

FEDERACIÓN UNIVERSITARIA

Adherida a la F. I. D. E. « Corda Frates »

REVISTA DEL CENTRO ESTUDIANTES
DE
AGRONOMÍA Y VETERINARIA

UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES

EMILIO FERRO,
Administrador.

JULIO R. TISCORNIA,
Director.

GUILLERMO CIPOLLA,
Secretario de redacción.



Programa analítico de sacarotecnia

(CÁTEDRA DE INDUSTRIAS AGRÍCOLAS, 2ª PARTE)

Con algunos apuntes tomados en las clases del profesor

POR EL JEFE DE LA MATERIA ING. Agr. JOSÉ TESTA

A. — LA INDUSTRIA AZUCARERA ARGENTINA

I. *Azúcar de caña y azúcar de remolacha*

a) Las dos fuentes de producción de azúcar; su respectiva sede en el mundo;

b) Predominio alternativo de caña y remolacha; la guerra mundial.

En 1924-25, la producción de azúcar de caña ya representa 50 por ciento más que en el período pre-bélico;

c) La producción argentina y su situación económica precaria actual (1925).

En 1923-24, la producción argentina importa 30 por ciento más que en el período 1914 a 1924.

2. *El cultivo de la caña de azúcar*

y valor de su producción en la agricultura argentina

a) Hectáreas cultivadas: 106.000 (viña, 126.000 hect.);

b) Su porcentaje en el área total cultivada: 0,5 por ciento (viña, 0,6 %);

c) Su puesto entre los cultivos industriales: tercero (viña, 2°; lino 1°).
Representa el 5,3 por ciento del total (viña, el 6,3 %);

d) Producción media anual de azúcar: 250.000 toneladas o 2.500.000 q. m. (vino, más del doble en cantidad: 5.500.000 hect.);

e) Producción probable de la zafra actual: 340.000 toneladas, sea de 35

a 40 por ciento de aumento sobre la media (vino, fluctuaciones menores);

f) Producción media anual de caña : 3.700.000 toneladas = 3.700 millones de kilogramos con un rendimiento medio por hectárea de 35.000 kilogramos (uva *para vino*, 800 millones kgr.; con rendimiento medio por hectárea de 8.000 kgr. es decir, menos de la 4ª parte de caña que es planta entera, y no fruto como la uva);

g) Rendimiento medio industrial de la caña en azúcar : 6,8 por ciento (de la uva en vino, 6,8 ‰ = 10 veces más, pero es *vino* y no alcohol frente a azúcar y no a *jugo* de caña);

h) Rendimiento medio en azúcar por hectárea : dos toneladas 38 o 23,8 q. m. (vino por hectárea, 54,4 hect. = más del doble).

Hay países (Java, Cuba) que producen muchísimo más : 10 y hasta 12 toneladas de azúcar por hectárea (como rendimiento de vino por hectárea; la Argentina es el primer país del mundo);

i) Valor de la cosecha anual de caña, a pesos 10 la tonelada o un centavo el kilo : pesos 37 millones. Valor del azúcar correspondiente, a pesos 0.30 el kilo en ingenio : 75 millones. Supervalía : pesos 38 millones o sea el 100 por ciento. Valor uva para vino anual, a 10 centavos el kilo, 10 veces más que un kilo de caña : pesos 80 millones. Valor del vino, correspondiente a pesos 0.20 el litro en bodega : pesos 110 millones. Supervalía : pesos 30 millones es decir el 37 ½ por ciento solamente);

j) Producido medio de una hectárea de caña, en azúcar y por ciento en dinero : pesos 714 (1 hectárea de viña en vino y por ciento en dinero : pesos 1088, es decir el 50 ‰ más);

k) Cañaverales representan una riqueza de 200 millones de pesos; los viñedos, por lo menos 400 millones;

3. La Argentina como país productor de azúcar

a) Producción mundial de azúcar de caña en 1923-24; 15,3 millones de toneladas; de remolacha : 7,2; total de azúcar : 22 ½ millones de toneladas. En 1924-25 : 15,7 y 9,3 respectivamente. Total : 25 millones de toneladas = 250 millones quintales métricos (vino : producción mundial : 150 millones de hectólitros = ⅔ del azúcar solamente. Se calcula en el presente año un excedente de tres millones de toneladas de azúcar, sobre el consumo mundial. A Francia, Italia y España, como los tres países grandes productores de vino corresponden, en el azúcar de caña, Cuba, India Británica y Java.

b) Azúcar argentino representa : el 1,70 por ciento del azúcar de caña, y el 1,22 por ciento del azúcar total del mundo (vino argentino representa el

3,66 por ciento del vino mundial, es decir, exactamente *el triple* de lo que representa el azúcar);

c) Ocupa, entre los productores de azúcar de caña, el undécimo o décimo tercero lugar — disputándose el sitio con Estados Unidos y Mauricio — y, computando también los productores de azúcar de remolacha, ocupa el vigésimo primero o vigésimo tercero lugar (como productor de vino, la Argentina ocupa el cuarto o quinto lugar en el mundo, según como se considere a Argelia unida a Francia, o separadamente);

d) En América, varios países superan a la Argentina en producción de azúcar: Cuba, Brasil, Perú, Puerto Rico... (La Argentina, es el primer país productor de vino del continente americano);

4. Distribución geográfica de la caña de azúcar en el país

a) Regiones cañeras: no las hay tantas como regiones vitícolas. Pero, podrían existir muchas regiones *azucareras*, cultivando remolacha;

b) El norte argentino, representa en 1924-25, el 97,6 por ciento de la producción azucarera (Tucumán, 78,2; Jujuy, 15,7; Salta, 3,7); el resto del país: 2,4 por ciento (Chaco, 1,8; Corrientes, 0,4; Santa Fe, 0,2; debiendo figurar además, Formosa y Misiones);

c) En cuanto a rendimiento industrial en azúcar, de la caña, ocupa Jujuy el primer puesto (8 % de rendimiento industrial); Salta y Corrientes, el segundo (6,9 %); Tucumán y Chaco, el tercero (6,6 %); y Santa Fe, el último (4,7 %);

d) Obsesión del grado y corruptela de cosecha tardía; condenables en vinificación, no lo son — por el contrario — en la fabricación de azúcar;

e) Establecimientos industriales de azúcar = ingenios 40 (bodegas, grandes y pequeñas, 4500, son más de cien veces superiores en número). Industria más capitalista y menos democrática.

El año 1923-24 existían en el país 39 ingenios de los cuales trabajaron 37.

El año 1900 (hacen 25 años) existían 46 ingenios, repartidos en tres regiones: norte, costa del río Paraná, costa del río Paraguay; abarcaban seis provincias (Tucumán, Salta, Jujuy, Santiago del Estero; Santa Fe y Corrientes) y tres gobernaciones (Chaco, Formosa y Misiones);

Región norte: Tucumán, 32 ingenios; Jujuy, 3; Santiago, 2; Salta, 1. Total, 38.

Región del río Paraná: Santa Fe, 2; Corrientes, 2; Chaco, 2; Misiones, 1. Total, 7.

Región del río Paraguay: Formosa 1. Total 46.

B. — FACTORES Y CONSIDERACIONES ECONÓMICO-SOCIALES
EN LA INDUSTRIA AZUCARERA ARGENTINA

1. *Factores económicos principales de la producción*

a) El rendimiento de caña por hectárea (su influencia sobre el precio de costo del azúcar, y sobre el estado particular del cañero);

b) La riqueza de la caña en sacarosa y su pureza;

b bis) El rendimiento industrial (su influencia considerable sobre el costo de fabricación y precio de venta);

c) Importancia de los capitales invertidos en instalaciones (su incidencia sobre el precio de costo). El capital circulante; los créditos y la tasa del interés;

d) La mano de obra: cantidad y calidad; salarios (la misma incidencia);

e) El combustible. Su influencia sobre el rendimiento industrial, en relación con el grado de imbibición (analogía entre pulpas de remolacha, forraje y bagazo, combustible);

f) La utilización de subproductos. Incidencia directa y considerable sobre el precio de costo y sobre todo de venta del azúcar;

g) Los fletes;

h) Los impuestos. La hectárea de caña molida, paga en Tucumán alrededor de la cuarta parte de su valor en impuestos: con una producción de 30 toneladas, a pesos 8 = pesos 240; impuestos, pesos 39 la caña y 29.25 el azúcar correspondiente; total, pesos 68.25 = 28 $\frac{1}{2}$ por ciento de pesos 240. Con la producción y precio que hemos calculado más arriba, 35 toneladas a pesos 10 = pesos 350; impuestos, caña 45.30 y azúcar 34.10. Total, 79.40, o sea el 22.70 por ciento;

i) La organización del comercio; con no ser perfecta, lo es mucho más que en el vino;

j) Producción y consumo; importación y exportación; política aduanera (proteccionismo y *dumping*); superproducción mundial (la estiman hoy en tres millones de toneladas de azúcar);

k) Diversificación de la producción; democratización de la industria; disminución del precio de costo y aumento del consumo; beneficios (hoy los calculan como un dividendo del 6 % solamente, sobre los capitales invertidos).

2. *Consideraciones de orden económico-social*

a) Sistemas de explotación agrícola-industrial: cañeros o plantadores; e industriales o propietarios de ingenio. Más que en la viticultura, es ne-

cesario y urgente en esta industria crear una colaboración más íntima entre el trabajo y el capital, disminuyendo el abismo que los separa. Los truts en las industrias azucarera y vinícola argentinas;

b) Situación del obrero: 1° mejoramiento de su condición de vida (hogar, habitación, alimento, caña, paludismo y miseria fisiológica); 2° de su capacidad de trabajo (aprendizaje, emulación); 3° de su instrucción y nivel moral (enseñanza nocturna temporaria, conferencias y distracciones); y 4° de su valor social (sentimientos de mutualidad y de dignidad gremial). Su porvenir: aspiración hacia la independencia (virtud del ahorro y ambición de perfeccionamiento);

c) Legislación y acción del Estado: Existe en el presente más fiscalismo que acción y leyes de fomento y defensa (multiplicidad de impuestos: a la tierra, a la caña, al azúcar, al alcohol ... y duplicación de los mismos, nacionales y provinciales); enseñanza, investigaciones, estímulos;

d) Influencia nefasta de la política: agua de regadío, gabelas; trabas administrativas;

e) Límite del consumo de azúcar: consumo directo e industria de dulces; posibilidad de aumento; peligro de superproducción (local y mundial); limitación de cultivos;

f) Estado financiero de la industria: hipotecas; gastos supérfluos (en las instalaciones y en la vida privada); habilitadores (firmas comerciales de la capital federal) y lo que representan para la industria;

g) Influencia de la industria sobre el fraccionamiento de la propiedad rural y arraigo del inmigrante;

h) Los cultivos auxiliares: forrajeras; citrus y otros frutales subtropicales; algodón, tabaco, arroz, plantas aromáticas y medicinales;

i) Influencia de la industria sobre el fomento de la agricultura científica;

j) El alcohol en la industria azucarera: 1° importancia económica; producción total en 1923-24: 22 millones de litros, algo menos de 20 de buen gusto, y algo más de dos de mal gusto (Tucumán, 74 %; Jujuy, 20 %; Salta, 4 %; Chaco, 2 %); 2° influencia social (alcoholismo y salud social).

C. — LA TÉCNICA SACAROTÉCNICA

1. *Naturaleza de la industria: agrícola o fabril.*

a) En su forma actual, es una gran industria fabril, ligada a la agricultura;

b) No es industria biológica como la vinícola; sino químico-mecánica;

c) Por la materia prima, la fabricación guarda estrecha relación con la agricultura (pureza, riqueza y rendimiento de la caña);

d) La enseñanza y el estudio conjuntos del cultivo de la caña y de la fabricación del azúcar, son *casi* tan necesarios como en viticultura y enología (debido a su índole de industria eminentemente agrícola — por su materia prima y la proporción de pequeños y medianos establecimientos — lo son más sin embargo en la última que en la primera).

naturales
2. Factores materiales de la producción del azúcar.

a) El clima: luz y calor; sus efectos especialmente sobre la calidad de la caña (impurezas del jugo). Las lluvias. Las heladas. Tucumán y las demás comarcas cañeras del país;

b) El suelo: efectos de la constitución física sobre la riqueza de la caña (terrenos arcillosos y terrenos arenosos). Efectos de la fertilidad y composición química sobre la pureza de la caña y su rendimiento (terrenos ricos, abonados, regados);

c) El agua de regadío: abundancia, baratura; naturaleza y composición.

3. Factores culturales.

a) La variedad de caña (clima y variedad son factores decisivos de calidad — riqueza y pureza — como en la uva). Adaptación al clima y al suelo; vigor y rusticidad; resistencia a enfermedades e insectos; fertilidad de la caña (o rendimientos);

b) El sistema de replante o cuidados en la multiplicación (es fundamental en la generación de la caña). Selección de pies para el replante; jardines;

c) La técnica cultural o procedimientos de cultivo en general: preparación del suelo para la plantación: labores y animales de labor, con forraje suficiente; plantación y distancia entre los surcos y entre las cepas; inconvenientes de los cañaverales tupidos; riego y abonos; tratamiento de enfermedades;

d) Las plagas: el mosaico y la degeneración de las cañas; polvillo: insecto perforador y otros parásitos y malezas.

4. Factores de elaboración.

a) Cosecha de la caña: altura del corte y del despunte; época del año (retencia de la caña en el suelo, temores de helada); pelada; demora en el transporte (la caña cortada se altera rápidamente: aumentando mucho la glucosa y los ácidos);

b) La caña: grueso, largo, rectitud y dureza. Planta o soca. Su composición (importa tanto la pureza como la riqueza);

c) Duración de la zafra (en Tucumán se empieza demasiado temprano) : deficiencia y exceso de madurez (ideal 3 meses : 15 de julio a 15 de octubre). Las cañas de fin de mayo en Tucumán son cañas de 8 meses ; hasta más del doble de edad en otros países, 20 y más meses ;

d) Elementos de trabajo. Los principales : máquinas (trapiches y clasificadores especialmente) ; mano de obra perita y cuidadosa ; suficiente capital circulante (locales y vasija no influyen aquí como en enología) ;

e) La dirección técnica superior : por su importancia máxima debe ser considerado un factor separado de la fabricación en general ;

f) La fabricación. Especialmente : la perfección en la molienda (extracción) ; la imbibición ; la purificación del jugo ; color del azúcar y máximo de polarización ; el contralor de rendimiento ; minimum de bajos productos y minimum de sacarosa en las melazas ;

g) Factores o cuidados de crianza, no existen como en el vino. La refinación del azúcar no es comparable al afinamiento del vino, fenómeno biológico y obra del tiempo principalmente. Solo algunas precauciones (contra la humedad principalmente), durante el transporte y su permanencia en depósitos. El embalaje y la presentación, con exigir cuidados (de higiene), no requieren la cultura estética del respectivo arreglo en el vino.

El azúcar en efecto, es un producto orgánico, pero muerto y de composición en extremo simple ; mientras que el vino, de composición muy compleja, es producto orgánico y viviente.

5. *La materia prima*

a) La caña y su constitución :

1. Canutos hasta 15 centímetros de largo, diámetro hasta 6 centímetros ;

2. Corteza con materia colorante y cera al exterior. Parénquima con haces fibro-vasculares al interior ; estos últimos con células, paredes espesas y jugo muy pobre en azúcar, son más abundantes en la periferia que en el centro de la caña ;

3. Se diferencian las cañas, por su color exterior, composición del jugo, precocidad y exigencias climatéricas ; caracteres todos inestables y variables con la localidad. Todas las variedades cultivadas pertenecen a la especie *saccharum officinarum* ;

4. La nomenclatura de las cañas es confusa. La más admitida se basa en los colores (W. C. Stubbs) : 1ª cañas verdes y amarillas (como la « India » del norte argentino) ; 2ª rayadas (ej. : la « rayada » de Tucumán) ; 3ª de color uniforme (ej. : la « morada » criolla). Se ha observado en Tucumán la transformación de una caña rayada en morada (R. Peppert) ;

b) Componentes de la caña :

α. Fibra y jugo : en síntesis general, fibra, 10 por ciento; jugo, 90; caña tierna, menos fibra; caña muy madura, más : entre 8 y 12 por ciento. En Tucumán, de junio a octubre, 10,7 por ciento (R. Peppert);

β. Variaciones del jugo : el jugo del parénquima (células de paredes delgadas), el más abundante, más rico y más puro sale a débil presión. El jugo de las fibro-vasculares (células de paredes espesas), el más pobre, sale a más fuerte presión. En consecuencia, centro tallo es más rico que periferia (en el centro menos haces fibro-vasculares); y canutos más ricos que nudos (igual razón). Por lo tanto, la mejor caña, en una variedad, será la de canutos o entrenudos más largos (P. L.);

γ. Componentes o materias constitutivas :

Agua.	}	Materias fundamentales.	
Sacarosa.			
	}	Azúcares reductores.	}
		Almidón.	
		Celulosa, materias pécticas y gomosas.	
		Cera y otras grasas.	
Impurezas		Materias colorantes.	
		Substancias aromáticas.	
		Ácidos orgánicos y sales orgánicas ácidas.	
		Albuminoides. }	
	Amidas. ; Materias nitrogenadas.		
	Sales o cenizas : Materias minerales.		

δ. Variaciones de componentes en caña normal (P. G.) :

	Por ciento
Agua	de 70 a 77
Sacarosa	de 12 a 18
Glucosa	de 0,4 a 1,5
Cenizas	de 0,5 a 0,9
Fibra	de 10 a 12
Materias nitrogen. y varias.	de 0,5 a 1

ε. Las causas principales de las variaciones de composición, son : a) la variedad de caña ; b) las condiciones climatéricas ; c) la edad de la caña ; d) la constitución física y composición química del suelo (abonos, riego).

c) Composición de cañas argentinas :

α. Composición centesimal media de una caña normal :

	Por ciento de caña	0°600 de jugo
Agua	74.50	745
Sacarosa	12.50	125
Glucosa	1.50	15
Materias nitrogenadas	0.40	4
Materias pécticas y gomosas	0.20	2
Cera y grasas	0.20	2
Acidos orgánicos libres y combinados	0.20	2
Materias minerales	0.50	5
Fibras	10	—
	<u>100. —</u>	<u>900</u>

2. Cañas de Tucumán. Años buenos (términos medios) (R. P.) :

	Cruz Alta por ciento	Año malo por ciento	Otros puntos Tucumán por ciento
Brix	17.8	12	15
Baumé	10	—	8.5
Densidad	1074. —	—	10.61
Sacarosa	16.52	8 a 10	12.40
Glucosa	0.22	2	1
Pureza	92.80	70	82.60
Valor industrial	15.33	—	10.24
Acidez	—	—	0.068

7. Las mejores cañas argentinas (R. P.) :

	Orán (Salta) por ciento	Cruz Alta (Tucumán) por ciento
Brix	21.8	21.4
Baumé	12.3	12
Densidad	1091. —	10.90
Sacarosa	20	19.90
Glucosa	0.16	0.50
Pureza	91.74	92.99
Valor industrial	18.34	18.49

8. Término medio de una serie de análisis con cañas de Tucumán (I. G. V.) :

	Jugo por ciento
Densidad	1075.74 (2)
Brix	18.30
Agua	81.70
Sacarosa	16.10 (1)
Glucosa	0.434
Cenizas	0.521
Acidos libres	0.137
Albúmina	0.085
Goma	0.310

(1) 14.10 por ciento de caña.

ε. Fluctuaciones de composición en Tucumán (P. L.):

Densidad de los jugos : entre 1058 y 1078; raras veces hasta 1081.
Grados Baumé correspondientes : entre 8.4 y 10.5; raras veces hasta 1081.
Sacarosa, por ciento (en jugo) : entre 12.30 y 17.60; raras veces hasta 18.60.
Sacarosa, por ciento, (en caña) : entre 10.50 y 14.60; raras veces hasta 15.50.
Pureza de jugo : entre 80 y 87.

ζ. Ídem en Salta y Jujuy (P. L.):

Densidad de los jugos : 1065, 1085, 1090 y 1097.
Grados Baumé correspondientes : 9, 11.5, 12 y 15.
Riqueza-Sacarosa, por ciento de jugo : 17.30, 22.50 y 23.80.
Riqueza-Sacarosa, por ciento de caña : 12, 15 y 18.

η. Comparación Tucumán, Salta-Jujuy (P. L.) : Desarrollo de la caña : mayor en Salta y Jujuy. Riqueza corriente (sacarosa) :

Tucumán: 13 a 13.50)
Salta y Jujuy: 14.50 a 15) Diferencia : 1.50 por ciento.

Glucosa : más en Salta y Jujuy que en Tucumán, se explica por diferencia de clima, más cálido en otoño y principio de invierno, luego, mantiene por más tiempo la vegetación.

d) Impurezas de la caña :

α. Grupos de cuerpos (o componentes) bajo el punto de vista industrial :
a) sacarosa (R. P.); b) sustancias orgánicas, no sacarosa (R. P.); c) sustancias inorgánicas, no ~~sacarosa~~ (R. P.);

β. No sacarosa orgánicas :

1° « Azúcares reductores » (glucosa, fructosa y rafinosa, denominados corrientemente « glucosa »). Formados principalmente por dextrosa (glucosa) : *dextrosa* es atacada por las bases, especialmente por la cal. Forma ácidos y luego sales, diferentes en su color y estabilidad, según el grado de temperatura y la concentración de la cal. Hasta 60° forma, sobre todo, ácidos láctico y sacárico incoloros y dan sales más estables que los dextrosatos. A temperatura más elevada forma ácidos y sales de color obscuro que, a su vez, se descomponen, comunicando viscosidad y reacción ácida al jugo. *Levulosa* (fructosa) : existe mayor cantidad en caña tierna (caña « planta » o no madura) y en caña alterada (por inversión sacarosa). Origina los mismos cuerpos que dextrosa y se descompone con más facilidad;

2° Almidón : existe siempre en las cañas no maduras ;

3° Materias pécticas y gomosas : el tejido leñoso de la caña está formado de celulosa más una materia gomosa (la xilana), junto con sustancias albuminoideas colorantes y minerales.

Estos cuerpos pasan su parte al jugo durante la expresión de la caña en

los molinos, comunicándole su viscosidad. En la caña no madura hay más.

Cuando por deficiencia de colado del jugo, pasan con él muchas fibras (bagacillo), estos cuerpos pécticos y gomosos aumentan.

La xilana es insoluble en agua fría; soluble en agua caliente (imbibición con agua caliente) y en agua de cal. La cal y la barita en exceso, la precipitan. Ningún ácido orgánico, ni el ácido fosfórico ni sulfuroso la precipitan.

Representa la goma del 25 al 30 por ciento del peso total del tejido leñoso (corresponde a un 30% del peso de la caña); pero sólo una pequeña parte pasa al jugo:

4° Cera y otras materias grasas: insolubles en el agua, se separan con facilidad del jugo, en el curso de la depuración;

5° Ácidos orgánicos: pequeña cantidad; principalmente málicos y succínico (ácido acético en cañas alteradas). Forman con la cal sales solubles en el jugo; su proporción es exigua y tienen débil poder de inversión;

6° Materias nitrogenadas: son albuminoides y otros cuerpos procedentes de la desintegración de éstos. El calor coagula estas materias; la cal y el SO^2 favorecen y complementan la acción del calor. Menos densas que el jugo, estas materias coaguladas suben en las espumas y se eliminan con las cachazas;

γ. No sacarosa inorgánicos. Corresponden a materias minerales o cenizas.

1° Proporción y naturaleza: representan del 0,5 al 1 por ciento del peso de la caña. La sílice (SiO^2) representa la mitad de las cenizas de caña;

2° Materias minerales del jugo: Las constituyen en cifras redondas:

1. Sílice, Alrededor del 50 por ciento.
2. Potasa, K^2O alrededor del 20 por ciento.
3. An. fosfato, P^2O^3 alrededor del 10 por ciento.
4. An. sulfúrico, S_2O^3 del 2 al 15 por ciento.
5. Cloro Na^2O , MgO , CaO , Fe (el resto).

3° Acción de las materias minerales. De las sales minerales, las de potasa son las más nocivas como inhibidoras de la cristalización de la sacarosa. Las sales del ácido fosfórico y del ácido sulfúrico son transformadas por la cal en sales de Ca insolubles y precipitadas.

Las sales de cal y otras provocan asimismo incrustaciones en los aparatos de evaporación y cocción (« Efectos » y tachos al vacío).

e) Determinaciones analíticas corrientes:

α. Toma de muestras: promedio, colado (como en el mosto de uva);

β. Densidad: peso del litro de jugo o caldo crudo (« guarapo »);

γ. Sacarómetros: son areómetros o densímetros, como el Brix, Vivien, derivados del Balling o del Baumé.

La cifra del Brix, corregida con la temperatura indica los gramos de azúcar contenidos en 100 de solución, si el jugo fuese una disolución pura de sacarosa. La diferencia es el no azúcar;

δ. Sacarosa : se determina por los polarímetros o sacarímetros;

ε. Glucosa : por el licor de Fehling;

ζ. Pureza : representa la proporción de sacarosa en relación al Brix total, y representa, a la vez, en consecuencia, la proporción de impureza. Así, en un jugo con 12,40 por ciento de sacarosa y 15° al Brix, la fuerza se obtiene dividiendo el primero por el segundo :

$$12,40 \div 15 = 82,66$$

La cifra 82,66 indica el coeficiente de pureza. El 2,60 restante del Brix corresponde a 15,33 por ciento, constituido por el no azúcar o impurezas;

η. Valor industrial : es la cifra o el producto de la multiplicación de la riqueza por la pureza. En el ejemplo anterior :

$$12,40 \times 82,66 = 10,25 = \text{valor industrial de la caña}$$

o « valor propio » (R. Peppert).

En el valor industrial influye más la diferencia entre el Brix y la riqueza en sacarosa (pureza), que la riqueza misma. Así : dos jugos con igual *riqueza* en sacarosa y con distinta fuerza, dan :

$$\begin{array}{l} \text{Brix 16, sacarosa 12, pureza 75, valor industrial } 75 \times 12 = 9, \\ \text{Brix 15, sacarosa 12, pureza 80, valor industrial } 80 \times 12 = 9,60 \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{l} 75 \\ 80 \end{array}} \right\} \text{Diferencia 0,60}$$

y dos jugos con igual *pureza* y con distinta fuerza dan :

$$\begin{array}{l} 15, \text{ sacarosa 12, pureza 80, valor industrial } 30 \times 12 = 9,60 \\ 14,5, \text{ sacarosa 11,6, pureza 80, valor industrial } 80 \times 1,16 = 9,28 \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{l} 30 \\ 80 \end{array}} \right\} \text{Diferencia 0,48}$$

θ. Acidez : Se determina por solución décima normal de soda. Varía alrededor de 0,8 por ciento expresado en H²SO⁴. Mucha de esta acidez queda neutralizada (lo mismo que la que origina el SO² agregado) durante la defecación : pero, por lo general, siempre se trabajan los jugos de caña con una pequeña acidez.

6. El ingenio

a) Los locales o secciones : canchón, calderas, ingenio, destilería, laboratorio;

b) Las instalaciones : fuerza motriz, agua corriente, luz;

c) Las máquinas. Grupos : conductor de caña, « el trapiche », defecadoras, filtro-prensas, « efectos », tachos al vacío, cristalizadores en movimien-

to, centrífugas, filtros de negro animal, preparación para el expendio, conductores interiores y bombas.

7. *Reseña general del proceso industrial*

a) La cosecha : corte de la caña, pelada y despunte (destino del despunte y de la malloja), confección de líos y carga. El transporte.

b) La molienda : recepción, pesada y carga al conductor de caña, desmenzamiento, expresión en los molinos, imbibición, separación, del bagacillo y colado del jugo crudo, conducción del bagazo a las calderas y del jugo crudo a la depuración ;

c) La depuración : sulfitación, defecación simple (por calentamiento, enalado y decantación) o defecación continua Dering, simple o doble carbonatación. Filtración, complementos de la defecación simple. El procedimiento « Petree-Dorr » ;

d) La evaporación : triples, cuádruples o quintuples efectos ; clarificación del melado :

e) La cocción : pie de cocción y masa cocida en los tachos al vacío ;

f) La cristalización en movimiento : mezclador de masa cocida ;

g) La turbinación : separación de cristales (azúcar crudo o para refinar y azúcar refinado de primer lance) y de la miel ;

h) Los bajos productos : cocción de la primera miel, cristalización y turbinación para separar azúcar de primera y segunda miel. Cocción de la segunda miel, cristalización y turbinación para separar azúcar de tercera y la melaza ;

i) Refinación : refundición, clarificación, filtración con negro animal o Kieselguhr, cocción, turbinación, Lavado de los cristales ;

j) Preparación para el expendio : enfriamiento, trituración, embolsado.

8. *La zafra.*

a) Preparativos en maquinarias, drogas, combustible y personal, y plan de trabajo preestablecido (más difícil que en vinificación ; los imprevistos son mayores por la más larga duración de la cosecha) para reducir al mínimo las pérdidas de tiempo ;

b) Época y duración de la zafra : cuanto más tardía mejor (inconveniente de las heladas en Tucumán), evitando el período en que empieza la brotación. Del 15 de junio al 15 de octubre sería la zafra ideal en Tucumán (P. L.) ; pero es siempre mayor (a veces más de seis meses) porque se empieza demasiado temprano, y se muele caña en cantidad desproporcionada con

la capacidad de los ingenios (el mismo mal, este último, que en las grandes bodegas de Cuyo);

c) Inconvenientes de una cosecha demasiado temprana: 1° caña incompletamente madura, menor riqueza (se llegan a perder cantidades considerables de azúcar) y mayores impurezas; 2° perjuicio a la « cepa » (que no alcanza a acumular todas sus reservas);

d) cuidados en la recolección: corte de la caña al ras (machete), buena peladura, despunte suficiente. Inconvenientes de su no observación. Confección de líos;

e) Estado de salud de la caña: cañas heladas o enfermas (buen despunte y rápido laboreo);

f) Transporte: conservabilidad de la caña. Rapidez de su alteración después de cortada. Un ejemplo:

Jugos	Recién cortada	Después de 48 horas
Grados Baumé (Bonamé, P. L.)	9.5	(1) 11.10
Sacarosa, por ciento, en c.c.	16.50	(1) 16.50
Glucosa	9.94	4.05 *
Azúcar total	17.44	20.55
Glucosa, por ciento de azúcar	5.78	12.45

(1) Al perder el agua la caña, el jugo aumentó de densidad, perdió también sacarosa (3.24 % c.c. de jugo) (inversión), figurando igual número de centímetros cúbicos, debido a la concentración. También aumenta la acidéz (formación de ácido acético).

g) Relaciones armónicas de actividad de trabajo entre el cañaveral y el ingenio: existen menos que entre viña y bodega. « El ingenio manda ».

h) Destino de los residuos: « malloja », se quema; despunte para forraje;

i) Indicios de madurez: caen las hojas de la mitad inferior de la caña; se ponen amarillas las de la mitad superior abriéndose en abanico; tallo menos flexible, color más brillante, la corteza resiste más a la presión de la uña. Indicaciones seguras las da la composición química del jugo (analogía con la uva).

9. La molienda

a) La extracción del jugo de la caña constituye la operación más importante del punto de vista económico: por ser tan bajo el rendimiento en la extracción, es que el azúcar cuesta tan caro en relación a lo que vale la caña.

Si hemos calculado para el azúcar argentino producido anualmente (pesos 35 millones, de caña) un aumento de valor de más de 100 por ciento (85 millones de azúcar); mientras que entre uva y vino sólo hay 30 por

ciento de aumento (85 millones de uva y 110 de vino), la razón está en la extracción.

b) Descarga y pesada : el conductor de caña movido por la máquina moladora, para graduar la entrada de caña;

c) Desfibradores o desmenuzadores « Krajewski ». Son preparadores para los molinos ;

d) El trapiche : incluye el Krajewski uno o más equipos, formado por varios molinos (uno hasta cinco), cada molino generalmente de tres mazas o cilindros : superior, « macho » o cilindro mayor ; las inferiores, « cañera » y « bagacera ». Rayado o ranuras de las mazas, cómo deben ser. La bancaza y el tanque para jugo. El puente o cuchilla ; importancia de su colocación ;

e) Aparatos que constituyen el trapiche : 1, aparato motor y acumuladores ; 2, aparato transmisor (piñones y ruedas dentadas o « catalinas ») ; 3, aparato molador. La unidad es la maza ; 4, aparato conductor (conductores intermedios) ; 5, colector de jugo ; 6, bomba para el mismo ;

f) Expresión : distancias entre las mazas inferiores y la superior ; entre el puente y las mazas. Movimiento del macho a la inversa de las dos mazas inferiores. Movimiento vertical del macho. Velocidad, su relación con el porcentaje de extracción ; límite compatible con los rendimientos (tendencia a moler la mayor cantidad posible de caña ; analogía con las grandes bodegas). Presión de segundo, tercero y demás molinos.

Variación de la composición del jugo con el grado de presión (P. G.) :

	Jugos del		
	Primer molino	Segundo molino	Tercer molino
Brix	19,2	19,3	19,0
Sacarosa %	16,49	16,33	15,95
Glucosa "	1,98	1,57	1,52
Genizas "	0,28	0,41	0,42
Goma y pect. %	0,125	0,376	1,250
Albúmina %	0,025	0,092	0,054
Acidos lib. %	0,048	0,072	0,096
Pureza	85,90	84,49	84,
Coef. de glucosa	12,10	9,60	9,60
Coloración	ligera	obscura	muy obscura

g) Inbibición : la empleada corrientemente en Tucumán. Su influencia sobre el rendimiento. Agua fría o caliente. Más agua para caña rica que para pobre, a fin de uniformar densidad y jugos ;

h) Colado del jugo crudo : separación, transporte y vuelta del bagacillo ;

i) El bagazo : Su transporte a las calderas para combustible.

10. Rendimientos

a) Rendimiento medio : el jugo extraído varía entre 52 y 65 por ciento del peso de la caña, según la presión y cantidad de jugo contenido en la misma; 62 por ciento es buen rendimiento al principio de la zafra (cañas tiernas), extracción es mayor. Luego, mayor presión y mínima velocidad para cañas maduras. Con dos molinos se extrae 67 por ciento, los molinos subsiguientes aumentan mucho menos; con Krajewski, 70 y hasta 75 por ciento;

b) Jugo que se pierde en el bagazo : con 62 kilogramos de jugo extraído, equivalente al 68,89 por ciento del jugo total, 100 kilogramos de caña, 38 de bagazo; de los cuales 10 son fibra y 28 jugo. Representa el 31,11 por ciento del total del jugo (casi la $\frac{1}{3}$ parte); pérdida que se reduce bastante con el empleo de las desfibradoras y un buen juego de molinos;

c) Pérdidas en azúcar : Con un jugo de 9° y medio Baumé de densidad, equivalente a 17^{kg}14 de materia seca por 100 de jugo Brix, y de los cuales 16 kilogramos de sacarosa (1^{kg}140 impurezas), representan 14^{kg}400 por 100 de caña. Los 28 kilogramos de jugo contenidos en el bagazo (38 kgs. con extracción del 62 %) contendrán 4^{kg}480 de sacarosa, perdidos en el bagazo. Esto representa una pérdida formidable, de cerca de 45 toneladas de azúcar para una molienda diaria de 1000 toneladas de caña en un ingenio! Si el rendimiento o extracción fuera el mínimo 52 por ciento, la pérdida de azúcar en 48 kilogramos de bagazo (38 kgs. de jugo) sería mayor de 6 kilogramos de azúcar, es decir, 60 toneladas por día, que dejan de entrar en las bolsas, por culpa de la imperfecta extracción!

d) Cálculo del rendimiento : $R = \frac{V \times D}{P}$ o sea, el producto del jugo en volumen (contar las defecadoras llenadas) por su densidad en frío, dividido por el peso total de caña molida en un tiempo dado;

e) Definición: con buenos cortacañas y baterías de difusión, se alcanzó a extraer el 90 por ciento del azúcar contenido en la caña. En el ejemplo anterior de los 14^{kg}400 de azúcar contenido en 100 de caña, se extrajeron 12^{kg}960 (81 kgs. jugo — el 90 % del total — de 160 gramos de azúcar por kgr. de jugo). Luego, la pérdida por 100 kilogramos de caña se reduce a 1^{kg}040 de azúcar, equivalente a 10 toneladas de azúcar por día.

Si por medio de la presión perfeccionada se llega a 75 kilogramos de jugo, serían 12 de azúcar por cien de caña y la pérdida sería de 24 toneladas de azúcar por día;

f) Control de la extracción : debe hacerse, por lo menos, una vez por semana, o cada vez que se modifique el ajuste de los cilindros (de acuerdo

con la clase de caña). El procedimiento de control mejor es el indicado en la letra *d*.

11. La depuración del jugo

a) El « caldo crudo », « jugo crudo » o « guarapo » : líquido turbio y espumoso, color gris verdoso, a veces rojizo ; olor *sui generis*. Tiene reacción ácida ; contiene en suspensión los componentes de la tierra adherida a la caña, aire (en emulsión), fibras de bagazo. Los componentes químicos del jugo en disolución, poco insolubles (alg. album.) y quizás en pseudo-solución coloidal ;

b) después de la extracción del jugo de la caña y su depuración, importa, nuevamente, la operación más fundamental del punto de vista económico, en la industria azucarera. Por el bajo rendimiento del jugo en azúcar cristalizado — que no alcanza al 47 % del contenido en el mismo, y no pasa del 52 % del contenido en la caña — es que aumenta tanto el costo del azúcar, en relación al valor de la caña (para una riqueza media de 13,5 % en azúcar de las cañas de Tucumán, el 7 % de rendimiento medio representa el 52 % ; y para una riqueza media de 15, en los jugos, representa el 46.66 %).

En años malos, con cañas de 10 por ciento de riqueza, un rendimiento de 6 representaría el 60 por ciento, y para los jugos correspondientes a 11,10 por ciento de riqueza, el mismo rendimiento, representaría el 54 por ciento ;

c) Es también la operación más importante para la calidad del azúcar, por cuanto consiste en eliminar del jugo el máximo de impurezas ;

d) Es la operación de la industria donde se encuentra casi toda la química ;

e) Lo que hay que eliminar : los cuerpos que hay que eliminar del jugo representan el 1,40 por ciento del peso de la caña — sin contar la glucosa y la goma — (Payen) y son :

	Por ciento
1. Materias orgánicas : albuminoides, grasas, resinas..	0.92
2. Sales minerales : solubles e insolubles.....	0.20
2. Silice.....	0.28
	<hr/>
	1.40

La remolacha contiene tres a cuatro veces más de estos cuerpos extraños que la caña ;

f) Sulfitación :

α. SO² en soluciones de sacarosa con sales de ácidos orgánicos, se com-

bina a la base de éstos (SO^3H^2), queda ácido orgánico libre, de insignificante poder de inversión sin la sacarosa;

α *bis.* En qué consiste: agregar al jugo gas SO^2 que se transforme en H^2SO^3 ;

β. Con qué fin se hace: 1° disminución de la viscosidad del jugo (coagulación de materias nitrogenadas); 2° decoloración del mismo (poder reductor y destructor diastasas); 3° neutralización del exceso de cal empleada en la defecación; 4° desinfectante (« huevos de rana »).

El poder de inversión (de la sacarosa) del SO^2 es insignificante en las condiciones de la operación. Las masas cocidas procedentes de jugos sulfitados son menos viscosas y rinden más azúcar en la cristalización;

γ. Práctica de la operación: horno de azufre, refrigerador de SO^2 , bomba para enviar aire al azufre y retirar SO^2 , aparato para jugo y SO^2 (esquema);

δ. Forma de empleo: agua sulfurosa o SO^2 gaseoso, jugo frío o calentado a 40°;

ε. Cantidad de azufre a emplear: Depende del exceso de cal que haya que neutralizar: 64 partes de SO^2 neutralizan 56 de CaO. Luego, 1,143 SO^2 ó 0,572 de azufre S por cada 1 de CaO;

g) Defecación simple:

α. Efectos de la cal sobre la sacarosa: En solución diluida y a baja temperatura; en solución concentrada y a alta temperatura (sacarato de cal soluble, que CO^2 descompone);

α *bis.* En qué consiste: en agregar cal al jugo sulfitado o no (en Tucumán se defeca después de sulfitar), y calentándolo;

β. Con qué fin se hace: utilizar el efecto combinado de la cal y del calor para coagular, insolubilizar y provocar la precipitación de las impurezas (albuminoides y sales, goma y pectina);

γ. Práctica de la operación. Comprende: 1° el calentamiento previo jugo a 45° ± (razón de su conveniencia, mejor coagulación); 2° el encañado; 3° el calentamiento, *sin llegar a la ebullición*, la mejor temperatura 85-90° (peligro de la ebullición: impide la separación de capas); 4° la decantación de las tres capas: turbios o fondaje (tierra, sílice y otras sales); jugo claro y espumas o cachazas (con albuminoides y otros cuerpos livianos coagulados). Chorro de agua para lavar la defecadora;

δ. Condiciones y precauciones: 1ª abrir y cerrar despacio la llave del vapor; 2ª cerrarla cuando la espuma empieza a rajarse; 3ª abrirla nuevamente, cerrándola al llenarse la defecadora; 4ª no llenar completamente ésta; 5ª salida del vapor condensado en el doble fondo, por válvula con regulador para no desperdiciar vapor y combustible; 6ª no interrumpir

la defecación (número suficiente de defecadoras) para no estorbar la continuidad, molienda y descarga; 7^a no conviene mezclar fondaje y espumas, pues aumenta cachaza y dificulta trabajo del filtro-prensa (lo que se persigue evitar en procedimiento Petrec-Dorr). Llenar defecadora y calentar; dejar descansar y descargar ocupa una hora;

ε. Forma de empleo de la cal: conviene más la lechada cal de título conocido (tablas de correspondencia de grados Baumé y riqueza de la lechada en CaO), aunque diluye un poco el jugo. Inconvenientes de la cal en polvo. La cal debe ser muy pura;

ζ. Cantidad de cal a emplear. Inconvenientes de la insuficiencia: coagulación incompleta y, sobre todo, del exceso de cal (a alta temperatura ataca glucosa, productos morenos y ácidos, inversión; incrustaciones y dan viscosidad a las masas cocidas). Término medio: 0^o8 de CaO por litro de jugo;

η. Procedimientos para determinar la cantidad de cal: 1^o tanteos y determinación de la acidez o alcalinidad (30-50 miligramos de acidez por litro, es decir, 0.03 a 0.05^o/₀₀ se considera conveniente para trabajar los jugos ya depurados); 2^o ensayo en el laboratorio hasta la ebullición; 3^o procedimiento P-G. con la prueba al sacarato de cal en tubo de ensayo y calentado al bañomaría; el precipitado indica que aún quedan impurezas. Las defecadoras tienen por lo común 10, 14 ó 17 hectólitros;

θ. Apreciación del jugo defecado: de su limpidez, por un tubito de cristal con mango de madera; de su reacción, tornasoles; color del jugo (amarillo dorado. Verdoso indica acidez; rojizo indica alcalinidad); olor jugo y cachaza; abundancia, naturaleza y color de la cachaza; determinación analítica;

h) Defecación continua Deming:

α. La defecación simple sólo elimina una pequeña porción de goma. A eliminarla totalmente tienden todos los perfeccionamientos;

β. En qué consiste: en encalar el jugo, calentarlo hasta 128^o en un vaso hermético (tres cajas tubulares) donde circula a gran velocidad (en dos o tres minutos), pasándolo luego a tanques de separación automática de la espuma;

γ. Ventajas: son pocas, disminuye la goma en muy pequeña proporción, más que la defecación simple; ahorra algo de vapor, trabajo y espacio. No es grande el beneficio del cambio de procedimiento;

i) Carbonatación:

α. Es el procedimiento ideal, único, usado en remolacha;

β. consiste en agregar exceso de cal; que luego se neutraliza con corriente CO² (formación CO³Ca-carbonatación);

0.8 x l
0.05

no cuce

γ, Explicación teórica : 1° poca cal no elimina la goma ; 2° exceso de cal la elimina, pero hay peligro a descomposición glucosa y sacarosa, con formación de cuerpos oscuros, etc. ; 3° la carbonatación consiste emplear exceso de cal a temperatura suficiente, para eliminar gomas, y no peligrosa para atacar azúcares ; y neutralizar exceso de cal con CO², cuyo carbonato también se elimina ; 4° a temperatura de 55 a 60° la glucosa forma con la cal, sal incolora e insoluble en medio alcalino, separándose por filtración ;

δ. Del 1,40 por ciento de impurezas del jugo, se eliminan :

Por defecación, el 40 por ciento, sea.....	0.56
Por la concentración del jugo (formación NH ³), el 25 por ciento, sea.....	0.35
Por clarificación melado (los depósitos de cal que forma), 10 por ciento, sea..	0.14
	1.05

Se elimina, pues, el 75 por ciento, queda aún un 25, o un 35 por ciento de la caña. A rebajarlo — suprimiendo, sobre todo, toda la goma y la cal concurre la carbonatación ;

ε. Carbonatación simple : calderas de hierro, con serpentín para vapor ; caño en cruz para entrada del CO² ; chimenea para gases. 1° Se llena la caldera con jugo, hasta la mitad (espacio para espumas) ; 2° agregado de cal ; 3° calentar a 55-60° ; 4° entrada CO² ; 5° muestras para examinar formación precipitado grisáceo ; 6° cuando coloración rosada con fenolftaleína, suspender CO² ; 7° calentar a 90° ; 8° decantación ; 9° filtración del jugo ; 10° cachazas recalentadas y filtradas ;

ζ. Carbonatación doble : se hace con el fin de eliminar toda la glucosa. 1° Lo mismo que carbonatación simple, hasta principio formación precipitado grisáceo ; 2° Cuando precipitado se deposita (ocurre con alcalinidad de 0,50 %), se suspende entrada CO² ; 3° con esta alcalinidad el glucosato de Ca es insoluble y separable por filtración ; 4° se manda jugo al filtro y queda separada la cachaza ; 5° jugo claro se somete a dos carbonataciones (para quitarle resto de impurezas y neutralizar su alcalinidad) : se calienta, se agrega cal y CO², hasta coloreado fenolftaleína ; 6° Reposar ; 7° nueva filtración ;

η. Efectos carbonatación : notables en comparación con defecación simple, sobre glucosa y goma, los dos grandes inhibidores de la cristalización ;

θ. Carbonatación muy cara : instalación de hornos cal para CO² ; evaporación de grandes cantidades de agua agregadas en lechada cal tan abundante.(10 % de dilución) ;

ι. Defecación simple, muy buena para elaborar azúcar destinada a refinar ; pero no para azúcar granulado de primer lance ; para ésto, carbonatación o Petree-Dorr ;

j) Otros procedimientos de depuración :

α. Todos tendientes a eliminar impurezas y sobre todo goma y glucosa (von Lippmann contó 626 propuestas);

β. Barita : sacarato de Ba insoluble en caliente. Descomponer por CO_2 o H_2S^4 . Se abandonó por venenoso;

γ. Alcohol : 1° a 80° y luego absoluto, que no disuelve azúcar. Empleado en remelacha. Buen resultado, pero caro (evaporación de alcohol; dificultad penetración; tiempo largo). Se abandonó;

δ. Magnesia; tanino; clara de huevo, sangre. Bueno, pero costosos;

ε. Silicatos : método Harn. Excelente para eliminación K_2O tan melasígeno; silicato doble de Ca y K, no impide cristalización y facilita la filtración (caro);

k) Complementos de defecación :

α. Sulfitación después de defecación SO^3Ca muy poco soluble en solución débilmente ácida;

β. Ácido fosfórico o sales ácidas de P. Forman fosfato tricálcico, muy poco soluble en solución débilmente ácida. Arrastra por clarificación parte de impurezas (« clarifina » y otros pros productos). En 1000 litros de jugo, 100 centímetros cúbicos de solución a 20° Baumé;

γ. Kieselguhr : Excelente para absorber impurezas y facilitar trabajo filtraprensas (algas diatomeas fósiles). Caro, muy bueno. Se emplea sobre todo en refinería para filtrar (lo mismo que negro animal, más decolorante);

δ. Electricidad : no ha dado resultado purificar jugos haciendo pasar corrientes eléctricas. Con los progresos de la fisicoquímica y de la química coloidal, quizá se llegue por esta vía a una técnica perfecta y a la vez económica;

l) Filtración :

α. Es el complemento natural de la defecación, para separar todas las impurezas insolubilizadas y coaguladas que forman la cachaza;

β. Filtros comunes de platos. Filtros de arena para jugos;

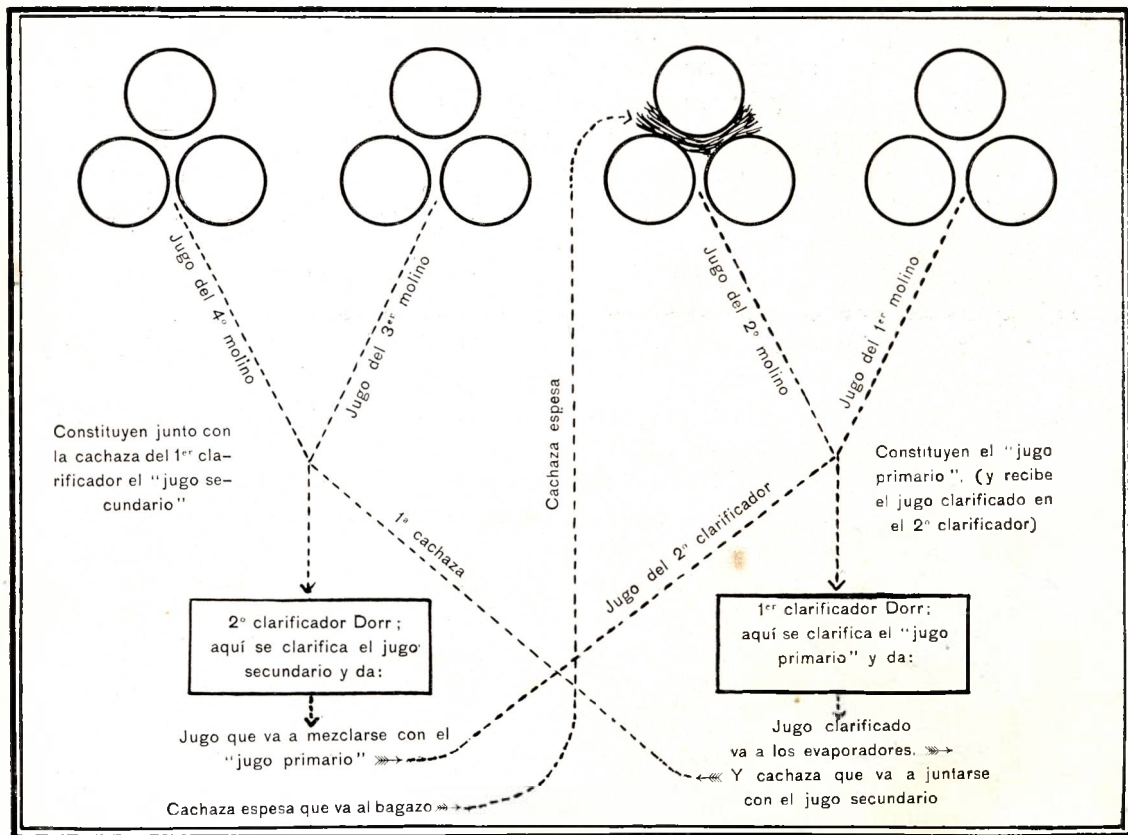
γ. « Cachaceras » : tanques con separación para vapor, para volver a defecar las cachazas por el calor, Dan la mitad de su volumen en jugo de 7 a 8° Baumé. Se impone mayores precauciones que en defecación jugo.

δ. Filtro-prensas : para turbios y cachazas. Dan buen resultado técnico (siempre que la defecación haya dejado impurezas en estado filtrable) y económico. Es suficiente cambiar servilletas cada tres días. Cada filtración dura una hora; pasar vapor por el tubo central por si hay cachaza adherida. Dos hombres abastecen atención a tres baterías. Reposición periódica de servilletas destruidas por vapor y causticidad cachaza (potasa);

ε. Tortas de filtraprensas, son muy buen abono.

12. El procedimiento patentado « Petree-Dorr »

a) En qué consiste : 1° encalado continuo ; 2° calentadores ; 3° Decantador automático ; 4° vuelta de las cachazas al trapiche ; 5° supresión de fil-troprensas por desaparición de las cachazas finales que van al horno con



Esquema del procedimiento « Petree-Dorr » Ingenio « Concepción » (Tucumán)

el bagazo ; 6º jugo clarificado pasa a los evaporadores a la temperatura de 97°; 7º no sullita ;

b) Es la combinación del procedimiento Tomás Petree de vuelta de las cachazas y su supresión, y máquina encaladora continua Duplex, con los decantadores automáticos Dorr que pueden emplearse solos ;

c) Empleado hoy únicamente por el ingenio « Concepción » (don Alfonso Guzmán), en toda Sudamérica, inaugurado en 1924 y sólo se emplea por segunda vez con la presente zafra ;

d) Lo que son los decantadores automáticos o clarificadores Dorr : aparato denominado antes « Thickener » o « condensador del precipitado ». « Efectúa un verdadero espesamiento de la cachaza, por medio de su construcción y movimiento rotatorio especiales » (W. E. Cros.) En vez de producir 20 por ciento del jugo en cachaza líquida, sólo queda un 5 por ciento en el fondage y 95 por ciento de jugo clarificado. En el ingenio Concepción, 10 por ciento de cachaza en la primera clarificación, en 1924 ;

e) Esquema del procedimiento : mezcla de jugos « primario » y « secundario » y vuelta de cachazas (ver esquema P. D.) ;

f) Críticas del doctor Cross en septiembre de 1923, Réplica de L. E. Brown, en octubre de 1924, con el relato de una zafra de experiencias en ingenio Concepción (el profesor observó su funcionamiento en julio de 1925) :

α. Inconveniente de encalar automáticamente jugos cuya acidez natural varía a cada momento en Tucumán. Resultado : no tuvo dificultades debido, probablemente, a mezcla de jugos en gran volumen en los clarificadores, y temperatura alta y protongada. La acidez final de los jugos decantados disminuyó, en efecto, en 1924, comparativamente con 1923 (cuadros de análisis). Fabrica azúcar crudo y refina empleando negro animal. Para azúcar granulada directa, se puede sulfitar en tanques, antes de encalar ;

β. Inconveniente de la escasa imbibición que afecta la extracción o rendimiento. Resultado : no hubo disminución ; y, dice, dará mejor resultado aún, con mejor ajuste, trapiche y ranuras de las masas más apropiadas, aun con el 10 por ciento de imbibición actual ; naturalmente, una mayor imbibición sería muy útil si el combustible lo permitiera ;

γ. Inconveniente de la gran proporción de cachazas producidas en Tucumán. Resultado : que aun en los peores períodos (jugos de 68 y menos de pureza), las cachazas no pasaron del 10 por ciento del jugo, y siempre espesas ; las más diluídas no contenían más del 8 al 10 por ciento de sólidos. Con clarificadores de mayor volumen para Tucumán, se obtendrían mejores resultados aún, pues con menor velocidad, los jugos tendrían más tiempo para asentarse, produciendo cachazas más concentradas y de menor volumen ;

δ. Inconveniente de disminuir el valor combustible del bagazo por la presencia de las sustancias mínimas contenidas en la cachaza agregada. Resultado : que el bagazo dió algo más de cenizas, pero cenizas quebradizas que no trancan las rejillas ; buena combustión con menor trabajo para limpieza de hornos, Empleó 0,25 por ciento más de leña pero lo atribuye a menor porcentaje de libra en la caña, en 1924 ;

ε. Inconveniente de perder la cachaza como abono. Resultado : que cen-

zas obtenidas con procedimiento Petree, son, como es natural, mucho más ricas para abono que las comunes, Cuadro de análisis comparativo indica :

	Procedimiento común Por ciento	Procedimiento Petree Por ciento
Ácido fosfórico asimilable ...	0,41	1,44
Potasa asimilable.....	4,17	15,17

¿. Agrega Brown un cuadro final del cual resulta, con el procedimiento P., en 1924, comparado con procedimiento común 1923 :

- 1° Menor tiempo perdido ;
- 2° Mayor rendimiento por ciento de caña, en sacarosa y en azúcar comerciales ;
- 3° Mayor rendimiento por ciento de jugo, en sacarosa ;
- 4° Mayor eficiencia teórica (95,70 en vez de 91,77, en 1923) ;
- 5° Menor cantidad de miel final (melaza) ;
- 6° Mayor densidad, menos sacarosa y menos pureza en la miel final de 1924 ;
- 7° Azúcares crudos con la mitad de cenizas que antes ;
- 8° Al final de la cosecha de 1924, helada de 6° bajo cero ;
- 9° Esperaba tener mejores resultados en 1925 ; y así ha resultado, como se lo confirmara al profesor el señor Brown, en julio pasado.

13. La evaporación

a) Terminada la primera fase de la sacarotecnia, o sea, la preparación del jugo que comprende la extracción y depuración, empieza la segunda fase que consiste en concentrar este jugo para que su azúcar pueda cristalizar, separándose de las impurezas ;

b) Esta segunda parte de la elaboración, comporta las operaciones de : evaporación, cocción en granos, cristalización en movimiento y turbinación (o separación de los cristales), tratamiento de bajos productos y refinación ;

c) En todas estas operaciones se verifican fenómenos físicos importantes, interviene en los mismos mucha mecánica, pero casi nada de química ;

d) Inconvenientes de la evaporación al aire libre : mucho gasto de combustible y pérdida de azúcar por descomposición e inversión a alta temperatura, dañando al mismo tiempo la calidad ;

e) Principio de la evaporación del jugo a baja presión (vacío parcial). Sus ventajas : economía de combustible y supresión del peligro de inversión por verificarse la evaporación a temperaturas bajas ;

f) Los aparatos de evaporación o triple, cuádruple ... efectos. Esquema de su construcción y accesorios : tubos de circulación del jugo, salida del

vapor de los mismos, entrada del vapor de escape, vasos de seguridad, salida del vapor condensado, bomba de vacío. Combinación con aparato Kestner;

g) Esquema de la evaporación: ebullición del jugo en la primera caja, a 95°; el vapor producido pasa a la segunda caja, donde el jugo hierve a 80°; y el vapor de éste hace evaporar el jugo en la tercera caja a 50°. Dispositivos para recuperar las gotas de azúcar arrastradas por la ebullición. El jugo es absorbido de una caja a la siguiente;

h) El jugo evaporado se llama melado. Debe tener 50 por ciento de materia sólida. En vez de 22° a 30° Baumé, en Tucumán solo se alcanza 18° a 22°, por dos razones: 1ª, aumento desproporcionado de producción en los ingenios, — mal análogo al de las grandes bodegas de Cuyo, — que hace insuficiente la superficie total de evaporación, debiéndose trabajar con mayor rapidez; 2ª, insuficiente depuración de los jugos, que al abandonar abundantes incrustaciones (los tubos de la 3ª caja llegan a obstruirse totalmente) disminuyendo igualmente la evaporación;

i) Esta circunstancia, también contribuye a encarecer el azúcar, por cuanto el agua del jugo no evaporada en los efectos, por vapor de escape, tendrá que evaporarse en los tachos al vacío, por vapor directo, que implica combustible;

j) Obtenido el melado, conviene provocar su clarificación en depósitos de decantación; operación muy útil que muy poco se usa en el país, siempre por los mismos motivos de trabajo precipitado.

14. La cocción

a) Consiste en concentrar el melado hasta que se encuentre en estado de sobresaturación, provocando por enfriamiento, la precipitación del azúcar en cristales;

b) El melado, después de la cocción queda convertido en una masa espesa y viscosa, denominada masa cocida, formada por cristales más o menos grandes y por un líquido o miel. La miel contiene agua, azúcar sin cristalizar y las impurezas (cada vez más abundantes, debido a la concentración). La masa cocida no debe contener más de 6 a 8 por ciento de agua;

c) La cocción se verifica en el tacho vacío, con vapor directo que circula en serpentinas, colocadas a diferentes alturas del tacho, y que quedan bañadas por el melado, que entra en ebullición en su contacto;

d) Esquema de la operación: introducción de una determinada cantidad de melado, para formar el pie de cocción; la ebullición, fuerte al

principio, disminuye con la concentración del melado; introducciones sucesivas de melado para, con el enfriamiento consiguiente, provocar la cristalización primero y aumentar paulatinamente el volumen de los cristales primitivos. La ebullición tiene lugar a 65°, gracias a la depresión producida en el tacho por el vacío.

e) En esta operación de la cocción en granos, debe desempeñarse el arte del cocedor o maestro de azúcar, cuya práctica le permite determinar el grado conveniente de concentración (observando la ebullición al través del cristal de mira) para producir la cristalización, introduciendo melado; y provocar un número determinado de cristales, más o menos grandes y uniformes, actuando de esta manera, tanto sobre el rendimiento en la cristalización, como sobre la calidad del azúcar cristalizado. Las muestras periódicas sacadas con la sonda y examinadas en un cuadrante de vidrio, le sirven para conocer el estado de los cristales.

f) *Pié de cocción*: con una primera porción de melado, el maestro provoca la formación de una cantidad determinada de cristales, que constituyen otros tantos centros o núcleos de cristalización, que irán creciendo con los sucesivos aportes de melado, sin aumentar su número. Cuanto mayor sea el número de cristales del pié de cocción, más pequeña será su dimensión. Generalmente, el volumen del pié de cocción, es la tercera parte de la templa (total de la masa cocida correspondiente a una operación) Para cristales más finos, se emplea la mitad de la templa para el pié de cocción.

g) Cristales gruesos convienen para azúcar de primera (lavaje y operación de miel se efectúa mejor); pero para evitar dificultades en la operación se prefieren los finos. Para azúcar destinado a refinar, convienen cristales medianos.

h) Los cristales deben ser uniformes. De lo contrario, los finos, mezclados a los gruesos, disminuyen el rendimiento en azúcar cristalizado, porque pasan al través de las perforaciones del tambor de la centrífuga, y además, se disuelven con el lavado.

i) La duración de la cocción debe ser de ocho a diez horas. En Tucumán es menor esta duración (siempre por las mismas causas de apremio en que se colocan los ingenios, con el laboreo de una cantidad de caña superior a la capacidad de los mismos).

15. *Cristalización en movimiento*

a) Utilidad de esta operación, que no siempre se efectúa entre la cocción en granos y la turbinación.

b) Cristalizadores : grandes tanques o depósitos abiertos, con agitadores, en los cuales continúa la alimentación de los cristales.

c) Duración : 24 a 48 horas para las masas cocidas de primera. Mucho más tiempo para las mieles de segunda, con mayor cantidad de impurezas; y meses para las mieles de tercera.

16. Turbinación

- a) El mezclador para la masa cocida ;
- b) Las centrífugas. Principio y esquema ;
- c) Separación de cristales y de la miel ;
- d) Lavado de los cristales (agua caliente o vapor) ;
- e) Azúcar primera granulada o azúcar crudo para refinar ;
- f) Granulador para secar los cristales.

17. Los bajos productos

- a) Nueva cocción de la miel en tacho al vacío a 70-75° ;
- b) Nueva cristalización y turbinación, azúcar de segunda y de tercera ;
- c) Última miel es la melaza.

18. Refinación

- a) Refundición ;
- b) Clasificación ;
- c) Filtración con negro animal o Kieselguhr (filtros Daneck) ;
- d) Cocción ; turbinación ; desecación y enfriamiento de los panes ; trituración (azúcar pilé) embolsado.

19. El azúcar de remolacha

- a) Cosecha, conservación y transporte de la remolacha ;
- b) El progreso en la genética remolachera ; en el cultivo de la misma ; en la elaboración del azúcar : aprovechamiento de subproductos (máxime las pulpas para forraje). El alcohol y las remolachas alcohólicas ;
- c) Lavado de las remolachas en el ingenio. Corte de las mismas en ~~ca-~~ **ca-** **se-** **los** (su posibilidad de desecación y conservación) ;
- d) La difusión :
 - α. Principio de la difusión ; desplazamiento y ósmosis ;
 - β. Agotamiento metódico. Batería de difusión ;
 - γ. Comparación teórica y esquemática cubre difusión simple : (para 100 kgs. de remolacha del 14 % = 14 kgs. de azúcar, se necesitan 8 veces 100 litros de agua ; mezclados darían 800 litros de 1,74 % de azúcar = 13^{kl}950)

y la difusión metódica : (que después de 7 pasajes daría 100 litros de jugo a 13.94 ‰ = 13^k940) ;

e) La difusión en la caña. Razones de su abandono. Se instaló en 1890 en varios ingenios de Tucumán, y en 1901, aún existía en el ingenio « Concepción », conjuntamente con los trapiches (P. L.) ;

f) La carbonatación da resultados perfectos para la depuración ;

g) La evaporación de agua es el gran problema. Se calcula que hay que evaporar tanta agua como remolacha trabajada (para 350 toneladas de remolacha trabajada en 24 horas, hay que evaporar 350m³ de agua) ;

h) El resto del proceso industrial es análogo al de la caña con menos dificultades por impurezas, debido a la doble carbonatación ;

i) Comparación de rendimientos en remolacha y caña.

D. — PROBLEMAS URGENTES A RESOLVERSE EN LA INDUSTRIA AZUCARERA ARGENTINA

1° En el cultivo de la caña, la obtención de *cañas ricas* y a la vez resistentes a las inclemencias del clima ;

2° Instituir un plan de investigaciones y de experimentación metódica sobre el cultivo de la *remolacha azucarera* : variedades, tierras y abonos, procedimientos culturales y de fabricación, utilización de pulpas para forrajes y todos los puntos relacionados con la misma, a fin de encontrarnos preparados para cualquier eventualidad (en forma análoga al estudio de los medios tendientes a solucionar rápida y satisfactoriamente una crisis vitícola por invasión de la filoxera) ;

3° En la elaboración : mejoramiento de los rendimientos en la extracción (imbibición, difusión, combustibles) ;

4° Perfeccionamiento de la depuración de los jugos ;

5° Mejor utilización de las melazas ;

6° Como problemas económicos : reducción del precio del costo, aportando perfeccionamientos y racionalidad en los procesos agrícola e industrial ;

7° Aliviar los fletes y los impuestos, para rebajar el precio de venta del azúcar, aumentar su consumo, resistir a la competencia extranjera, y cimentar definitivamente la industria ;

8° Asegurarse una buena mano de obra, interesada en la industria y no enemiga de la misma ;

9° Contribuir a la implantación de la mejor política azucarera que consiste en la extirpación del paludismo ;

10° Propender al fomento de cultivos subsidiarios, destinados a corregir los peligros de la monocultura cañera.

Buenos Aires, octubre de 1925.