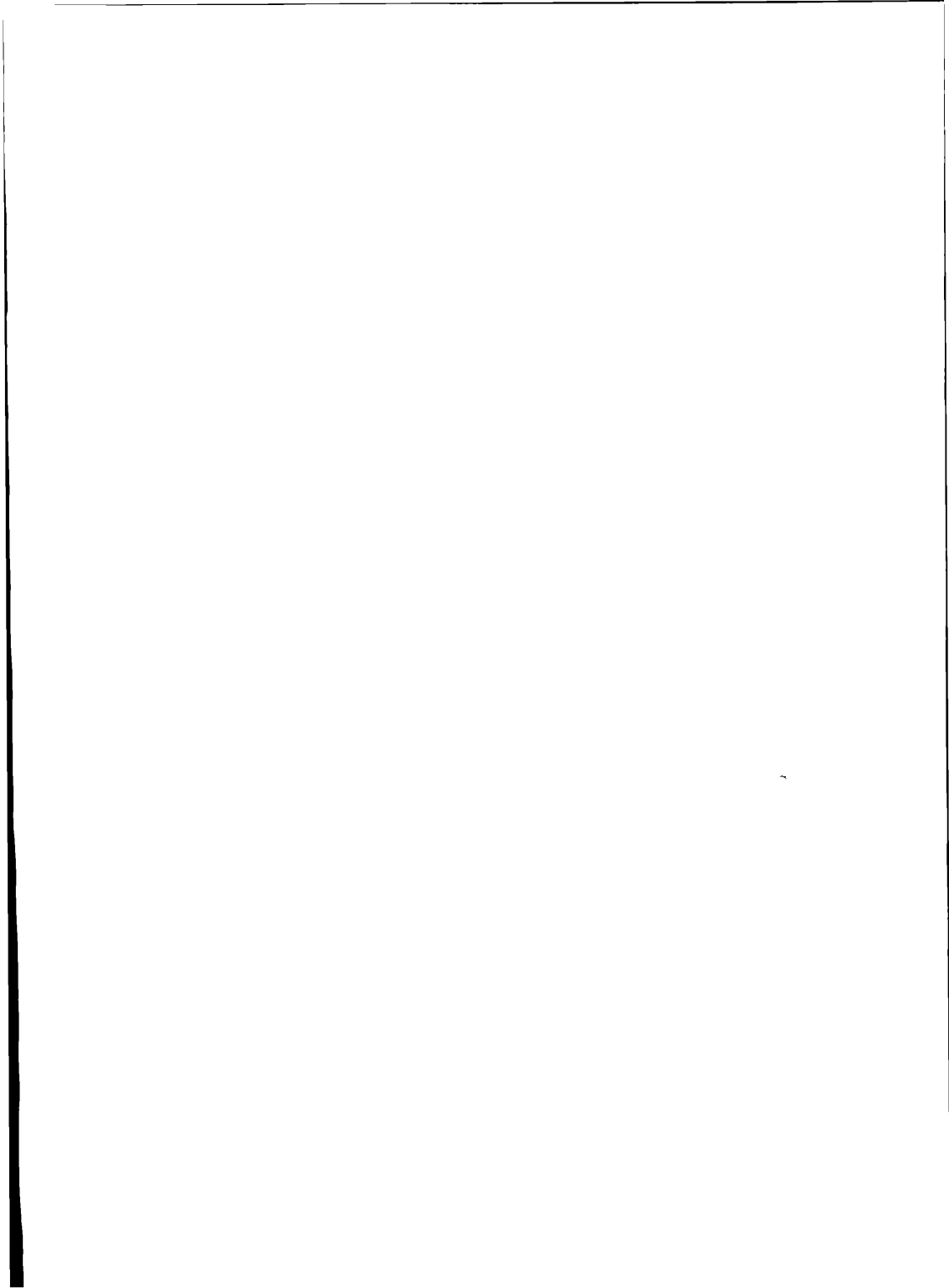


TABLA N° 35

COMPOSICION DE JUGOS, SEMIJARABES Y JARABES DE SORGO

Muestra	Conservador	Producto	Densidad	Humedad	Confi-	Azúcares Reductores		Sacarosa
					ras	antes de inversión	después de inversión	
			°Brix	g %	g %	g %	g %	g %
12 M	Formol	Jugo .....	19,8	---	---	---	---	13,20
		Semijarabe..	30,8	61,20	---	3,03	24,64	20,51
		Jarabe .....	68,4	31,60	3,50	6,74	65,14	55,40
		Jarabe conc.	---	24,70	3,80	7,82	72,40	60,40
15 M	Formol	Jugo .....	19,3	---	---	---	---	5,80
		Semijarabe..	35,6	64,40	1,85	16,50	31,30	14,06
		Jarabe .....	66,4	33,60	3,40	31,00	58,90	26,50
		Jarabe conc.	---	20,00	4,28	37,34	70,96	31,93
9 A	---	Jugo .....	19,8	---	---	1,67	16,00	13,61
		Semijarabe..	---	---	---	---	---	---



12 M	Formol	Jarabe .....	68,4	31,60	3,50	6,74	65,14	55,40
		Jarabe conc.	--	2,70	3,80	7,82	71,40	60,40
15 M	Formol	Jugo .....	19,3	---	---	---	---	5,80
		Semijarabe.	35,6	64,40	1,85	16,50	31,30	14,06
		Jarabe .....	66,4	33,60	3,40	31,00	58,90	26,50
		Jarabe conc.	--	20,00	4,28	37,34	70,96	31,93
9 A	---	Jugo .....	19,8	---	---	1,67	16,00	13,61
		Semijarabe.	---	---	---	---	---	---
		Jarabe .....	71,8	28,20	1,50	25,40	70,00	43,00
		Jarabe conc.	---	---	---	---	---	---
6 A	Formol	Jugo .....	19,1	---	---	---	---	9,55
		Semijarabe.	---	---	---	---	---	---
		Jarabe .....	71,8	28,20	4,63	24,40	64,70	39,28
		Jarabe conc.	---	---	---	---	---	---
12 N	Cl <sub>2</sub> Hg	Jugo .....	19,1	---	---	---	---	13,18
		Semijarabe.	32,4	67,60	1,40	4,01	30,98	25,60
		Jarabe .....	75,0	27,00	3,20	6,60	67,90	56,10
		Jarabe conc.	---	---	---	---	---	---

CAPITULO VII

FRACCIONAMIENTO POR SOLVENTES ORGANICOS

Dada la composición particular de los jarabes de sorgo, en los que por lo general el contenido de azúcares reductores es alto, se hace difícil la cristalización de la sacarosa.

Para evitar este inconveniente se ha tratado desde hace muchos años de encontrar un método práctico para lograr dicha cristalización, análogamente a lo efectuado con el azúcar de caña.

Con este fin se han ensayado procedimientos genéticos variando los métodos de cultivo, zonas, etc. tratando así de disminuir el contenido de los azúcares reductores y de otras sustancias que perturban dicha cristalización.

Por nuestra parte hemos tratado de eliminar en lo posible dichos azúcares e impurezas mediante el uso de solventes orgánicos, como lo han preconizado ya algunos autores.

Es sabido que la presencia de pequeñas cantidades de agua contenida en los solventes comerciales modifica la solubilidad de los azúcares más comunes (sacarosa, glucosa, levulosa, etc.) en los mismos, como puede verse en las tablas indicadas en Seidell (1) (2da ed. pag:693 - 1919 y suplemento pag:1457 - 1928) e International Critical Tables (2, 345, 1927).

En vista de ello hemos empleado solventes secos comparando su acción con la de los solventes comerciales, los cuales generalmente contienen pequeñas cantidades de humedad.

Los solventes secos se obtuvieron tratando el producto comercial con cloruro de calcio, excepto en el caso del metanol por

(1) SEIDELL A. "Solubilities of inorganic and organic compounds"  
2a. ed.

reaccionar éste con el mismo, por lo cual fué desecado por el procedimiento indicado por Vogel pag: 165, 168, (1948). (1)

El estudio general se ha efectuado con polvos azucarados obtenidos mediante el secado por aspersión de melados de caña de azúcar, previamente clarificados, sulfitados y filtrados, obteniéndose así productos con humedad no mayor del 4,5 al 5 %.

En la siguiente tabla reunimos las determinaciones químicas y polarimétricas efectuadas sobre polvos azucarados.

TABLA N° 36

Muestra N°	1	2	3	4	5	6	7	8
	g %	g %	g %	g %	g %	g %	g %	g %
Azúcares Reductores antes de inversión	4,46	4,50	4,61	4,40	4,48	4,79	4,47	4,60
Azúcares Reductores después de inversión	95,10	95,53	95,30	95,70	94,50	97,09	95,18	95,60
Sacarosa	86,52	86,97	86,40	86,80	85,50	87,72	86,97	86,45
Cenizas	3,10	3,00	3,35	3,50	3,50	3,50	3,50	3,35
Humedad	4,27	4,20	3,65	4,20	4,00	3,00	3,60	4,00
No dosado	1,65	1,33	1,00	1,00	2,00	0,99	1,46	1,60

Los datos de azúcares reductores y sacarosa consignados en la tabla son en cada caso el promedio de tres determinaciones, habiéndose usado en todos los casos oxalato neutro de potasio como agente eliminador del plomo.

(1) VOGEL A.I. "Practical Organic Chemistry"

Utilizamos para nuestras experiencias los solventes orgánicos más comunes: eter, cloroformo, sulfuro de carbono, tetracloruro de carbono, acetato de etilo y metanol.

En todos los casos se pesaron 5 gramos de polvo que se trataron tres veces sucesivas con 40 ml de solvente (total 120 ml.), determinándose en cada caso el extracto seco, los azúcares reductores y la sacarosa extraídos.

De los ensayos efectuados se obtuvieron los siguientes resultados:

TABLA N°37

Acción de los solventes orgánicos sobre los polvos azucarados

Solvente	Soluble		Azúcares Reductores				Sacarosa	
			antes de inversión		después de inversión			
	g	%	g	%	g	%	g	%
Eter comercial.....	1,09		ND		ND		ND	
" seco.....		0,303		ND		ND		ND
Cloroformo comercial..	1,00		ND		ND		ND	
" " seco.....		0,47		ND		ND		ND
Tetracloruro de carbono comercial..	0,80		ND		ND		ND	
" " seco.....		0,17		ND		ND		ND
Acetato de etilo comercial..	1,00		ND		ND		ND	
" " " " seco....		0,36		ND		ND		ND
Sulfuro de carbono comercial..	1,13		ND		ND		ND	
" " " " seco....		1,01		ND		ND		ND
Metanol comercial.....	33,50		2,51		30,00		26,11	
" seco.....		16,70		1,82		14,78		12,7

Nota: ND : no dosable por el método empleado

Dado que apesar de una evaporación prolongada por más de tres horas a presión reducida (68 mm) y a 70°C, no se obtuvieron jarebes con menos de 20 % de agua (Tabla 35), y teniendo en cuenta la influencia de la humedad sobre el comportamiento de los diferentes solventes (Tabla 37) hemos considerado que no tendría objeto el tratamiento de estos jarebes con los solventes indicados, como era nuestro propósito según lo expresado en el comienzo de los capítulos VII y VIII.

CONCLUSIONES

JUGOS

- 1.- Tallos de sorgos cultivados en la Capital Federal y alrededores, previo corte, despuntado, pelado, etc. fueron tratados en un pequeño trapiche experimental, obteniéndose diversas muestras de jugos de la porción media de los tallos. En dichos jugos se dosificó el contenido de azúcares, habiendo obtenido datos semejantes a los encontrados en el país por otros autores. (Tabla 18)
- 2.- Se estudiaron las variaciones producidas por estacionamiento durante varios meses con y sin sustancias conservadoras. En jugos sin sustancias conservadoras y con su acidez natural (pH 5,4 aproximadamente), se observó una inversión de la sacarosa que alcanza a 25 % de la sacarosa presente en el jugo al cabo de 45 días y 65 % al cabo de 3 1/2 meses, siendo total al cabo de un año. (Tabla 22)
- 3.- Con formaldehído y conservando la acidez natural del jugo (pH 5,4) la inversión fué de 11,7 % al cabo de 45 días, 24,2 % al cabo de 3 1/2 meses, llegando a ser total al cabo de un año. Con concentraciones inferiores al 5 % la inversión fué aún más rápida (Tablas 20, 22 y 23).
- 4.- Con bicloruro de mercurio y la acidez natural del jugo (pH 5,4) la inversión fué de 13,7 % al cabo de 45 días, de 25,2 % al cabo de 3 1/2 meses, llegando también a ser total al cabo de

un año. (Tablas 21 y 22)

- 5.- Con formaldehído y pH 8,5 la velocidad de inversión fué menor, invirtiéndose 5,8 % a los 45 días y 10,5 % a los 3 1/2 meses.
- 6.- El pH del medio no afecta la acción conservadora del bicloruro de mercurio, habiéndose observado cifras semejantes tanto a pH 5,4 como a pH 8,5

#### JARABES

- 7.- Se prepararon jarabes de sorgo en el laboratorio, modificando las condiciones de evaporación y realizando análisis durante las diferentes etapas de elaboración (jugo, semijarabe y jarabe). Evaporando en recipientes abiertos y con pH que variaban entre 6,8 y 7,5 se obtuvieron jarabes cuya composición oscila entre los siguientes límites:

Densidad ..... 66 a 73°Brix  
Azúcares reductores ..... 7 " 31 g en 100 ml  
Sacarosa ..... 26 " 56 " " "

- 8.- Continuando la evaporación de algunos de estos jarabes a temperatura y presión reducida (70°C y 68 mm Hg.) se obtuvieron productos semisólidos (acaramelados) con 75-80 g.% de sólidos totales. (Tabla 35)

*[Handwritten signature]*

-----  
*[Handwritten signature]*  
*[Handwritten signature]*

# I N F O R M A C I O N

	Página
Introducción .....	1
Bibliografía .....	4
 <u>Generalidades</u>	
Capítulo I: Obtención industrial del jarabe de sor- go .....	6
Bibliografía .....	58
Capítulo II: Composición de los jugos y jarabes de sorgo en diversos países y en la República Argentina	59
Bibliografía .....	70
Capítulo III: Métodos de análisis .....	71
Bibliografía .....	96
 <u>Parte experimental</u>	
Capítulo IV: Técnica analítica adoptada .....	100
Bibliografía .....	123
Capítulo V: Conservación de jugos con diversos con- servadores y distintos pH .....	124
Capítulo VI: Obtención del jarabe de sorgo en el la- boratorio .....	132
Capítulo VII: Evaporación de los jugos azucarados a presión reducida .....	152
Capítulo VIII: Fraccionamiento por solventes orgá- nicos .....	156
Conclusiones .....	160