QL34
.S2
L3

MINISTERIO DE AGRICULTURA DE LA REPÚBLICA ARGENTINA

DIRECCIÓN DE AGRICULTURA Y GANADERÍA

EL CULTIVO DE LA CAÑA
Y LA
ELABORACIÓN DEL AZÚCAR
EN LAS PROVINCIAS DE
TUCUMÁN, SALTA Y JUJUY

POR

PABLO LAVENIR

QUÍMICO DE LA DIRECCIÓN DE AGRICULTURA Y GANADERÍA

BUENOS AIRES

—
IMP. Y ENC. DE P. GADOLA, RIVADAVIA 775
—

1901

CAPÍTULO I.

Cultivo de la caña de azúcar

REGIONES.—La caña de azúcar se cultiva en varias regiones de la República Argentina. En el N. E. se cuenta: 1º siete ingenios azucareros situados sobre el Río Paraná, sea dos en el N. de Santa Fé, dos en el N. de Corrientes, dos en el Gran Chaco, uno en Misiones.—2º uno en Formosa sobre el Río Paraguay. En el N. se halla esta planta cultivada en las Provincias de Jujuy, tres ingenios; Salta, un ingenio; Santiago del Estero dos ingenios; pero en la Provincia de Tucuman es donde la industria azucarera ha tomado su mayor desarrollo: en ella hay treinta y dos ingenios.

Concretaremos este estudio á las provincias de Tucuman, Salta y Jujuy. En Santiago del Estero el cultivo de la caña tiende á desaparecer á causa del clima seco, poco favorable y de la mala calidad del suelo en mayor parte salitroso. No hemos estudiado todavia la region N. E.

La caña de azúcar (*saccharum officinarum gram*) crece sobre todo en los climas tropicales y sub tropicales. La

mejor zona parece comprendida entre 21° y 23° ó 24° de latitud; los cambios de temperatura y los calores excesivos de los climas sub-tropicales parecen favorables al desarrollo de esta planta, mientras que el exceso de humedad, como bajo el ecuador, produce cañas acuosas, blandas, de riqueza inferior á las criadas en las regiones tropicales.

La provincia de Tucuman situada entre 26° y 28° de latitud puede ser considerada como el límite S. del cultivo de la caña de azúcar en la República Argentina; las de Salta y Jujuy, mas cerca de los trópicos son mas propicias, pues tienen un clima mas cálido, mas húmedo y las heladas en las llanuras son mucho mas raras y menos dañosas que en la provincia de Tucuman.

El suelo de estas provincias generalmente profundo, alcanza fácilmente 70 á 80 c/m; es un terreno sílico-arcilloso, de gran fertilidad.

Este suelo descansa casi siempre sobre arena cuyo tamaño aumenta con la profundidad hasta que se encuentra quijarros en capas de espesor á veces considerables. Es un suelo y un sub-suelo eminentemente permeables y por consiguiente adecuados para los riegos.

Al pié de la sierra Aconquija, en la falda, los terrenos parecen mas ricos en humus que en la llanura de Cruz-Alta y sobre todo, que en las orillas mas arenosas del Rio Salí. Los cañaverales en la falda en general, dan mayor rendimiento cultural pero la caña es siempre de riqueza un poco inferior á la de Cruz-Alta.

Las lluvias son estivales y se reparten principalmente en los meses de Diciembre, Enero, Febrero, Marzo y Abril. Esta distribucion de las lluvias es muy ventajosa; la cosecha se verifica en efecto, en tiempo seco, facilitando mucho los trasportes y cultivos; el máximo de humedad corresponde precisamente á los meses cálidos, época del mayor crecimiento de las cañas que no requieren entonces ningún trabajo de cultivo.

La falda recibe mas lluvias que la llanura de Cruz-

Alta, pero en esta última region se puede regar abundantemente con las aguas del rio Sali.—Estas aguas procedentes directamente de las montañas, cerros y montes, llegan en verano cargadas de materias en suspension: arena fina, arcilla, humo, etc., etc, y otras en disolucion proviniendo de las materias minerales y orgánicas en descomposicion; se puede pues considerarlas como un abono notable.—La composicion de estas aguas todavia poco estudiada, debe variar mucho según la estacion; convendría analizarlas sobre todo durante la época de los riegos, es decir Agosto hasta Diciembre.

VARIEDADES CULTIVADAS.—La caña de azúcar constituye una hermosa planta vivaz de la familia de las gramineas, cuya altura alcanza en ciertos países hasta 5 metros, pero que no pasa de 3m. á 3m. 50 en las provincias del Norte.—Su tallo lleno de tejido esponjoso jugoso se halla separado en canutos mas ó menos largos según las variedades y el desarrollo de la planta.—Cada nudo, punto de insercion de las hojas que son envainantes y dísticas, lleva una sola yema al nivel de la cual se nota la presencia de pequeñas prominencias irregularmente dispuestas en 2 ó 3 series al rededor del tallo.

Cuando se planta una caña, de estas prominencias salen las primeras raíces (*adventicias*) que sirven para la nutricion de los retoños hasta que se desarrollen las otras raíces.—Las raíces fibrosas, muy finas y laterales, se extienden alrededor de la zoca, en todos sentidos, á 0.50 y 1m. según la naturaleza del suelo, pero nunca penetran mucho en el sub-suelo.—A la parte superior del tallo se halla una parte siempre verde que nunca madura y constituye el cono vegetativo, terminado por el brote guía ó apical.—De este brote y en la época de la maduracion sale un vástago largo terminado por una panicula de flores blancas ó grises llamada flecha.—Según varios autores, la aparicion de la flecha no indica la madurez, la cual se verificaría 2 ó 3 meses

después de la floracion.—Debemos agregar que en las numerosas variedades de caña conocida son pocas las que florecen, y que las que florecen no lo hacen en todas las regiones.

Por ejemplo en la provincia de Tucuman es una rara excepcion, mientras que en las provincias de Salta y Jujuy las flechas aparecen frecuentemente.—Las semillas son muy ténues y escasas, la mayor parte de las flores abortan. Soltewedel de Samarangue (Java) que hizo muchos ensayos sobre la reproduccion de la caña por semillas dice que el máximum obtenido es de 31 por 100 flores y el mínimum una por 435.—En muchos países las flores no producen semillas ó estas son frecuentemente estériles. Raoul (*culture de la canne à sucre*) dice que es muy difícil encontrar plantas procedentes de semillas en los cañaverales donde la caña ha florecido, porque á mas de su escasez la semilla es muy delicada, requiere para germinar mucha humedad y sombra.—Por otra parte, la planta joven, siempre muy débil, criada á la sombra, no puede soportar la acción de los rayos del sol, de manera que si se corta el cañaveral sea antes de la germinacion ó despues, las semillas ó los brotes se hallan forzosamente destruidos.

Por esto, se ha negado durante mucho tiempo la existencia de las semillas de caña y su reproduccion industrial se hace exclusivamente por gajos.

Delteil (*La canne à sucre 1885*) y varios otros autores clasifican las cañas en 3 grupos según el color del tallo.

- 1º Cañas blancas, amarillentas ó verdosas,
- 2º Cañas rayadas,
- 3º Cañas moradas, mas ó menos oscuras.

En Tucuman, se cultiva para los ingenios, variedades que pertenecen á los dos últimos grupos y principalmente las moradas.

Dicha caña tiene el tallo de color violado mas claro á la parte superior y está cubierta de cerosidad.—En la planta bien desarrollada los canutos son bastante largos pero la

cáscara es dura, difícil para moler, sobre todo cuando está bien madura.—La pulpa es blanca lo que la distingue de la caña violada de Batavia y las análogas de Otaïti que la tienen violada y que la acercaría de la caña de Taïti. Es una variedad robusta que crece bastante bien en los climas de temperatura relativamente baja pero su rinde parece en general un poco inferior á la rayada.

La rayada de color amarillenta ó verde cuando no está madura, presenta en el sentido longitudinal rayas violadas de anchura muy variable y parece acercarse mucho á los caracteres de la caña de Otaïti rayada.—Los canutos mas largos, el tallo más jugoso y blando que en la variedad precedente hacen considerar esta caña como la mejor, pero requiere un clima cálido y húmedo; se la cultiva mucho en Salta y Jujuy.

Se encuentra tambien en estas últimas provincias sobre todo en la de Jujuy (Esperanza) una variedad de caña verde considerada en el país como una degeneracion de la caña morada pero que parece mas bien pertenecer al primer grupo.—Los canutos de 15 á 18 ctm. de largo, un poco hinchados en el centro, presentan un color débil rosado, semejantes á los de la caña Diard verde rosado de las islas Mascareigne.—Esta variedad de caña suministra un tallo muy jugoso de 3m. de largo y es muy apreciada por los industriales.

El ingenio «Esperanza» la cultiva casi exclusivamente.

Hemos encontrado tambien en la provincia de Salta otra variedad de caña blanca, aun poco cultivada, pero que alcanza una riqueza extraordinaria.—El tallo verde se pone blanco amarillento cuando madura la caña; las hojas abundantes, tambien se ponen amarillas.—Esta variedad parece pertenecer á las conocidas bajo el nombre de caña Solera (Nueva Granada) caña de Cayena (Brasil) Bourbon ú Otaïti (Antillas é India) caña amarilla (Mauricio). Según Delteil esta caña requiere mucho calor y ha sido muy cultivada en Mauricio y Reunion donde se le abandonó por

causa de enfermedades que la atacaban.—Está todavía muy cultivada en la Guadalupe dando un jugo rico y abundante.—Una muestra de dicha caña cultivada en la provincia de Salta ha dado jugo á 13° B^e en el mes de Agosto. (*Ver composición de la caña*).

Existe otra variedad de caña blanca verde igualmente cultivada en las tres provincias y conocida bajo el nombre de caña india.—Su tallo blando da un jugo relativamente pobre, no se la cultiva para los ingenios pero es muy estimada para el consumo.

PREPARACION DEL SUELO.—1° El terreno desembarazado de los yuyales ó montes (terreno de desmonte) se divide en porciones de una cuadra mas ó menos de superficie, separadas por callejones de anchura suficiente para el transito de los carros.—Se nivela, se arregla la superficie para los riegos y se ara.—La primer labor generalmente poco honda 10 á 15 c^m. sirve de preparacion para las dos otras mucho mas importantes que siguen.—En la llanura de Cruz-Alta esta primera labor se hace en el sentido E hácia O.—Se cruza con la segunda que alcanza 20 á 25 c^m. se pasa la rastra y en fin se completa por una tercera labor lo mas honda posible que vuelve en el sentido de la primera E.O; se pasa la rastra una ó dos veces para mullir la tierra y nivelar la superficie.—En el terreno asi preparado, se abren los surcos que deben recibir las plantas. La distancia de eje á eje entre los surcos varia de 1m. 50 hasta 3m. generalmente 1m. 80 hasta 2m. con una profundidad de 35 hasta 40 c^m.

La mejor orientacion parece la del N al S.—Entonces estos surcos vienen á cruzar la última labor; se les cava con un arado de dos orejeras llamado *surcadora* que se pasa dos veces para llegar á la profundidad requerida, se limpia el fondo y se enderezan las paredes lo mas posible á la mano, con pala.—Todos estos trabajos de preparacion deben acabarse á fines de Agosto y se hacen por lo me-

nos en un lapso de tres meses dejando entre cada labor el tiempo suficiente para aerear bien el suelo.—Los surcos se cavan 10 ó 15 días antes de la plantacion que se efectua desde fines de Agosto hasta Octubre.

PLANTACION.—Se planta las cañas enteras; se las dispone en línea en el fondo de los surcos, de tal manera que la parte inferior de una, venga cruzar la parte superior de la otra.—Se planta tambien la parte superior del tallo que nunca madura, llamado «*despunte*»; en este caso se la deposita en gran cantidad en el fondo de los surcos lo que produce mas retoños.—Asi dispuestas, se tapa las plantas con 10 ó 12 centímetros de tierra.—Esta operacion se hace á la mano con palas, tomando la tierra mas fina de cada lado de los surcos, evitando con cuidado los terrores.—Inmediatamente despues, se riega.—La caña empieza á brotar en el mes de Octubre y se la deja sin cultivo hasta que alcance 30 á 50 ctm.

Entonces se empieza á sacar los yuyos; con la pala se limpia de cada lado de los surcos un espacio de 50 á 60 ctm. de anchura; es lo que se llama *deboquiaje*. Se ara en seguida el espacio libre, se pasa la rastra tomando los cuidados necesarios para no echar tierra en los surcos y se riega.

1^{er} AÑO. *Cultivos*.—Luego, cuando la planta ha tomado un desarrollo suficiente, cuando todos los retoños aparecen á la superficie del suelo, se efectua un ligero aporque. Con el arado se saca la tierra de cada lado de los surcos para echarla sobre las plantas, luego á pala se reparte la tierra fina entre los retoños sin taparlo, manteniendo con cuidado una capa regular de 12 á 15 ctm. sobre las raíces. Los cultivos ulteriores que se hacen á pala y con la rastra, á veces con el arado, tienen como objeto mantener la plantacion en un estado conveniente de limpieza; se riega tanto como es posible hasta fin de Abril.—Se dice

que la caña es *tapada* ó *cerrada* cuando las hojas se cruzan entre los surcos, lo que sucede durante el mes de Febrero; se suspende entonces toda clase de trabajo de cultivo hasta la cosecha que empieza á fines de Mayo.

Cosecha.—Las cañas producidas el primer año son siempre de calidad inferior y se llaman *cañas plantas*. Frecuentemente en los cañaverales mal plantados ó plantados tarde es ventajoso no tratarlas para la extraccion del azúcar.

La cosecha se hace cortando la caña con un machete lo mas cerca posible del suelo, se la despoja de las hojas, se corta la parte superior del tallo no madura, que se llama *despunte* y se la amontona así limpia para llevarla despues lo mas pronto posible al ingenio.

2º AÑO. *Cultivo.*—En el segundo año se empieza generalmente los trabajos de cultivo á fines de Setiembre, segun el estado de la vegetacion.

La primera operacion es un riego, luego se efectua el *desaporque* que se hace con el arado; se lo pasa de cada lado de los surcos lo mas cerca posible de las zocas, la orejera hácia afuera de manera á sacar 12 á 15 ctm. de tierra que cubre las raíces principales y echarla entre los surcos.—Se sigue arando el espacio libre y se completa esta operacion á la mano, con la pala ó el azadon, entre las zocas y en los sitios que no se puede alcanzar con el arado.—Se destruye así, con los yuyales, las raíces superficiales de las zocas, lo que obliga á las principales á penetrar mas en el suelo.—Se deja así la plantacion unos dias y se riega.—El agua trae entonces un poco de tierra sobre las raíces y cuando los retoños alcanzen 25 á 30 ctm. se efectua un aporque con el arado y la pala para cubrir las raíces de una capa de 12 á 15 ctm. de tierra; se riega enseguida.—Generalmente se efectua un otro aporque á fin de Febrero, se riega, y como á esta época la caña se cierra,

se la deja sin otro trabajo de cultivo hasta la cosecha.

La caña cortada el segundo año es de buena calidad, se la llama caña *Zoca*.

Después de cada cosecha, el cañaveral se halla cubierto de hojas y despuntes, etc, etc., se les deja secar y se les quema.

RENDIMIENTOS —Las zocas brotan durante muchos años pero los rendimientos van disminuyendo á cada cosecha; es necesario pues, al cabo de un tiempo que varia segun las regiones, el cultivo, la naturaleza del suelo, etc, etc., volver á plantar.—En las provincias del Norte se destruye generalmente los cañaverales de 8 á 10 años, pero se debe notar que los rendimientos empiezan á bajar después de 3 ó 4 cosechas.

En la provincia de Jujuy (Ledesma) se abandona los cañaverales después de la octava cosecha, se deja descansar la tierra ocho años y se vuelve á plantar; esto es para disminuir los gastos ocasionados por el desmonte de los terrenos nuevos.—En la provincia de Tucuman, se planta inmediatamente después de la última cosecha—se prepara el terreno como ya hemos dicho y se abre los surcos en el medio del espacio que quedaba libre entre los antiguos.

No se usa otro abono que los que pueden traer los riegos.

Los rendimientos por hectárea varian segun la edad del cañaveral.—El primer año con una buena plantacion se obtiene de 23.700 á 43.400 kilos por hectárea.—Estas cifras aumentan en las otras cosechas pero varian mucho segun las regiones.—En buenas condiciones se obtienen 50.000 kilos en la falda, 40 á 45 mil kilos en la llanura de Cruz-Alta y 20 á 30 mil kilos en los terrenos arenosos cerca del rio Sali.

OBSERVACIONES.—En estos 8 ó 10 últimos años, bajo ciertas influencias que no podemos analizar aquí, la in-

dustria azucarera tomó un desarrollo verdaderamente extraordinario, se puede decir sin relacion con las exigencias del consumo.

En lugar de buscar un suplemento progresivo de produccion en el perfeccionamiento de los métodos de plantacion y de cultivo y en un aumento razonable de las superficies cultivadas en cañaverales, se plantó cañas un poco en todas partes, á menudo en terrenos poco adecuados para este cultivo y casi siempre sin las preparaciones culturales indispensables. (*)—Los efectos desastrosos de la sobreproduccion pronto se hicieron sentir; la caña que se pagaba 18 hasta 25 centavos la arroba, en 1890-91 bajó rápidamente y en 1896-97 se la pagaba 5 y 6 centavos precios que no dejaban utilidad alguna á los cañeros.—Muchos de ellos abandonaron los cañaverales casi sin cultivo y los resultados fueron, los que se debian esperar: disminucion de los rendimientos y mala calidad de los productos.

No se puede económicamente cultivar mal, ni aun medianamente la caña de azúcar.—El interés del fabricante y del productor de caña quedan íntimamente ligados á una buena produccion, imposible sin un cultivo intensivo.—La caña mal cultivada ó mal plantada suministra productos muy poco provechosos tanto en el ingenio como en el cañaveral.

El sistema de cultivo que acabamos de describir ha dado y daria todavia buenos resultados si se le aplicara en todos sus detalles, però creemos que se podria perfeccionarlo mucho y ponerlo más en relacion con las condiciones climatéricas del país.

Los métodos de plantacion y cultivo de la caña de azúcar son muy numerosos, varian segun el clima y la naturaleza del suelo.

Se puede decir que cada región tiene su sistema de

(*) Hasta 1897 habia 55.000 hectáreas en cañaverales, correspondientes á un aumento de 20.000 hectáreas en 3 años.

cultivos con rendimientos muy diferentes. La variedad cultivada tiene una influencia capital. Para fijar las ideas podemos citar las cifras extremas obtenidas con el mismo método y variedades diferentes en el jardín botánico de Demeraria (Guyana).

VARIEDADES	AZÚCAR		
	0/0 gr. jugo	0/0 gr. caña á 88 de jugo	Total por hect. en Ks.
Bourbon	15.91	14.00	7.588
Seedling N° 145...	17.96	15.77	12.150
Diferencia			4.562

En el Brasil, con el mismo método de cultivo, los rendimientos por hectárea han variado entre 25.000 y 115.000 kilos de caña con una riqueza respectiva en azúcar de 11 á 17 % gr. de caña.

La caña en las provincias del Norte, sobre todo en Tucuman se halla en condiciones especiales á causa de las heladas de invierno que obligan á cosechar casi siempre demasiado temprano. Como lo hemos dicho, esta planta empieza á brotar en el mes de Octubre, pues las primeras cortadas á fin de Mayo tienen apenas ocho meses de vegetacion, mientras que en muchos otros países se deja la caña 13, 14, hasta 20 meses sobre las zocas. En tales condiciones, los resultados obtenidos no son comparables y es imposible adoptar variedades y método de plantacion y de cultivo basándose en lo que se hace en otra parte sin apoyarse sobre numerosas experiencias hechas en el país mismo ó por lo menos en países análogos.

Cualquiera que sea la variedad y el sistema de plantacion adoptados, la preparacion del suelo y la eleccion de los tallos para la reproduccion no dejan de representar dos de los factores que más influyen sobre el porvenir del cañaveral. La caña ocupa el suelo durante varios años,

requiere mucha humedad; se debe, pues, facilitar lo más posible la penetracion de sus raíces en las capas hondas del suelo; más aumentaremos el espesor explotado por las raíces, más principios nutritivos y más humedad pondremos á la disposicion de la planta.

Además, un suelo bien mullido se deja penetrar facilmente y retiene mucho más agua que los duros, mal preparados á causa de los numerosos intervalos libres que quedan entre las partículas finas de la tierra, que permiten á las aguas bajar y alcanzar las partes hondas donde se acumulan, formando una reserva para los días de sequía. Por capilaridad, el líquido en reserva sube á la superficie y compensa las pérdidas debidas á la evaporacion, manteniendo así las raíces en un medio húmedo, muy favorable al desarrollo de los vegetales. En un terreno duro, las aguas corren á la superficie ó penetran con mucho más dificultad en el subsuelo que queda seco; la planta sin reserva de humedad sufre inmediatamente de la sequía, de donde resulta la obligacion de regar frecuentemente, con poco provecho.

Hemos dicho que en la mayor parte de las provincias de Salta, Jujuy y Tucuman el terreno es hondo, se puede ararlo sin inconveniente á 30 ó 35 centímetros, pero como los surcos alcanzan esta profundidad, la caña depositada en el fondo descansa sobre tierra dura poco aereada y las raíces se desarrollan lateralmente en la parte superficial bien mullida por las labranzas. Un trabajo bien apropiado del subsuelo se impone pues; se hará seguir el arado en la última labor por un otro sin orejeras que removerá el subsuelo sobre un espesor de 15 centímetros sin mezclarlo con la parte superior. Si por economia no se hace este cultivo sobre la superficie total del cañaveral, lo que será siempre mejor, se le practicará por lo menos en los surcos. Estos trabajos de labranzas se efectuan fácilmente con el arado Braban doble, recomendado por Boname y usado en la Guadalupe y exclusivamente en el Norte de Francia para

el cultivo de la remolacha que requiere labores hondos en terrenos fuertes.—Para remover el subsuelo, el arado subsuelo Dombasle ha dado muy buenos resultados en España.

Notaremos que estos trabajos se hacen en los meses de Junio, Julio y Agosto, es decir durante la cosecha.—Los animales á esta época ya recargados por los trasportes no tienen otro forraje que el despunte de la caña que no basta para mantenerlos en un estado que permite efectuar los cultivos que acabamos de indicar.—Seria muy útil emprender ensayos de cultivo de plantas forrajeras apropiadas á este clima, cuya cosecha se efectuaría en estos meses de trabajo. (*)

La distancia entre los surcos tiene su importancia sobre el desarrollo y la riqueza de la caña.—Se sabe que la luz es indispensable para la elaboracion de la sacarosa en la planta.—Las plantaciones demasiado tupidas originan cañas delgadas, ácidas, cargadas de glucosa y pobres en sacarosa.

Las distancias de 1m.80 á 2 metros adoptadas generalmente parecen buenas á la condicion de no tener en los surcos un número demasiado grande de cañas.

El espacio á dejar entre las zocas depende de la naturaleza del suelo y del clima.—En climas idénticos este espacio puede ser mayor en un suelo fértil que en uno pobre si se toma en cuenta que en el último caso las cañas tomarán dimensiones más reducidas que en el pri-

(*) Aconsejariamos por ejemplo el "Teosinte" (*REANA LUXURIANS*), gramínea originaria del Guatemala. Brota sobre zocas dando tallos blandos y hojas largas y blandas. Su composicion según Boname permite clasificarla en los mejores forrajes :

Agua.....	48.72
Celulosa.....	4.03
Cenizas.....	1.19
Materias azoadas.....	3.02
Materias no azoadas.....	10.19
Grasa.....	0.82

Requiere suelo bueno y hondo, pero resiste muy bien á la sequía, dando dos cosechas.

Citaremos tambien *PANICUM MOLLE* (Yerba de Para) que ha dado muy buenos resultados en las Antillas (Puerto Rico), Australia, Tonkin, Cochinchina. El *PANICUM ALTISSIMUM* (Yerba de Guinea), &., &.

mero y por lo tanto ocuparán menos superficie ; de manera que se puede decir que el número de zocas por hectárea crece con la pobreza del suelo.—Cualquiera que sea la riqueza del terreno, habrá siempre que aumentar el espacio libre entre las zocas en las regiones donde puede faltar el calor ; es el caso de las provincias del Norte, sobre todo de la de Tucuman.

Las grandes distancias, al permitir una mejor penetracion de los rayos solares, aumentarán la cantidad de calor recibida por las plantas, adelantarán la maduracion, favoreciendo el desarrollo de los tallos y tendremos entonces cañas vigorosas, gruesas y ricas en azúcar.

Tambien es sabido que las enfermedades criptogámicas se desarrollan con suma facilidad en una atmósfera caliente, húmeda, al abrigo del sol, condiciones que se encuentran reunidas en los cañaverales tupidos y que se evitarian en su mayor parte dejando entre cada zoca la distancia necesaria para la penetracion del sol y la circulacion del aire.

Sin embargo, hay límites que no se deben pasar.—Distancias exageradas harán bajar el rendimiento por hectárea, las cañas tardarán mucho en cerrarse y obligarán á aumentar los cultivos y por lo tanto los gastos de produccion.

En las provincias de Tucuman, Salta y Jujuy se planta la caña en línea casi continua (sobre todo cuando se emplea el despunte como estaca), no existe pues distancia entre las zocas en el mismo surco.—En varios países, en la Guadalupe, por ejemplo, se deja un espacio libre de 0m.90 á 1 metro entre cada zoca.—Boname recomienda la plantacion en cuadro y mejor en quince ya adoptadas en las Antillas y que facilitan mucho los cultivos en todos los sentidos.

Hé aquí varios resultados obtenidos con este sistema de plantacion:

DISTANCIA		RENDIMIENTOS POR HECT.		Núm. de caña porzoca	Núm. de zocas por hectár.
Entre los surcos	En el surco	Caña planta	Caña zoca		
2 m.	2	67.300	46.300	27	2500
1 m.	1	70.300	53.400	14	5000
1 m. 5	2	57.800	43.100	13	4400
1 m.	1	57.800	43.700	9	6600
1 m.	1.75	59.900	46.400	7	8800

Estas cifras demuestran claramente la influencia del espacio libre entre cada zoca en los surcos; el mayor rendimiento se obtiene con un intervalo de 2 metros entre los surcos y 1 metro en los surcos entre las zocas, lo que representa 5000 zocas por hectárea, mientras que con una distancia de 1m. y 0^m75, sea 8800 zocas, el rendimiento baja de 10.400 kilos en cañas plantas y 7000 en cañas zocas.

Por lo que es de la eleccion de las cañas para plantar, diremos que esta planta no escapa á las leyes que rigen los otros vegetales cultivados y en los cuales se busca con empeño la mejor semilla y las mejores yemas para reproduccion.—Estas yemas se hallan bien constituidas en la parte más madura de la planta y es esta parte que aconsejamos elegir en las mejores cañas, más robustas, más ricas en azúcar y más sanas.

Thompson y Edson (Luisiana), han demostrado por numerosos ensayos de cultivo que las calidades de las cañas se transmiten á los descendientes y que en condiciones idénticas una caña rica produce mejores zocas que una caña pobre.—Estos señores han obtenido un aumento de 0,30 de azúcar y de 2 más de pureza término medio, cultivando la misma variedad pero seleccionando con cuidado las mejores cañas para plantar.—Por lo tanto, exclu-

remos las cañas plantas que nunca maduran y quedan siempre débiles.

Ahora, ¿cuál es la parte de la caña que se debe plantar ?

En ningun caso se plantará el despunte ; sin embargo, en varios países, principalmente bajo el Ecuador, se utiliza esta parte de la caña para la reproduccion, pero hay que notar que en dichas regiones la caña queda hasta 20 meses sobre la zoca, por consiguiente las yemas de la parte superior del tallo pueden madurar y desarrollarse, pero no es el caso en las provincias del Norte.

Se puede considerar tres partes en el despunte: 1.º la inmediata al corte que contiene varios canutos con yemas más ó menos formados que son los que pueden brotar; 2.º el cono vegetativo, y 3.º el brote guia.

Citaremos la descripción anatómica hecha por el Dr. Cárlos Spegazzini (*Polvillo de la caña de azúcar*) de estas dos últimas partes :

« La parte terminal, brote apical guia, está formada
« por hojas nuevas pequeñas y tiernas con epidermis
« rudimentario cuyas células no presentan aun rastro ni de
« cutizacion, ni de silicificacion, su parenquima es compacto
« y homogéneo y tiene las células aun desprovistas de
« clorofila y están completamente rellenas de protoplasma
« espeso, con membranas muy delgadas y blandas ; los ha-
« ces apenas se diferencian y los vasos aun no están ligni-
« ficados.

« El cono vegetativo está formado por canutos al
« estado rudimentario, marcados por un rodete ó cintura
« más ó menos desarrollada que es el principio de sus ho-
« jas. Tanto estos canutos como la punta extrema están
« formados por células nuevas en crecimiento continuo,
« casi sin membranas, sin espacios celulares y cuyas células
« casi podrian considerarse como tantos granulos proto-
« plásmicos comprimidos los unos contra los otros. »

Es evidente que esta parte del tallo se halla en un estado de formacion poco adelantado y no puede ser utilizada para la reproduccion.

Por lo que es del brote guia, Boname dice:— Cuando se pone en tierra un tallo de caña con el brote guia, este último se desarrolla inmediatamente, despierta la actividad vegetal y el trozo no está tan expuesto á podrirse en terreno humedo.— Sin embargo, el brote guia nunca originará buena caña y su desarrollo rápido perjudica la salida de las yemas oxilares que son las únicas que producen cañas vígorosas, arraigadas en el suelo. — Si la conservación del brote guia puede ofrecer algunas ventajas en ciertos casos especiales, esta practica es generalmente mas perjudicial que útil.

En Cuba se planta el despunte cortado sobre cañas de 16 á 18 meses en los terrenos bajos y humedos, pero generalmente se le prefiere la caña planta mejor en ese país que la zoca. — Se planta tambien en ese país como en España, cañas enteras.— El Padre Labat verdadero iniciador del cultivo de la caña en las Antillas había reconocido desde 1696 que el despunte (*cabeza de caña*) nunca produce cañas tan buenas como los trozos cortados en el tallo. — Boname (1887) llega á las mismas conclusiones, reconociendo la necesidad de elegir las mejores cañas para plantar. — Alvaro Reinoso, químico agrónomo ilustrado, considerando que para asegurar el desarrollo de una yema basta que esté adherida á un pequeño trozo del tallo, emprendió una serie de ensayos para determinar la influencia del largo de los trozos plantados y llegó á las conclusiones siguientes:

1.^o En suelos secos ó simplemente frescos bien permeables, plantar trozos llevando 8 á 10 yemas cada uno.

2.^o En suelo bajo, húmedo, poco permeable, plantar cañas enteras no completamente maduras, partidas en trozos de menos de 1 metro.

3.^o Suelo húmedo, arcilloso, cañas enteras.

4.º En todo caso si es imposible conseguir cañas bien maduras, plantar la caña entera.

Raoul, dice que por razon de economia se planta frecuentemente la parte superior de la caña es decir el despunte.—Sin embargo, las yemas en esta parte no estan bien desarrolladas sino cuando la caña es completamente madura, en el caso contrario, las yemas mal formadas sin vitalidad no resisten á la sequia y originan cañas siempre debiles. — El autor no proscribe el uso del despunte para plantar, pero recomienda cortarlo en caña bien madura dejando 2 ó 3 canutos maduros para tener unas yemas bien constituidas.— Las partes herbáceas se secan y se pudren. — Se debe tambien suprimir el brote guia.

En la Guadalupa, se corta, para plantar, en las mejores cañas á exclusion de las flechadas, el despunte á una altura conveniente para dejar 3 ó 4 canutos maduros.

Notaremos que en las Antillas se corta la caña de 18 meses y que por lo tanto las yemas de arriba tienen tiempo para formarse y madurar.

Ernest Souques (Guadalupa) dice que se deberia plantar la parte mas rica de la caña, pero esta parte no se presentaria siempre en el mismo lugar, á veces es la parte de arriba, otra vez la de abajo y frecuentemente el medio del tallo.— Por esto éste agricultor aconseja plantar la caña entera despuntada y partida en tozos de 0m.80 á 0m.60 de largo.

El profesor Stubbs, Director de la Kenner Sugar Exposition, Luisiana Station, ha hecho numerosos ensayos sobre la mejor parte de la caña para plantar y aconseja la mitad superior pero, reconoce que en terrenos buenos se puede plantar tambien la caña entera.

No conocemos ensayos hechos en la Republica Argentina para aclarar este punto tan importante para el porvenir del cañaveral, pero creemos como el profesor Stubbs que la parte de la caña mas adecuada para la plantacion se halla en la mitad superior del tallo siempre

que la caña esté bien madura. — No queremos decir por esto que dicha parte es la mas rica del tallo, al contrario, la parte inferior contiene siempre un poco mas de azúcar (*ver composición de la caña*) pero como las hojas de abajo caen las primeras mucho tiempo antes de la maduración, las yemas sin proteccion se hallan á menudo deterioradas, á veces destruidas, mientras que en la mitad superior las hojas persisten hasta la cosecha cubriendo las yemas que quedan perfectamente intactas.—No vemos tampoco inconveniente en plantar la mitad inferior del tallo siempre que las yemas se encuentren en buen estado. — De todo modo habrá que suprimir el despunte.

Por lo que es del sistema de plantacion, él en quinconce descrito por Boname y aplicado en las Antillas, parece el mas ventajoso, sobre todo para la provincia de Tucuman.— Se abriría los surcos á 2m. y se dejaria 1m. entre las zocas.—Si se planta la mitad superior de la caña se la cortaría de 70 á 75 centímetros de largo lo que haría 5 á 6 yemas y se depositaría 2 de estos trozos paralelamente en el fondo del surco, el corte superior de uno al lado del inferior del otro, dejando libre entre los dos la anchura del surco.—Se dejaría un metro libre, y se depositaría para dos otros, etc., etc. — Si se planta la caña entera, una vez despuntada se la cortará por la mitad y se seguirá como ya lo hemos dicho poniendo la parte superior del tallo al lado de la base etc., etc. — Se plantaría el surco vecino del mismo modo pero depositando los trozos en frente de los espacios libres del otro para conseguir el quinconce. — Disposición que pone la mayor superficie libre entre cada zoca. — Segun Reynoso, en los terrenos secos ó simplemente frescos que son los que se encuentran en la mayoría de las regiones del Norte, la division de los tallos en trozos favorece el desarrollo de las yemas que brotan mas uniformemente. — En terrenos fertiles y en buenas condiciones, una sola yema bien constituida basta para producir una

linda copa de cañas. — Las dimensiones que hemos indicado de 70 á 75 centímetros para trozos podría tambien ser reducidas á 0,30 ó 0,35 centímetros; en este caso se plantaría como ya lo hemos dicho poniendo el medio de los trozos á 1m. uno del otro en el surco, lo que aumentaría el número de zocas por hectárea. — Tambien las distancias de 2m. y 1m. podrían ser modificadas. — Creemos, como lo dice Boname que solamente la experiencia y la práctica pueden determinar las distancias mas ventajosas que se debe adoptar. — En la Guadalupe se deja 1.30 á 1.50 entre los surcos y 0.90 á 1 m. en el surco lo que hace 7000 á 8000 zocas por hectárea.—Las dimensiones de 1.50 nos parecen demasiado pequeñas para las provincias del Norte si se tiene en cuenta la diferencia de clima entre ambos paises que permite dejar à las cañas para vegetar en la Guadalupe, el doble de tiempo que en Tucuman.

Se atrasará lo mas posible el momento de la cosecha. — Algunos ingenios empiezan á cortar la caña el 15 de Mayo; es demasiado temprano, porque no estando aún madura la caña, su jugo es ácido y cargado de glucosa y otras impurezas que se clarifican dificilmente; además, las zocas despojadas de los tallos antes que se acabe su periodo de vegetacion se debilitan y con el calor de la estacion, vuelven á brotar originando retoños destruidos luego por las heladas de Julio y Agosto.

El momento mas favorable para cortar la caña depende del calor de la estacion y varia segun los años.—Los indicios de la madurez son los siguientes:—Las hojas se ponen amarillas exceptuando las últimas de la estremidad que quedan siempre verdosas.—La planta empieza por despojarse de sus hojas pero queda siempre las de la mitad superior que se ponen en forma de abanico.—El tallo es menos flexible y su color mas brillante, la cascara endurecida resiste mas á la presión de la uña; pero el mejor indicio se halla en la composición del jugo que cambia

hasta la madurez (*ver composición de la caña*).—La sacarina va aumentando mientras disminuye progresivamente la proporción de reductores.—Se sabe que cuando el calor es suficiente, la caña puede vegetar hasta 20 meses para llegar á su maduración, pero no es el caso de las provincias del Norte, los frios paralizan la vegetación mucho antes es decir á fin de Junio, Julio ó Agosto. — Cuando estos meses son bastantes cálidos la caña sigue vegetando y entonces convendría atrazar la época de la zafra. — Por ejemplo, este año se hubiera debido empezarla en la provincia de Salta á fines de Julio habiendo la caña madurado solo cerca del 15 de Agosto.—Si al contrario el mes de Junio es frio, la vegetación se pára, los indicios de la madurez aparecen, la glucosa disminuye y se puede empezar á moler mas temprano. — Es lo que hace decir á los cañeros que el frio hace madurar la caña pero cuando esto sucede demasiado temprano la caña forzosamente es pobre.

Despues de la cosecha las zocas brotan produciendo retoños que se arraigan para dar cañas que se cortarán el año siguiente.—La zoca entonces vuelve á brotar pero se comprende que cada año su volumen aumenta sobre todo, si se toma en cuenta que las yemas de la extremidad cerca del corte son las que se desarrollan primeras.— Resulta que despues de un numero de cortes variable, los retoños se hallarán á fuera del suelo, no podrán emitir raíces propias y originaran cañas mas y mas delgadas y debiles; los rendimientos bajan y los cañeros dicen que la caña es vieja. — Pronto llega el momento en que una nueva plantación se impone.— Se puede atrazar este momento si se corta los tallos lo mas horizontalmente y lo más cerca posible del suelo.—En varios países, en España por ejemplo, se rebaja las zocas por medio de un podador potente de mangas encorvadas para que se pueda manejarlo sin agacharse.—Esta operación se verifica inmediatamente despues de la cosecha, se efectua un desaporque,

se escarva la tierra alrededor de la zoca y se rebaja los tallos dejados por el machete, lo mas cerca posible de la zoca.—Así se obliga á las yemas mas bajas á desarrollarse, se reduce el número de retoños y se mantiene el nivel de la zoca debajo del nivel del suelo.

Las hojas y otros detritos de las cañas, despunte, etc, etc., que quedan despues de la cosecha sobre los cañaverales pueden enterrarse en surcos abiertos con el arado entre las líneas, lo que tiene como ventaja restituir al suelo la mayor parte del azoe asimilado por estas partes de la planta; pero creemos mejor reunir las en el intervalo libre y quemarlas como se hace actualmente porque si se pierde en esta operacion el azoe, se destruye seguramente una cantidad considerable de insectos, huevos y gérmenes de enfermedades criptogámicas que resisten bajo tierra y á veces se desarrollan allí con mas facilidad.—Se puede restituir al suelo el azoe perdido pero no es siempre fácil combatir con exito una enfermedad criptogámica ó un insecto.

Las hojas de la caña tienen el inconveniente de ser duras, resistentes y bastante largas.—El entierro es trabajoso y difícil.—Se ha tratado de cortarlas sobre el suelo por medio de discos rodantes pero sin resultados satisfactorios. La descomposicion es lenta y la presencia de estas hojas en los cañaverales constituye un estorbo continuo para los trabajos de cultivo.—En el caso de no quemarlas conveniria amontonarlas cerca de los cañaverales y trasformarlas en compost que serviria como abono para el año siguiente.

Se habla mucho de degeneracion de la caña; es sabido en efecto, que desde algunos años, sobre todo en Tucuman, los cañaverales no dan en cantidad y en calidad los resultados que se solia obtener.—Creemos que esta disminucion tanto en el rinde como en el vigor de la caña puede explicarse por las deficiencias que hemos señalado respecto á la preparacion del suelo, seleccion de las plantas, planta-

cion, cultivos, etc., etc., y podríamos agregar por el agotamiento del suelo.—Este último punto, de una importancia capital, requiere prolijos estudios que tendrían como base el análisis de los suelos cultivados en cañaverales y de las aguas de riego; dichos análisis nos harían conocer los elementos que faltan ó que se hallarían en cantidad insuficiente.—La falta de estos datos nos obliga á no hablar de abonos; sin embargo, un hecho que parece general en la provincia de Tucuman es la falta de cal en casi todos los terrenos, principalmente en los húmíferos de la falda.—La acción de la cal como abono en la mayor parte de los casos es muy débil, pero facilita en alto grado la asimilación de ciertos principios orgánicos y minerales contenidos en el suelo al estado insoluble.

La cal cáustica tiene una acción muy enérgica, pronto esta cal se transforma en carbonato, en elementos muy ténues que aseguran sus efectos saludables durante muchos años.—Puesto que la cal favorece la absorción por las plantas de principios inertes contenidos en el suelo, su uso aumentaría los rendimientos, pero al mismo tiempo contribuiría al agotamiento; por esto es prudente no exagerar la cantidad empleada sin otro abono, sobre todo en los terrenos livianos.—La cal no puede ser repartida sino antes de plantar, de manera que su aplicación se hará cada 7 ú 8 años y en este caso, creemos que se podría despararrar sin inconveniente 30 hasta 45 hectólitros de cal en polvo por hectárea.—Se mezclará esta cal con tierra para evitar el polvo, se la repartirá lo mas uniformemente posible despues de la primer labor y se la mezclará haciendo pasar dos ó tres veces la rastra con la última labor.

Las variedades de caña morada y rayada pueden ser clasificadas en las mejores; hemos dicho ya á que se puede atribuir su estado actual.—Se ha pensado que en vista de esta especie de degeneración habría interés en cultivar otras variedades introducidas del extranjero, pero la elección de una variedad presenta serias dificultades.

Aquí van las conclusiones de los trabajos de Mr. Rost Van Tommingen en Java (1863) respecto á la eleccion de una variedad y que han sido ratificadas por Krajenbrick y otros autores:

1º Cada region posee para una ú otra variedad de caña una disposicion particularmente favorable cuyas causas no pueden todavia ser determinadas por la ciencia.

2º Se deduciría consecuencias falsas si se quisiera juzgar las calidades de una variedad propia á una cierta localidad, por los resultados que presenta la misma caña trasplantada en otro medio, con condiciones de cultivos inferiores.

3º La caña de azúcar, como otros vegetales se mejora con un cultivo continuo y conveniente.

4º Que no es siempre ventajoso y que es en todo caso muy imprudente reemplazar en gran escala una buena variedad particular á una cierta localidad por otra que en otras regiones dá los mejores resultados.

CAPÍTULO II.

Materias que constituyen el tallo de la caña de azúcar

Las materias que constituyen el tallo de la caña de azúcar á mas del agua y de la sacarosa son las siguientes:

- 1º Azúcar reductor
- 2º Acidos orgánicos
- 3º Albumina
- 4º Materias colorantes
- 5º Una especie de cera
- 6º Tejido leñoso
- 7º Materias minerales.

Estas materias se hallan en el jugo en proporciones variables despues de su extraccion sea en suspension ó en disolucion, constituyendo lo que se llama impurezas y ejercen una influencia capital sobre la cristalizacion de la sacarosa.—Todas las operaciones que se hará sufrir al jugo

en los ingenios á fuera de la evaporacion, tienen como objeto separar estas sustancias de la manera la mas completa posible.—Desgraciadamente hasta la fecha no tenemos procedimiento de depuracion que permita purificar completamente y económicamente los jugos; como consecuencia tenemos las melazas cuya proporcion aumenta con la cantidad de impurezas que quedan en el jugo.—En vista del papel importante que desempeñan estas varias sustancias en la elaboracion del azúcar recordaremos sus principales propiedades químicas ó mejor dicho las que interesan á la industria azucarera.

AZÚCAR REDUCTOR.—Se llama así los que reducen el licor cupropotásico de Fehling, Violette, etc.—Según Pellet, Prison, Gerlich y varios otros químicos, los reductores de la caña se hallan formados por una mezcla de dextroza y levulosa llamada azúcar invertido.—La dextroza ó glucosa (*Prinsen Gerlich*) se encuentra siempre y en proporcion variable en el jugo de la caña.—Es un cuerpo muy soluble en agua, no atacado por los ácidos minerales diluidos, pero si por los concentrados que lo descomponen con formacion de productos húmicos.—La dextroza se combina con los alcalis y las tierras alcalinas originando sales (*dextrosatos, glucatos*) análogos á los sucratos, muy inestables que se descomponen por la accion del calor y á veces por el reposo.—Se puede decir pues que los alcalis actuan sobre la dextroza, para transformarla en ácidos los cuales se combinan con las bases.

Las sales así formadas defieren bastante según el grado de concentracion, la temperatura y la naturaleza del alcali.

Por ejemplo, hasta 60° los productos ácidos formados son ácidos lácticos y sacáricos incoloros dando lugar á sales mas estables que los dextrosatos; una temperatura mas elevada trasforma la dextroza en ácidos glúcicos, melásicos y otros varios productos poco conocidos ó sales de color moreno, pardo, que se descomponen espontáneamen-

te en ácidos acético, fórmico y apoglúcido comunicando al líquido una reaccion ácida y una cierta viscosidad menor sin embargo, con la potasa y la soda, que con los alcalinos terrosos.

La levulosa se halla en pequeña cantidad en las cañas maduras pero existe siempre en proporcion variable en la caña no madura y en las cañas alteradas, como producto de inversion.—Muy soluble en el agua, esta sustancia origina los mismos cuerpos que la dextroza por la accion de los ácidos, del calor y de las bases, pero, la levulosa se descompone mas fácilmente que la dextroza. El levulosato de cal es insoluble en agua, los glucosatos son solubles.—El producto de la inversion de la sacarosa es una mezcla en partes iguales de glucosa y levulosa. (*)

ACIDOS ORGÁNICOS.—Se encuentran en pequeña cantidad en la caña de azúcar madura, mas ó menos 0,15 á 0,20, de que, una débil proporcion se halla al estado libre.—Los principales son: el ácido málico, succínico y tánico; se halla tambien el ácido acético pero solamente en las cañas enfermas ó en descomposicion.

Los ácidos málico y succínico son muy estables, originan sales de cal solubles que quedan siempre en disolucion en el jugo.

El ácido tánico, su cantidad despreciable en la caña no tiene importancia alguna.

El ácido acético dá una sal de cal muy soluble higroscópica que no se elimina durante la depuracion.

ALBUMINA.—Se halla en pequeña cantidad en la caña madura, pero en el despunte, la proporcion pasa 1 1/2 % y una parte queda en disolucion.—La composicion de este cuerpo es todavia desconocida.

(*) En la industria se llama "glucosa" á los reductores y hemos conservado esta palabra para designarlos en este trabajo.

MATERIAS COLORANTES Y CERA.—Son cuerpos de poca importancia.—Las materias colorantes se acumulan en las celulas de la capa superficial y la cera á la superficie del tallo mismo, esta cera no es soluble en agua.

TEJIDO LEÑOSO.—Las celulas y los vasos de la caña son formados por celulas incrustadas con 20 % de goma llamada «*Xilane*», con materias colorantes y minerales. Contiene en general hasta 1 y 1.10 de materias albumi-noideas y 3 % de sales minerales.—La cantidad total de tejido leñoso varia entre 10 y 12 % del peso de la caña lo que corresponde á 88 y 90 % del jugo.

En la caña no madura, estos cuerpos incrustantes mas blandos pasan en el jugo durante la extraccion por presion, comunicandole su viscosidad.

La materia gomosa *Xilane* se encuentra en mayor cantidad en la caña bien madura que en la caña joven. Es soluble en soda á 5 % pero no en amoniaco.—Insoluble en alcohol y en el agua fria, pero soluble en agua caliente y agua de cal; la barita en exceso y el acetato de plomo en exceso la precipitan, la cal en exceso parece tener el mismo efecto.—No es precipitada por el gas sulfuroso y el ácido fosfórico, ni tampoco por ningun ácido orgánico.

La celulosa representa' más ó menos 50 % del tejido leñoso, una parte queda soluble en agua hirviendo y esta parte es más considerable en la caña joven que en la madura.

Designacion de las cañas	O/O de materias leñosas	
	Celulosa	Xilana
Cañas maduras.....	62.55	35.5
Cañas de 6 meses....	68.85	35.70

(Prinsen Gerlich)

Estas materias tienen mucha importancia en la extraccion de la sacarosa.—Se disuelven en parte en los jugos é impiden ó atrazan mucho la cristalización de la sacarosa.

SALES MINERALES.—La caña bien madura contiene pocas materias minerales.—La cantidad varía entre 0.60 y 0.90 % segun la variedad y el suelo.

CAPÍTULO III.

Constitucion anatómica y composicion química del tallo de la caña de azúcar.

A la superficie se vé una cáscara dura, generalmente cubierta de cerosidad, constituida por haces fibrosas muy apretadas conteniendo la materia colorante que dá el color al tallo.

En un corte trasversal se nota :

1.^o Al centro un tejido medular blanquizco formando á veces un canal estrecho, sobre todo en las cañas viejas que han pasado la época de la maduracion.

2.^o Un parénquima generalmente abundante formado por grandes células poligonales de paredes delgadas.

3.^o Paquetes fibro-vasculares formados por células de paredes espesas diseminadas desigualmente en el parénquima, más abundante, en la periferia que en el centro del tallo y en proporcion variable segun las variedades de caña; por esto existe variedades de tallo blando y otras de tallo duro.

Las variedades blandas son más ricas en parénquima,

más jugosas y más fáciles de trabajar; se crían generalmente en climas húmedos y cálidos.

En un mismo tallo se encuentra más tejido fibro-vascular en los nudos, que en el medio del canuto.

Se puede considerar dos clases de jugo: 1º. el del parénquima que es el mas abundante, el mas rico en azúcar y el mas puro; 2º. el jugo contenido en las células fibro-vasculares que es mas pobre que el precedente. Resulta entonces una diferencia de composición en las varias partes del tallo de una misma caña; el centro será más rico que la periferia y el medio de los canutos más rico que los nudos. Por ejemplo, mientras que en un tallo se encontró en los nudos 14,52 de azúcar y 0,38 de glucosa $\%$ gramos, los canutos tenían 17,30 de sacarosa y 0,52 de glucosa. Otros químicos han dado cifras análogas. Entre ellos, Boname en la Guadalupe, con cañas mucho mas ricas halló las cifras siguientes: para los nudos, 16,63 de azúcar y 0,32 de glucosa, y para los canutos 19,72 de azúcar y 0,48 de glucosa.

Se puede decir entonces que la mejor caña en una misma variedad será la que tiene los canutos mas largos, por consiguiente la mas robusta y la mejor cultivada.

La influencia de los cultivos en el desarrollo de la planta es bien conocida. Los cañaverales mal cultivados suministran cañas delgadas, raquíticas, que maduran mal; el rinde por hectárea baja notablemente y el jugo extraído de semejantes tallos tiene una composición defectuosa. Este año, en la provincia de Salta, hemos podido en varias ocasiones comprobar este hecho. El jugo era extraído por dos trapiches y en promedio hemos obtenido en los primeros días de Agosto las cifras siguientes:

Designación de la caña	COMPOSICION DEL JUGO						
	Densidad	Grado Baumé	Grado Vivien	Sacarosa 0/0 c. c.	Glucosa 0/0 c. c.	Pureza	Coficiente glucosa
Rayada—Cultivo bueno....	1677	10.32	20.17	16.80	1.19	83.29	7.08
Rayada—Mal cultivada ...	1081	10.82	21.33	15.95	2.28	75.12	14.29

En las células mismas, sea del parénquima ó de las fibras vasculares, el jugo presenta una composicion muy variable segun la edad de las células; las jóvenes contienen más glucosa pero con la maduracion este cuerpo se trasforma en sacarosa y, como la caña madura de abajo hácia arriba, resulta que la parte superior del tallo es siempre mas pobre que el medio y la base. Citaremos análisis hechos por varios químicos que demuestran de una manera indiscutible estas variaciones de composicion en diferentes países.

Delteil, director de la Estacion Agronómica de la Reunion, separó la caña en cuatro trozos y encontró por cada uno las cifras que siguen :

Designacion de los trozos	COMPOSICION DEL JUGO							
	Largo de los trozos	Azúcar 0/0 c. c.	Glucosa 0/0 c. c.	Agua	Leñoso	Materias orgánicas	Sales	Grado Baumé del jugo
Parte superior...	0.10	3.80	1.33	82.05	9.96	0.38	0.48	9°70
» alta	0.55	13.37	0.81	76.89	9.51	0.35	0.47	9°03
» media	1.10	18.09	0.16	70.40	10.71	0.32	0.30	11°60
» baja	0.55	18.59	0.14	68.92	11.55	0.30	0.50	12°00

Saillard dá como término medio de muchos análisis estos resultados :

Designacion de los trozos	COMPOSICION DEL JUGO				
	Grado Brix	Azúcar % gr. jugo	Pureza	Glucosa % gr. jugo	Glucosa % gr. de azúcar
Parte inferior utilizable.....	16.55	14.46	87.35	1.23	8.53
3 nudos y canutos de cabeza (despunte)....	15.03	5.94	33.36	2.33	39.07

Pellet, en 1898, ha publicado estos resultados extremos de numerosos análisis de la parte superior blanca de la caña (despunte) :

Densidad del jugo.....	1025	hasta	1050
Azúcar % c. c.	2.5	»	8.0
Glucosa % c. c.	3.0	»	1.5
Glucosa % gr. de azúcar..	20.0	»	100.0
Pureza.....	35.0	»	60.0

Las cifras obtenidas en Tucumán se hallan comprendidas entre las citadas y demuestran que no se puede utilizar esta parte superior de la caña para la extracción del azúcar y que con razón se debe eliminarla con cuidado para evitar un aumento considerable de impurezas en los jugos.

La misma diferencia, todavía más marcada, se halla en la caña no madura.

Con cañas tucumanas de 6 meses en plena vegetación hemos obtenido :

Designación de la parte del tallo	COMPOSICION DEL JUGO					
	Grado Baumé	Den- sidad	Grado Vivien	Azúcar o/o c. c.	Glucosa o/o c. c.	Pureza
4 canutos parte superior	3.4	1024	6.30	2.05	4.20	32.54
parte inferior	7.0	1050	13.29	9.54	2.93	71.78

Mientras que la misma variedad al cabo de ocho meses y medio daba en Cruz Alta:

Designación de la parte del tallo	COMPOSICION DEL JUGO					
	Grado Baumé	Den- sidad	Grado Vivien	Azúcar o/o c. c.	Glucosa o/o c. c.	Pureza
Despunte	6°.3	1045	11.98	6.88	2.02	57.43
Parte inferior	9°.5	1670	18.54	15.76	0.82	85.06

En estas cifras podemos notar la diferencia enorme que existe entre la composición de una caña madura y no

madura.—Otra série de análisis de jugo procedente de cañas zocas moradas, cosechadas en varias épocas nos ha dado los promedios siguientes :

Designacion de la caña	COMPOSICION DEL JUGO					
	Grado Baumé	Densidad	Grado Vivien	Azúcar 0/0 c. c.	Glucosa 0/0 c. c.	Pureza
8 dias de fabricacion fin Mayo.	8º.7	1063	16.79	12.63	1.82	75.63
10 » » hasta 15 Julio	9º.8	1071	18.81	15.42	0.92	82.00

Se vé que el azúcar ha aumentado de 2,79 % c. c mientras que la glucosa % de azúcar ha bajado de la mitad con un aumento de pureza de 6,37.—Es probable que al 15 de Julio esta caña no estaba madura porque la proporcion de glucosa es todavia demasiado grande y la pureza débil.—De una manera general se puede decir que en las provincias del Norte la caña va siempre mejorándose en proporcion variable hasta el mes de Julio (pero siempre notable segun los años), y que el mejor período de fabricacion se encuentra entre el mes, de Julio hasta el 15 de Octubre con pocas variaciones segun la temperatura del invierno.

Las cifras que siguen representan el promedio de la composicion del jugo entrado en un ingenio á razón de 250 toneladas de caña, molidas por 24 horas.

Provincia de Salta 1900

FECHAS	COMPOSICION DEL JUGO						
	Densidad	Grado Baumé	Grado Vivien	Azúcar 0/0 c. c.	Glucosa 0/0 c. c.	Pureza	Glucosa 0/0 de azúcar
Junio 19 hasta 30	1071.6	9.65	19.02	14.48	1.696	75.92	11.71
Julio 1 » 15	1077.4	10.37	20.51	16.09	1.930	78.45	12.00
Julio 15 » 31	1081.1	10.83	21.50	16.65	2.140	77.41	12.85
Agosto 1 » 17	1080.8	10.79	21.31	17.08	1.750	80.91	10.24
Agosto 17 » 30	1082.7	11.02	21.91	18.39	1.493	83.95	8.12
Setbre. 1 » 15	1085.5	11.36	22.62	19.27	1.107	85.19	5.74

Este año el invierno fué bastante cálido, la caña ha seguido vegetando sin interrupcion y empezó á madurar á principios de Agosto, ganando sobre los primeros dias de la zafra 2,60 % c. c. de azúcar y 4,19 de pureza; sin embargo el coeficiente glucósico no empezó á bajar sinó despues del 17 de Agosto.—Si se hace ahora el promedio de la composicion de los jugos desde el 19 de Julio hasta el 15 de Setiembre y del 1º. de Agosto hasta la misma fecha, se encuentra las diferencias siguientes que demuestran la ventaja enorme que hay en esperar la época de maduracion para cortar las cañas.

FECHA	Composicion del Jugo						
	Densidad	Grados Baumé	Grados Vivien	Azucar ojo c. c.	Glucosa ojo c. c.	Pureza	Glucosa ojo de azucar
Del 19 de Junio hasta 15 Setiembre	1079.8	10º.67	21.14	16.97	1.686	80.16	10.11
Del 1 de Agosto hasta 15 Setiembre	1083.0	11º.06	21.94	18.24	1.450	83.05	8.03
Diferencias				1.27		2.89	2.08

Así es que si en lugar de empezar la zafra el 19 de Junio se hubiera esperado el 1º de Agosto se hubiese conseguido un aumento de 1.27 % c. c. de azúcar y si se toma una extraccion de 68 litros de jugo por 100 K^{os}. de caña la entrada en el ingenio, hubiera sido aumentada de 8 kilos 64 de azúcar por tonelada de caña molida lo que haría 2160 K^{os}. de azúcar para un ingenio que trabaja 250 toneladas por 24 horas. — Ahora para demostrar la ventaja que hay en trabajar cañas maduras ó no, diremos que en dicho ingenio que tiene un procedimiento de purificacion perfeccionado del cual nos ocuparemos especialmente mas adelante, el rendimiento en azúcar 1ª molida que era de 5 % de la caña en los primeros dias de cosecha, ha subido progresivamente alcanzando 8,75 du-

rante el mes de Setiembre y sin embargo si se compara las entradas en el mes de Junio con las del mes de Setiembre tomando 70 litros de extraccion por 100 K.^{os}. de caña en el primer caso y 68 en el segundo, puesto que como lo veremos esta extraccion disminuye con cañas ricas, maduras y por consiguiente mas duras, se encuentra para el primer caso 101 K.^{os} de azúcar por tonelada y en el otro 131 K.^{os} y si se extraen 50 K.^{os} en el primero, se debería extraer 65 K.^{os} en el otro en lugar de 87,5 K.^{os} lo que demuestra la influencia considerable de la pureza sobre los rendimientos.

Hemos demostrado la necesidad de atrazar lo mas posible el comienzo de la cosecha; debemos agregar que hay un limite que no se puede pasar para no exponerse á perder al fin una parte de las ventajas obtenidas al principio. — La caña empieza á brotar á fines de Octubre ó en los primeros dias de Noviembre segun los años y pierde á este momento bastante de su riqueza y pureza lo que trae la obligación de no prolongar mucho la zafra despues de Octubre y por consiguiente de efectuarla en 4 meses á lo mas, y mejor en tres.

En las provincias del Norte, la primera cosecha (caña planta) es generalmente de poco rinde. — Los tallos delgados y cortos suministran un jugo á veces tan impuro que es imposible tratarlo economicamente en los ingenios. — Por ejemplo, hemos obtenido en el 1892 en el mes de Agosto las cifras que siguen y que se refieren á una gran plantacion de la region de Cruz Alta.

Grados Baumé	7.8	8.3	8.3	6.3	7.2
Densidad.	1056.0	1060.0	1060.0	1045.0	1052.0
Grados Vivien.	14.86	15.91	15.91	11.98	13.81
Azucar ojo c. c.	10.84	11.70	11.83	7.83	9.10
Glucosa ojo c. c.	1.375	1.500	1.600	2.20	2.60
Pureza.	73.0	73.54	74.35	65.36	65.89
Glucosa ojo de azúcar	12.70	12.82	13.52	23.10	21.97

Mientras que la caña zoca en la misma epoca, viniendo de los cañaverales del ingenio daban:

	Máxima	Minima	Promedio 12 días
Grados Baumé	10.6	8.7	9.6
Densidad	1078.0	1063.0	1070.0
Grados Vivien	20.67	16.70	18.54
Azúcar ojo c. c.	17.553	13.636	15.475
Glucosa ojo c. c.	0.73	0.796	0.728
Pureza	85.00	81.65	83.47
Glucosa ojo de azúcar	4.18	5.84	4.71

Estas cifras han sido obtenidas con jugo extraído por 2 molinos y el promedio se refiere á 12 días de fabricación.—Estas diferencias enormes entre la composición de la caña planta y zoca no tienen sin embargo nada exagerado. — Citaremos al respecto las cifras obtenidas por el Señor Federico Schikendantz. (Estudio sobre la caña de azúcar 1886) publicados en los Anales de la Soc. Científica (tomo 21) y que no difieren mucho de los precedentes:

COMPOSICION ojo DE JUGO	CRUZ ALTA		Las Piedritas
	Planta	Zoca	Planta
Grados Brix	15.01	17.03	14.08
Grados Baumé	8.03	9.08	8.04
Azúcar	11.75	15.05	10.34
Glucosa	0.75	rastros	1.01
Pureza	77.03	89.05	69.08

Resultados que demuestran que en la mayor parte de los casos, la caña planta no puede ser utilizada sino como forraje.

La caña cortada se altera rápidamente. En la Guada-

lupe, Bonáme ha encontrado las cifras que siguen con cañas cortadas y expuestas 48 horas al sol.

	Recien cortadas	Despues de 48 horas
Grado Baumé	9° 5	11° 10
Azúcar ojo c. c.	16.50	16.50
Glucosa	0.94	4.05
Azúcar total	17.44	20.55
Glucosa ojo de azúcar	5.78	12.45

En este ensayo, la caña ha perdido agua puesto que la densidad ha aumentado de 1° 6, pero se ve que la proporcion de glucosa ha subido por 100 de azúcar de 5.78 hasta 12.45, y si se tiene en cuenta la evaporacion de agua se obtendrá una pérdida de azúcar de 16.50 á 13.26 sea 3.24 % c. c. de jugo.

Maxwell en Hawai, 1897, cita resultados análogos que reproducimos:

DESIGNACION DE LA CAÑA	Azúcar ojo c. c.	Pureza	Glucosa ojo c. c.	Pérdidas, en azúcar
Caña fresca	17.21	88.2	2.90	—
Despues de dos dias	16.16	80.	12.40	6. 1
id de cuatro dias	14.42	72.5	24.70	16. 2

Es evidente que la temperatura tiene una influencia considerable sobre la rapidez de la alteracion.—En Tucuman, la alteracion es mas lenta, pero muy amenudo hemos constatado un aumento notable de la glucosa y de la acidez del jugo al cabo de 48 horas.

El aumento de acidez proviene de la formacion de

ácido acético.—Las cañas atacadas por gusanos presentan alteraciones idénticas como se puede establecerlo con las cifras siguientes que hemos obtenido con cañas de la falda:

	Densidad	Baumé	Bríx	Azúcar ojo c. c.	Glucosa ojo c. c.	Pureza	Glucosa ojo azúc.
Núm. 1	1067	9° 2	17.75	13.49	2.65	76.	19.6
id 2	1066	9°	17.49	12.89	3.02	73.7	23.4

Según Prinsen-Gerlich, las variaciones de composicion de la caña normal preparada por el trapiche se hallan comprendidas entre las cifras siguientes:

Azúcar.....	12 hasta 18 %
Glucosa	04 1.5
Fibras.....	10 12
Cenizas.....	05 09
Varias.....	05 1.0
Agua.....	70 77

Es imposible dar un término medio de la composicion de las cañas en las provincias del Norte, pero el exámen de numerosos análisis hechos en varios ingenios permite fijar los límites siguientes:

En Tucuman, la densidad de los jugos varia entre 8 Baumé (D-1058) y 10°5 (D-1078), raras veces alcanza 11° (D-1081) lo que corresponde á una riqueza de 12.30, 17.60 y 18.60 ojo c. c. de azúcar, con una pureza que oscila entre 80 y 87.—Contando 90 de jugo, la caña tendria 10.50 14.60 y excepcionalmente 15.50 de azúcar ojo gramos de caña.

Salta y Jujuy producen cañas más ricas.—El jugo varía entre 9º Baumé (D-1065), 11º5 (D-1085), 12º (D-1090) y alcanza á veces 13º (D-1097).—Sea una riqueza de 17.20, 22.50, 23.80 o/o c. c. de jugo, sea una riqueza en la caña de 12, 15 hasta 18 o/o de azúcar.

No cabe duda de que la provincia de Tucuman no es tan adecuada como las de Salta y Jujuy para el cultivo de la caña.—No solamente se nota una diferencia apreciable en el desarrollo de esta planta á favor de estas últimas, pero mientras que en Tucuman el promedio de la riqueza en azúcar se halla entre 13 y 13.50 de azúcar, en Salta y Jujuy se encuentra 14.50 y 15 o/o es decir 1.50 mas que en Tucuman.

Este año en Salta hemos tenido la ocasion de analizar á fines de Julio el jugo proviniendo de cañas verdes, rosadas, que casi siempre se rehusan en los ingenios de Tucuman á causa de su pobreza en azúcar y hemos encontrado un promedio de:

Densidad	1082.0
Grados Baumé.....	10.94
Grados Vivien.....	21.49
Azúcar o/o c. c.....	17.96
Glucosa.....	1.53
Pureza.....	83.57
Glucosa o/o de azúcar.....	8.57

La proporcion de glucosa y la pureza indican que la caña no estaba todavia madura, sin embargo este jugo corresponde á cañas de 14, 94 o/o de azúcar.—El tallo estaba bien desarrollado, con canutos largos, jugosos y blandos, fáciles para moler.—Esta variedad dá resultados muy satisfactorios en el ingenio Esperanza (Jujuy) pero requiere humedad y calor que no encuentran en cantidad suficiente en la provincia de Tucuman.

En la caña de Salta y Jujuy generalmente hemos notado á la misma época mas glucosa que en la tucumana.— Creemos que esto proviene de la diferencia de clima; el otoño y el principio del invierno es siempre mas cálido que en Tucuman, la vegetacion se detiene mas tarde y hemos visto que mientras la caña vegeta, la proporcion de glucosa se mantiene siempre alta.

CAPÍTULO IV.

Orígen del azúcar en la caña

Para comprender las variaciones en la proporcion de la sacarosa y reductores que hemos señalado hablando de la composicion de la caña de azúcar, citaremos un resúmen de los últimos trabajos hechos sobre el orígen del azúcar, en la caña, su trasporte y su acumulacion en el tallo.

Se sabe que la absorcion de los alimentos de la planta se efectua principalmente en las hojas.—Estas hojas tienen la propiedad de absorber el ácido carbónico y el agua en el aire para formar con sus elementos hidratos de carbón con eliminacion de oxígeno.—La elaboracion de estos cuerpos no puede verificarse sino en las hojas á clorófila y bajo la influencia de la luz solar.—Una vez formados, los hidratos de carbón se hallan trasportados por los haces vasculares de las hojas hácia el tallo y hácia los otros órganos de la planta.—En las hojas tambien se forman materias orgánicas azoadas á expensas de hidratos de carbón y de los nitratos ú otras materias minerales absorbidas por las raíces.—Dichas materias minerales se hallan traspor-

tadas como ya lo hemos dicho tratando de los hidratos de carbón bajo formas hasta hoy poco conocidas (*asparagina*, *ácido cyanhidrico*) y pueden volver á combinarse con hidratos de carbon y otras materias originando materias albuminoideas.

El señor M. Went (*Chemiker Zeitung* 1896) en un trabajo notable sobre la caña de azúcar llega á las conclusiones siguientes:

Los azúcares que se encuentran en la caña son la sacarosa, la glucosa y la levulosa.

HOJAS.—El producto principal de la asimilacion en las hojas de la caña, es la sacarosa.—Es probable que la glucosa y la levulosa no se forman directamente y resultan de la inversion de la sacarosa.—En las hojas, la proporcion relativa de cada azúcar sería: Sacarosa 4, Glucosa 2, y Levulosa 1.—El azúcar elaborado se deposita bajo la forma de almidon alrededor de los haces vasculares, de donde se halla trasportado en el tallo al estado de azúcar, invertido en parte inmediatamente y lo demás durante la noche.

TALLO.—Para determinar lo que se pasa en varias épocas de la vegetacion se puede dividirla en periodos mas ó menos separados en los cuales se nota:

1º En los tallos muy juvenes no se encuentra sinó almidon y albumina que desaparecen paulatinamente para formar celulosa.

2º Mas tarde, las hojas se desarrollan, la asimilacion aumenta poco á poco y el azúcar empieza á acumularse.—La sacarosa aparece inmediatamente al principio de la vegetacion, pero no se encuentra sino en pequeña cantidad porque se destruye en mayor parte á medida de su formacion para originar celulosa.—Lo que queda intacto se halla trasportado hacia la punta vivaz del tallo.—El azúcar invertido queda en su mayor parte intacto, la otra se

trasforma en celulosa, en almidón ó se une con los amidos etc, para formar albumina.

3º En un periodo mas adelantado de la vegetacion el azúcar invertido acumulado bajo este estado se trasforma en sacarosa y mientras tanto, de las hojas hácia el tallo, se trasporta sacarosa que se almacena así como otra proporcion de azúcar invertido que se trasforma tambien en sacarosa dejando un exceso de glucosa.

4º Llegada la maduracion, las hojas mueren, la elaboracion y acumulacion del azúcar cesan poco á poco, el azúcar invertido sigue trasformándose en sacarosa y finalmente no se encuentra mas con la sacarosa que un pequeño exceso de glucosa.—La levulosa habría desaparecido casi completamente.

5º Pasando la madurez, la sacarosa se trasforma en parte, en glucosa.

En vegetacion normal, la sacarosa una vez acumulada queda en este estado.—Esta acumulacion empieza por la parte baja del tallo es decir la mas vieja.—Asi es que cuando en otra parte se encuentra, ojo: sacarosa, 16.50; glucosa, 0.60; levulosa, 0.20; en la parte superior mas joven se hallará 1.90, 1.30 y 0.70 ojo.

Las raíces tienen azúcar al principio de la vegetacion; poco á poco cuando se desarróllan la cantidad de azúcar disminuye formando celulosa y almidón.

CAPÍTULO V

Elaboracion del azúcar de caña

EXTRACCION DEL JUGO: — Hay dos procedimientos de extraccion del jugo de la caña de azúcar: 1º por presion. 2º por difusion. El primero, el mas antiguo, es todavia casi únicamente empleado. La difusion ha sido instalada en varios ingenios de Tucuman desde 1890. «Lastenia», Sr. Tharanne; «Concepcion», Guzman y Cia.; «Santa Ana», Hileret y Cia., y «San Andrés»; de estas cuatro instalaciones, sólo una funciona todavia hoy dia, conjuntamente con la presion, es la de la «Concepcion».

La extraccion por presion se verifica por medio de molinos potentes, especie de laminadores, llamados trapiches. En la mayor parte de los ingenios la caña pasa sucesivamente en dos molinos, es lo que se llama presion doble; en la «Concepcion» la presion es triple.

En este trabajo no entraremos en los detalles de construccion y descripciones de los aparatos usados en los ingenios azucareros; sólo hablaremos de los puntos esenciales de donde dependen su buen funcionamiento.

EXTRACCION POR PRESION. — Los trapiches mas usados se componen de tres cilindros horizontales de fundicion, de diámetros iguales; dos colocados al mismo nivel giran en el mismo sentido y el tercero puesto sobre los dos otros giran en el sentido contrario. Se puede decir, para fijar las ideas, que los ejes de los cilindros pasan por los vértices de un triángulo isócelo cuyos dos lados iguales son los del ángulo superior. Entre los dos ci-

lindros inferiores se halla un espacio libre para facilitar la caída del jugo. Con el objeto de alejar lo mas posible los dos puntos de tangencia con el cilindro superior, se dá al ángulo superior mas ó menos 80°. La caña entra en su sentido longitudinal por un lado y sale

por el otro habiendo sufrido ya dos presiones. — El jugo corre sobre los cilindros y cae en mayor parte entre los dos inferiores, mientras que la caña aplastada llamada «*bagaço*» sale arrastrada por el movimiento de los cilindros. — Para facilitar el paso de las cañas de un cilindro al otro, é impedir que caigan entre los dos cilindros de abajo, se ha dispuesto á una pequeña distancia del cilindro superior y casi concéntricamente una chapa de acero llamada «*punte*» en las provincias del Norte y en ciertos países «*bagasiera*».

El buen funcionamiento de los trapiches, depende 1º de la alimentación, 2º de la distancia entre los cilindros á los dos puntos de tangencia; 3º del arreglo del puente.

La alimentación se hace por medio de un conductor que recibe su movimiento del molino mismo, pues la velocidad de traslación de este conductor queda ligada á la del molino y no puede modificarse; generalmente esta velocidad es en la relacion de 1 á 1.25 en la velocidad circunferencial de los cilindros. — La alimentacion entonces depende de la cantidad de caña puesta sobre el conductor y esta cantidad se relacionará con las distancias en los puntos de tangencia de los cilindros. — Si el conductor es demasiado cargado se deberá pararlo frecuentemente para permitir pasar entre los cilindros á las cañas que se acumulan á la entrada del trapiche; si al contrario la carga es insuficiente los espacios entre los cilindros no se llenarán completamente y como los ejes son fijos, la presión disminuirá mucho. — Se debe disponer las cañas sobre el conductor en el sentido longitudinal y en capas de espesor uniforme.

Las distancias entre los cilindros se fijan según las circunstancias, (presion simple, doble ó triple); es lo que se llama «el arreglo de los cilindros», pero de todo modo se las combina para aumentar progresivamente las presiones á medida que la caña va agotandose, teniendo en

cuenta la disminucion del volumen ocupado por el bagazo. — Por ejemplo y para fijar las ideas en el caso de presion doble que es la mas generalmente usada se dará para la entrada de la caña, 1º trapiche 18 hasta 20 mjm y 5 á 7 mjm para la salida; en el segundo que recibe el bagazo del primero, 8 á 5 de entrada y 1 á 2 mjm de salida. — Estas dimensiones disminuyen todavia en el caso de presion triple.—Como se comprenderá, estas cifras no tienen nada de absoluto, dependen, 1º de la naturaleza de la caña, 2º de la cantidad de cañas que se debe tratar por 24 horas, 3º del grado de agotamiento que se quiere conseguir y podriamos agregar de las dimensiones reciprocas de los trapiches que no son siempre iguales.

Con cañas duras la extraccion es mas dificil que con las blandas y las distancias deberían disminuir, pero hay límites que no se puede pasar.

La cantidad de caña molida en un tiempo dado puede variar mucho. — El Sr. Riffard ingeniero, dice que con un trapiche es decir una sola presion, con cilindros de 0.80 de diametro y 1m.50 de largo accionado por un motor de 40 caballos y una velocidad de 3m.50 por minuto á la superficie de los cilindros, teniendo una entrada de 21 mjm y una salida de 7 mjm se puede moler 300 toneladas en 20 horas, pero esta cantidad cae á 180 y 200 con una entrada de 9 mjm y una salida de 3 mjm.

El cilindro superior (*macho*) debe quedar siempre apretado en los cojinetes, es el punto fijo; las distancias de los cilindros inferiores se toman haciendo variar en el sentido horizontal la posición de sus ejes.

Es evidente que la extraccion depende en mayor parte de las distancias dejadas entre los cilindros; en cada caso particular corresponde un arreglo que la observación y la practica enseñan.

Una vez determinadas las posiciones de los ejes de los cilindros, se arreglará el puente.—Aquí tampoco no

podemos dar cifras exactas.—La distancia entre el puente y el cilindro superior varia segun el espacio dejado para la entrada de la caña ó del bagazo en el trapiche, por lo tanto aquella distancia puede ser mayor en el primer trapiche que recibe la caña que en el segundo que recibe el bagazo, sin embargo esta diferencia en todo caso será debil porqué el bagazo del 2^o molino que ya ha sufrido 3 presiones está mucho mas blando y menos rigido que en el primero, tiene una tendencia á dejarse comprimir y no obedece con tanta facilidad, al movimiento de los cilindros. — Como lo hemos dicho ya, el objeto del puente es de sostener la caña que ha pasado entre el primer cilindro apoyandola contra el cilindro superior para mantener el espesor de la capa en los limites convenientes para que pase facilmente entre el cilindro de salida. — Los esfuerzos sobre el puente deberían ser relativamente débiles, sin embargo se nota con mucha frecuencia la rotura de esta pieza, lo cual proviene de su mal arreglo ó de una desproporción entre la entrada ó la salida del molino. — La velocidad de la caña sobre el puente debe ser igual á la velocidad circunferencial de los cilindros; todas las causas que tiendan á disminuir esta velocidad traerá como consecuencia la acumulación del bagazo entre el puente y el cilindro superior y por consiguiente un aumento de resistencia que llegará sea á parar el motor ó á romper el eje del cilindro superior ó el puente. — (En este caso, el puente actua como un freno cuya potencia aumentará á medida que el bagazo se acumula). — El movimiento del bagazo sobre el puente se produce por el empuje de la caña que entra de una manera continua arrastrada por los cilindros y por una cierta adherencia del bagazo sobre la superficie del cilindro superior: — (Con el objeto de aumentar esta adherencia se raya longitudinalmente la superficie de dicho cilindro). — Una distancia demasiado grande entre el puente disminuye la adherencia; el ba-

gazo se acumula y se presenta á la salida con un espesor que no le permite pasar en totalidad entre los cilín-

dros. — Con un espacio demasiado pequeño, el rozamiento sobre el puente aumenta, la velocidad disminuye y se obtiene acumulacion como en el caso precedente. — Una

buena disposicion consiste en colocar el puente de tal manera que la distancia entre el cilindro superior aumenta de 3 á 4 m/m del lado de la salida para compensar en cierto límite la resistencia debida á la inmovilidad del puente y facilitar el movimiento del bagazo hácia la salida. — Hemos visto trapiches funcionar con esta disposición en San Pablo y en varios otros ingenios que la adoptaron despues de haber constatado su buen exito.

Respecto á los dos cilindros de abajo, el borde de la chapa del puente se coloca á 4 ó 5 m/m del cilindro de entrada para permitir la caida del jugo extraido sin dejar pasar el bagazo en el espacio libre. — Entre el cilindro de salida y el otro borde de la chapa se puede aumentar mucho sin inconveniente el espacio libre, 25 á 30 m/m, porque el bagazo arrastrado por el movimiento de los cilindros no puede pasar mas en el espacio libre y el jugo cae facilmente á medida de su extracción, evitando la reabsorcion por el bagazo. — En el trapiche de 2ª presion (*repasador*) estas distancias deben ser mas reducidas sobre todo si el 1º trapíche suministra bagazo bien dividido.

En ciertos molinos usados para la segunda presión cuyos cilindros inferiores están rayados profundamente en el sentido trasversal, el bagazo fino se pega al fondo de las rayas y escapa á la accion del raspador (*bagasiera*) encargado de limpiar la superficie del cilindro de salida. — Entonces, si la distancia entre el borde del puente y dicho cilindro no es suficiente, el bagazo fino se acumulará en este punto, tapando la salida del jugo que rebo-sará entre los cilindros y se hallará reabsorbido por el bagazo. — Es una pérdida notable en la extraccion; el bagazo sale bien molido, pero bastante húmedo. — No comprendemos la utilidad de estas rayas hondas; su efecto es pulverizar el bagazo sin aumentar sensiblemente la extraccion y sin facilitar la marcha del trapiche, tiene para nosotros el inconveniente grave de llenar los

jugos de tejido leñoso pulverizado que no se puede separar completamente por filtración y que aumenta luego en notable proporción su viscosidad.

Para disminuir los inconvenientes de los cargamentos desiguales y evitar la rotura del eje del cilindro superior sea por el amontonamiento del bagazo sobre el puente ó por la introducción de un cuerpo duro (barras de fierro etc.) entre los cilindros, se mantiene el eje superior por medio de prensas hidráulicas dispuestas en el sombrero de los cojinetes; estas prensas en comunicación con un acumulador convenientemente cargado, permiten un cierto movimiento en el sentido vertical, lo que aumenta las distancias entre los puntos de tangencia cuando el esfuerzo pasa la presión de los embolos de las prensas.

Esta disposición regulariza mucho los esfuerzos, pero tiene el inconveniente de abrir al mismo momento la entrada y la salida del molino y á veces el bagazo pasa mal molido. Para remediar á este defecto se dispone las prensas sobre el cilindro de salida, el superior quedando fijo, pero en este caso la entrada queda invariable. Una disposición mejor consiste en ligar los dos ejes de los cilindros de abajo, con tornillos, pasando en los sombreros de los cojinetes. Se conserva el cilindro superior fijo y se coloca las prensas sobre el cilindro de salida; en este caso, todos los esfuerzos sobre los cilindros de abajo, se transmiten á las prensas, lo que permite para cada cilindro un cierto movimiento independiente en el sentido horizontal. Supongamos ahora un cargamento excesivo, la entrada se abrirá cuando el esfuerzo pasará la resistencia de las prensas, pero la salida quedará íntacta hasta que el exceso de bagazo llegue á este punto; en aquel momento, la salida se abrirá conservando sobre el bagazo una presión siempre igual á las de las prensas. En este tipo de trapiche (Rousselot) el puente es móvil y ligado al cilindro de entrada siguiendo sus

movimientos para conservar siempre la misma distancia entre el borde de la chapa y la superficie de dicho cilindro. Hemos visto que esta condición es indispensable para el buen funcionamiento del trapiche.

Existe todavía otros tipos de trapiches dispuestos para realizar 2 ó 3 presiones y suprimir los conductores intermediarios. Citaremos los de «Santa Ana», 5 cilindros dispuestos sobre el mismo armazon, dos arriba y tres abajo. Creemos que este sistema existe también en el ingenio «Paraiso». En el ingenio «Mercedes» se encuentran trapiches de 8 cilindros.

Para facilitar el trabajo de los trapiches se ha dispuesto aparatos que dividen la caña antes de llegar al primer trapiche (*desfibrador*) «San Pablo» y «Esperanza» (Tucuman).— Estos aparatos que deben desarrollar esfuerzos considerables piden cuidados constantes y muchos gastos para mantenerlos en buen estado.— El de «San Pablo» (tipo Faure) ha sido suprimido.

En otro tipo de trapiche de 3 cilindros se reemplaza los desfibradores por dos cilindros, dispuestos uno encima del otro sobre el mismo armazon entre la caída de la caña y la entrada del trapiche («Florida» etc.). Estos cilindros aplastan la caña y la preparan para la molienda que de esta suerte se efectúa mas eficazmente.

La velocidad de los trapiches tiene su importancia: las presiones lentas favorecen la extracción.

En los trapiches franceses muy usados en el Norte de Francia (Fives-Lille, Cail y C^{ia}) los constructores fijan á los cilindros una velocidad circunferencial de 3.m 50.— Con un trapiche de 0.80 de diametro y 1.m 60 de largo accionado por un motor de 55 caballos y 35 vueltas por minuto se puede moler por hora 12 á 12 y 1/2 toneladas sea 265 á 275 toneladas en 22 horas. — Con una presión doble es decir 2 trapiches y un arreglo conveniente de los cilindros el peso molido por hora puede alcanzar 13.5 hasta 14 toneladas, sea 286 á 308

toneladas en 22 horas. Pero, sin modificar las distancias entre los cilindros y solamente haciendo variar la velocidad, el peso de caña molida puede aumentar en proporción notable, llegar por ejemplo en el caso presente á 360 toneladas sea 60 toneladas más en 22 horas; resultado obtenido á expensas de la extracción como lo demuestran las experiencias del Sr. Patureau, ingeniero, en la isla de Mauricio, publicados en 1897. Cada ensayo duró una semana y la extracción era calculada por el volumen de jugo extraído, medido exactamente por medio de depósitos adecuados. La riqueza media era de 13.20% gr. de caña, sea una densidad media del jugo de 1070. La extracción se hacía con 2 trapiches potentes, movidos cada uno por un motor de 80 caballos; he aquí los resultados:

Hectólitos de jugo extraídos por hora	Extracción % Ks. de caña		Toneladas cañas molidas	
	en peso kilos	en litros á 1070	por hora	por día 22 horas
125	69.1	64.6	20.90	460
138	68.7	64.2	21.50	473
149	68.0	63.5	23.50	517
151	67.1	62.7	24.10	530
153	66.5	62.2	24.60	541

Desgraciadamente, el autor no dá las dimensiones del trapiche ni tampoco las variaciones de la velocidad, sin embargo se vé que con distancias constantes entre los cilindros el aumento de velocidad ha bastado para hacer subir el peso de la caña molida de 460 toneladas á 541, sea 81 más en 22 horas; pero en un caso se ha obtenido 646 litros de jugo y en el otro solamente 622 por tonelada, sea una pérdida de 24 litros de jugo á 15,76% de azúcar ó 3^{ks.}782, lo que hace 2046 K^{os} de azúcar perdido por día, es decir para 541 toneladas de cañas molidas.

Ahora si se calcula lo que se pierde á cada aumento de velocidad tendremos :

Cañas molidas en 22 horas		P É R D I D A S		
Total	Au- men- to	por toneladas		Ks. de azúcar por día
		en litros	Ks. de azúcar	
460	..			
473	13	4.00	0.630	298
517	57	11.00	1.733	896
530	70	19.00	3.000	1590
541	81	24.00	3.782	2046

El exámen de estas cifras demuestra que cuando el peso de la caña molida no se aleja mucho del peso que corresponde á la potencia del trapiche, las pérdidas son relativamente poco considerables. Así es que para pasar de 460 toneladas, marcha normal del trapiche, á 517, sea un aumento de 57 toneladas, las pérdidas por tonelada son de 11 litros, sea 896 ks. de azúcar por día ; pero de 517 á 541, ó sea un aumento de 24 toneladas, las pérdidas suben á 13 litros por tonelada y á la cifra enorme de 1150 ks. de azúcar diario.

No conocemos ningún ensayo hecho en Tucuman para determinar la influencia de la velocidad sobre la extraccion del jugo.

Hemos notado que en la mayor parte de los ingenios los trapiches andan sobrecargados. La costumbre es de juzgar siempre á favor de la mayor cantidad de cañas molidas en un tiempo dado. De lo que acabamos de ver, se deduce que se puede conseguir un cierto aumento sobre la marcha normal de un trapiche sin exponerse á pérdidas notables, pero que afuera de este límite, que es indispensable determinar en cada caso, los rendimientos disminuyen rápidamente por un aumento relativamente muy pequeño del peso de caña molida.

De este estudio sobre el funcionamiento de los molinos de caña se deduce que el control frecuente de la extracción se impone si se quiere evitar pérdidas enormes en el bagazo. Bastaría para esto establecer de cuando en cuando el volumen y la densidad media del jugo extraído de un peso conocido de cañas molidas. Una simple proporción establecería el volumen y el peso extraídos por 100 ks. de cañas. Esta operación, aunque sencilla, presenta en la práctica bastante dificultades á causa del trabajo continuo de los ingenios que no permite establecer de una manera segura el peso de cañas entrado en el ingenio á un momento dado y la cantidad de jugo extraído que le corresponde. En Tucuman, generalmente se espera una liquidación. Se cuenta entonces el número de defecadores llenados, y conociendo la capacidad de cada uno, se calcula el volumen de jugo extraído, que se divide por el peso de la caña entrada en el establecimiento, durante el período correspondiente. Los resultados así obtenidos podrían dar buenas indicaciones, pero para esto sería necesario tener la seguridad de que las cifras que sirven para establecerlos representan la realidad, lo que es muy dudoso en la mayor parte de los casos.

A causa de su poca homogeneidad, el análisis del bagazo tampoco presenta mucha garantía; lo mismo es del método que consiste en determinar la humedad del bagazo y en calcular su riqueza, conociendo la composición del jugo extraído, porque para tener un promedio hay que actuar sobre una muestra voluminosa, difícil de secar bien y por que la composición del jugo que queda en el bagazo no es igual á la del jugo extraído.

El mejor método es el primero, á condición de prolongar las operaciones durante 12 horas (medio día) para tener una cifra media.—Se disminuirían las pérdidas de tiempo efectuando este control, por ejemplo un día por semana y cada vez que se ha modificado el arreglo de los cilindros lo que parece muy suficiente.

En ciertos ingenios se usa para la segunda presión un molino más débil que para la primera.—La constitución anatómica de la caña nos indica que el jugo de las células de paredes delgadas del parénquima se extrae con mucho mayor facilidad que el contenido en las células de paredes espesas de los paquetes fibro-vasculares y como es este jugo que se extrae por segunda presión, es necesario disponer de una potencia por lo menos igual sino superior á la del primer trapiche. Así que si existe una diferencia entre los dos molinos se la hará siempre á favor del segundo.

La extracción al principio de la cosecha es siempre mejor que en el medio porque la caña todavía no madura tiene el tallo blando y muy jugoso; á medida que la maduración se completa, el tallo se pone más leñoso, duro, resiste más á la presión, el jugo denso se adhiere más á las paredes de las células, corre despacio y la extracción disminuye.—Convendría entonces con cañas maduras dar el máximo de presión á los trapiches y el mínimo de velocidad. Sin embargo, apesar de los perfeccionamientos traídos en la construcción é instalación de los molinos de caña y con el mejor funcionamiento deseable no se llega á extraer término medio más del 65 % ks. del jugo contenido en las cañas con una sola presión, el 71 raras veces, y 75 con una presión doble.—Una tercera presión no aumenta de una manera sensible y económica los rendimientos; la acción de las altas presiones tiene seguramente un límite fuera del cual todos los esfuerzos quedan sin efecto.—El ingeniero Patureau cita un ingenio (Isla de Mauricio) con doble presión cuya extracción alcanzaba 68 % del azúcar contenido en la caña con trapiches relativamente débiles.—Se instaló un tercer molino más poderoso que los primeros y sin embargo el aumento de rendimiento llegó á 0.27 y no pasó 0.30 de azúcar del peso de la caña,—Así es que con dos molinos la extracción alcanzaba 68 % del azúcar contenido en la caña y con el tercero no pasó 70, pero

es más que seguro que esta diferencia hubiera sido más débil todavía si las potencias de los dos primeros trapiches hubieran sido en relación con la del tercero. Estos resultados pueden explicarse fácilmente si se considera lo que pasa durante la marcha de un trapiche. El bagazo llega al cilindro de entrada, sufre una presión, pasa entre el cilindro superior y el puente donde encuentra un espacio mayor que el punto de tangencia de la entrada y como el jugo extraído sigue el mismo camino, el bagazo reabsorbe una cierta proporción de éste y llega á la salida donde recibe todavía el jugo extraído en este punto. Este jugo para caer libremente tiene que atravesar el bagazo ya apretado de donde resulta que hácia el punto de tangencia del cilindro de salida hay siempre una gran cantidad de jugo acumulado que corre difícilmente á causa de la resistencia del bagazo y de su movimiento de traslación. Entonces una parte de este jugo rebosará hacia afuera por los intervalos libres que existen siempre en el bagazo al punto de tangencia ó por su porosidad; otra parte será arrastrada por su adherencia sobre la superficie de los cilindros y todo este jugo se hallará reabsorbido como por una esponja por el bagazo que sale del trapiche. Por más apretado que esté el cilindro de salida, las pérdidas por reabsorción no dejarán de existir puesto que estas dependen de la velocidad ó la superficie de los cilindros que no puede ser nula: entonces llega un grado de agotamiento en que la reabsorción compensa la extracción que no puede aumentar mas cualquiera que sea el número de trapiches.

Si la caña contiene 88 hasta 90 % de jugo se pierde con una sola presión 25 % de jugo y con presión doble 15 á 20 %. Con el objeto de disminuir estas pérdidas considerables se hace macerar el bagazo al salir del primer trapiche en agua fría ó caliente. No existe en Tucuman instalación de maceración propiamente dicho; se la reemplaza por chorros de agua fría ó caliente ó por chorros de

vapor á baja presión dispuestos sobre el conductor intermediario ó sobre el cilindro de salida. El bagazo se hincha absorbiendo el agua como una esponja; esta agua diluye el jugo y facilita su extracción.

La cantidad de agua á emplear para el remojo depende de los aparatos de evaporación y varía generalmente entre 8 y 15 % del peso de la caña.—Se usará mas agua para la caña rica que para la pobre; la mejor manera para determinar practicamente esta proporción consistiría en tratar de conservar al jugo la densidad que corresponde al limite de potencia de los aparatos de evaporación, para conseguir el jarabe á un grado determinado de concentración.—En este caso si la caña es rica la cantidad de agua necesaria para llegar á la densidad determinada aumenta; el contrario sucede para la pobre, y el bagazo saldrá con un grado de agotamiento casi uniforme.

Ahora si el límite de potencia de los aparatos de evaporación corresponde á una densidad de 1065 para tener jarabe á 25^o Baumé, podremos agregar 12 l. 30 de agua % litros de jugo extraido y como no se saca sino 70 ks. de jugo por 100 de caña, es decir, 65 l. 20 á 1073, la proporción de agua que deberíamos agregar por 100 de caña sería de 8 litros.—Supongamos que el primer trapiche extrae 60 ks. de jugo % de caña, sea 9.85 de azúcar, se obtendría con el segundo sin remojo 1.64 ó sea un total de 11.49 de azúcar.—Al salir del primer trapiche el bagazo tendria 30 de jugo sea 4.92 de azúcar, agregando 8 litros de agua se elevaría la proporción de jugo á 38 quedando el azúcar á 4.92 sea una riqueza % de jugo de $\frac{4.92 \times 100}{38} = 12.95$ %. De este jugo, el segundo trapiche sacaría 38—20 = 18 ks. sea $\frac{12.95 \times 18}{100} = 2.33$ de azúcar sea un aumento de 2.33—1.64 = 0.69 y una extracción total de 12.18 de azúcar que reduciría la pérdida en el bagazo á 2.59 en lugar de 3.28. Si se hace este cálculo con una extraccion de 65 en vez de 60 en el primer trapiche, la extraccion total en azúcar alcanzaria á 12.28 lo que demuestra que en el caso del remojo

hay interés en sacar la mayor cantidad posible de jugo en la primera presion. Con jugo en la caña á 1065 se pierde sin remojo 2.67; á 1073 y un remojo con 8 % del peso de la caña se pierde de 2.08 á 2.18, es decir una cantidad casi igual en los dos casos. En estas condiciones, el remojo seria muy ventajoso, pero en realidad las cosas no pasan como lo hemos supuesto en el cálculo en el cual hemos admitido el equilibrio entre la riqueza del jugo y el agua agregada lo que nunca se consigue aun con agua caliente. El azúcar encerrado en las celulas no reventadas por la presion no difusa y la accion del agua sobre el bagazo se concreta en diluir el jugo de las celulas abiertas disminuyendo su viscosidad lo que facilita su extraccion. Es una especie de lavaje, ventajoso con cañas ricas y que tiene tanto mas eficacia cuanto mayor esté el estado de division del bagazo. Por esto su efecto será mucho mayor en el caso de dos presiones con desfibrador ó de tres presiones poniendo el agua entre el segundo y el tercer trapiche.

Los siguientes resultados obtenidos en la Isla de Mauricio (1896-1897) y publicados por el Sr. Patureau hacen ver la eficacia de los varios métodos de extraccion que acabamos de estudiar.

DESIGNACION DE LOS METODOS DE EXTRACCION	Riqueza de la caña	Azúcar extraido	
		°/o de cañas	°/o de azúcar
Promedio de 9 ingenios, doble presion	13.35	8.83	66.15
Doble presión y lavaje.....	12.94	8.69	67.16
Tres presiones.....	14.29	9.77	68.37
Tres presiones y un lavaje.....	12.61	9.72	77.10
Tres presiones y dos lavajes.....	13.25	10.55	79.10

Estos ingenios disponian de instalaciones especiales para el remojo y empleaban segun la riqueza de la caña de 9 á 12 de agua por cien de caña.

El autor no recomienda el último metodo, 3 presiones con 2 lavajes porque el bagazo pierde mucho de su valor como combustible. Al salir de las 3 presiones con lavaje, el bagazo contenia 56 á 54 % de humedad.

Con el remojo el bagazo sale mas humedo y arde mas dificilmente cuando se lo quema sin secarlo. En Mauricio se seca el bagazo en secadores especiales que emplean una parte del calor perdido en las chimeneas.

El agua agregada, disuelve muchas impurezas sobre todo cuando se usa agua caliente; pero bien conducido, el remojo permite regularizar en cierto limite las perdidas en el bagazo, su uso no es recomendable con cañas pobres é impuras cómo al principio de la zafra, sobre todo si no se dispone de otro medio de purificación que la defecacion cómo lo veremos mas adelante.

COMPOSICION DE LOS JUGOS DE LA CAÑA EXTRAIDOS POR PRESION.—Al salir de los molinos de caña, el jugo cargado con materias en suspension cae sobre una especie de tamiz formado por una chapa de cobre finamente agujereada que retiene los residuos leñosos finos.—Esta filtración disminuye la proporcion de tejido celular arrastrado por el jugo y por lo tanto las materias gomosas que luego se forman bajo la accion del calor.

El líquido filtrado contiene aire en emulsion, espuma con facilidad, su aspecto es viscoso, turbio, de color variable, generalmente gris, rosado ó verde, segun la especie de caña molida. Contiene en suspension tierra proveniente de la superficie de los tallos, parte del tejido leñoso, materias coloidales y gomosas; en disolucion tiene sacarosa, azúcares reductores, acidos orgánicos libres, sales orgánicas y minerales, pectina, materias gomosas, albumina. Su reaccion es acida y en frio no filtra sobre el papel.

La composicion del jugo de la caña varia forzosamente como la de la caña misma, segun la variedad, el

grado de maduracion, etc., como lo hemos dicho tratando de la composicion de la caña.

De la constitucion anatómica del tallo se puede deducir que con la misma caña se obtendrá un jugo de composicion diferente segun la presion ejercida durante la molienda.

		Densidad	Gdos. Baumé	Gdos. Vivien	Azúcar % C. C.	Glucosa % C. C.	Glucosa % de azúcar	Pureza
I.	1 ^{er} Molino.....	1071,0	9.80	18.81	15.95	0.800	5.000	84.0
	2 ^o "	1065,0	9.00	17.23	14.19	0.600	4.230	82.35
	Jugo mixto	1070,0	9.70	18.54	15.62	0.774	4.950	84.23
II.	1 ^{er} Molino.....	1077,0	10.50	20.41	17.59	0.572	3.250	86.17
	2 ^o "	1070,0	9.70	18.54	15.63	0.500	3.180	84.22
	Jugo mixto	1076,0	10.40	20.14	17.28	0.569	3.290	85.76

La primera serie se refiere á caña de 13 á 13,15 % de azúcar cosechada en los primeros dias de Julio, la segunda á caña de 14 á 15 % de azúcar cortada en el mes de Agosto; pero cualquiera que sea la riqueza de la caña, la diferencia de pureza entre el jugo extraido del primer trapiche y el del segundo es siempre notable y demuestra la necesidad de tomar en los ensayos muestras de la mezcla de los dos. Seguramente dicha diferencia varia con el arreglo de los cilindros y con el grado de agotamiento del bagazo. Con una tercera presion el jugo del tercer trapiche seria mas impuro todavia que el que sale del segundo. En los ensayos precedentes la extraccion variaba entre 70 y 71 de jugo % de caña.

El remojo del bagazo aumenta notablemente las impurezas. Con 10 de agua % de caña, empleada al remojo del bagazo hemos obtenido:

METODO DE EXTRACCION	PUREZA		Diferencia
	1 ^{er} Molino	2 ^o Molino	
Sin remojo.....	84.50	83.28	1.22
Con remojo. (°/o 10) ...	84.35	81.19	3.16

Con maceracion la diferencia aumenta todavia, Maxwell (Hawai 1897-98) publica los resultados siguientes, con 2 molinos y 7 de agua °/o de caña, empleada en maceracion:

METODO DE EXTRACCION	PUREZA		Diferencia
	1 ^{er} Molino	2 ^o Molino	
Sin maceracion	89.61	86.01	3.60
Maceracion á 7 °/o.....	89.47	84.02	5.45

Estas cifras se refieren á 100 dias de observaciones.

Por lo que es de la maceracion con 3 presiones, el autor cita los resultados siguientes:

	Agua °/o de caña	PUREZAS			Diferencia
		1 ^{er} Molino	2 ^o Molino	3 ^{er} Molino	
7 meses.....	9.80	93.35	90.00	88.63	4.72
1 dia.....	12.15	86.60	83.00	81.00	5.60
3 dias.....	21.00	79.70	—	73.30	6.40

Este aumento de impureza se debe en mayor parte á la disolucion de materias gomosas y celulares de la caña

bajo la accion del agua y de la presion. La proporcion de materia gomosa será tanto mayor cuanto mas elevada sea la temperatura del agua empleada para la maceracion. La caña no madura, suministrará sobre todo celulosa soluble; en todo caso se obtendrá jugo mas viscoso que sin maceracion. La defecacion simple no alcanza á separar estos cuerpos los mas dañosos para la cristalizacion. Se tratará entonces de disolverlos lo menos posible. En Tucuman al principio de la cosecha cuando se muele cañas poco maduras se suprimirá seguramente con ventaja el remojo del bagazo para reservarlo para las cañas bien maduras y ricas y siempre con agua fria ó tibia.

No hablaremos de las sales minerales y orgánicas que se hallan en pequeña proporcion en los jugos de caña y que tienen muy poca influencia sobre la cristalización.

EXTRACCION POR DIFUSION DIRECTA. — Las perdidas considerables de azúcar en el bagazo obtenido por presion, aun con maceracion, han conðucido á varios fabricantes en adoptar el procedimiento de extraccion por difusion hoy dia exclusivamente usado en el tratamiento de la remolacha.

En este procedimiento se divide la caña en laminillas delgadas cortadas trasversalmente por medio de máquinas llamadas (*picadoras ó corta-cañas*). Los aparatos de difusion (*difusores*) son identicos á los empleados para la remolacha solo se ha aumentado el numero; una batería para la remolacha tiene generalmente 12 difusores, para la caña 16.

Se sabe que este procedimiento es basado sobre la propiedad que tienen los cuerpos cristaloides de atravesar ciertas membranas siempre que haya del otro lado un liquido que contenga una proporcion menor de estos cuerpos. Este fenómeno continua hasta que el equilibrio se produzca entre los dos liquidos se le llama (*Osmosis*) y la membrana que les separa: *dialisador*. Los

cuerpos coloidales: goma, pectina, albumina no difusan ó de una manera muy lenta.

Las membranas vivientes animales ó vegetales no pueden ser consideradas como dialisador, las de origen vegetal adquieren esta propiedad por la accion moderada del calor; una temperatura demasiado alta, que podría modificar la constitucion y la composicion del tejido celular aniquilaría su poder dialisador.

Todas las materias cristaloides no tienen el mismo poder osmótico, es decir que en condiciones identicas las cantidades de cada materia que atraviesan la membrana en un tiempo dado no son iguales. Entre las mas privilegiadas se encuentra la sacarosa.

Vamos á ver como, aplicando esta propiedad se llega á extraer el azúcar contenido en los tejidos de una planta.

Supongamos un recipiente en el cual se ha puesto 1 K.^o de caña de azúcar dividida en laminillas delgadas que contengan 900 gr de jugo y 160 gr de azúcar, si se echa encima 900 gr de agua á una temperatura conveniente y si se deja macerar tendremos al cabo de cierto tiempo una cantidad igual de azúcar en el agua agregada y en el jugo contenido en las celulas de la caña. Por exosmosis el azúcar ha atravesado las membranas celulares del tejido leñoso de la caña y por endosmosis una cantidad igual de agua ha ido á reemplazarlo en dichas celulas. — Si se saca esta agua que contiene 80 gr de azúcar y si se la reemplaza por otra siguiendo como hemos dicho obtendremos un volumen de liquido igual al precedente pero conteniendo 40 gr de azúcar. Siguiendo así hasta la decima operacion por ejemplo, la caña no contendrá mas que 0,155 de azúcar y habremos extraido $160 - 0,155 = 159,84$ que se hallarán disueltos en $900 \times 10 = 9$ K^{os} de agua sea un liquido á 1,776 % de azúcar. La caña está casi agotada pero el azúcar se halla en un estado de dilucion tal que su extraccion seria poco eco-

nomica á causa de la enorme cantidad de agua que se tendria que evaporar.

Supongamos ahora 10 recipientes conteniendo la misma cantidad de caña pero á varios grados de agotamiento y dispuestos por orden según las riquezas; el N^o I contendría cañas á 0,155, el II á 0,31, etc., etc., y el X^o á 160. Si al N^o I se echa como en el caso precedente 900 gr de agua, sacaremos $\frac{0,155}{2}=0,0725$ de azúcar, este liquido irá en el N^o II y entonces obtendremos $\frac{0,31+0,0725}{2}=0,1586$, de azúcar, etc., etc. Siguiendo así hasta el N^o X que contiene 160 gr de azúcar se habrá extraído 110 gr de azúcar que serán disueltos en 900 gr de agua sea un liquido á 12 ojo en lugar de 1,776. Ahora es facil imaginar la experiencia precedente en una serie de recipientes convenientemente colocados y comunicando entre sí, el N^o I con el II, etc., etc., y el X con el N^o I; un robinete colocado entre cada uno permitirá interrumpir la comunicacion en un momento dado. Supongamos todo abierto exceptuando entre el X y el I y los recipientes llenos con cañas y jugos correspondientes á su riqueza. Si se echa 900 gr de agua en el N^o I se establecerá una corriente hácia el N^o X de donde sacaremos 900 gr de jugo al 12 % y el liquido del N^o I pasará en el II, el del II en el III, etc., etc. Entonces cerramos el robinete entre I y II vaciamos el recipiente N^o I que tiene la caña agotada y lo llenaremos con cañas frescas: habiendo abierto el robinete entre I y X echaremos 900 gr de agua en el N^o II; el liquido de cada recipiente pasará á su vecino como ya lo hemos dicho y el N^o I con caña rica se llenará con el liquido del N^o X, etc., etc. Sacaremos como antes una otra cantidad de liquido rico, etc., etc. Esta marcha es la de una batería de difusores; el liquido se enriquece poco á poco pasando de un difusor á otro sobre cañas más y más ricas; se mantiene así una diferencia de riqueza ó de densidad, lo que es lo mismo

en el caso que nos ocupa y se llega á agotar la planta casi completamente con una cantidad relativamente pequeña de agua.

En la practica no se obtiene los resultados que acabamos de establecer porque la intensidad de los movimientos osmóticos disminuye á medida que la densidad del liquido en la planta tiende á equilibrarse con el del agua agregada y resulta que la extraccion de las últimas partes de azúcar se hace muy lentamente. Para disminuir este inconveniente se calienta el liquido á medida que aumenta su riqueza de manera á hacerlo llegar sobre cañas de temperatura mas baja. Se obtiene así una mayor diferencia entre las densidades de los líquidos en presencia, se acelera por lo tanto los movimientos osmóticos y la extraccion es mas rapida y completa. A este efecto se dispone entre cada difusor un aparato llamado calentador, para elevar la temperatura del liquido que pasa de un difusor á otro.

Una de las condiciones necesarias para conseguir una extraccion rapida del azúcar contenido en una planta con un agotamiento suficiente y una proporcion minima de agua es dividirla en laminillas lo mas delgadas posible, cortadas por cuchillos bien afilados para que las paredes de las celulas no se hallen machucadas. Con la remolacha esta division se verifica sin dificultad pero es diferente cuando se trata de la caña de azúcar. La cascara y el tejido leñoso mucho mas duro no se dejan cortar con tanta precision y facilidad; las laminillas se obtienen mas espesas, el agotamiento es mas lento. Para evitar perdida de tiempo y conseguir una buena extraccion, se aumenta el numero de difusores en las baterias destinadas á tratar caña; en el caso que hemos citado mas arriba hay 16 difusores en lugar de 12 y el tiempo de contacto está aumentado de 1½.

La experiencia ha demostrado que para llegar á un

agotamiento maximo de la caña es necesaria una temperatura mas elevada que para la remolacha. Mientras que para esta ultima planta no se pasa 75°, se eleva la temperatura para la caña á 90 y 95°.

Se llama «*cabeza*» de la batería el difusor que recibe las laminillas mas ricas (*cosetes*) y «*cola*» el que tiene las laminillas agotadas (*pulpa*). El «*jugo*» es el liquido que sirve para la extraccion y circula en la batería.

Se calienta el jugo como para la remolacha en los calentadores de cabeza á una temperatura la mas cerca posible de la ebullicion; dicho jugo llega en el difusor de cabeza que contiene las cosetes y se enfria á su contacto hasta llegar al equilibrio de temperatura; como se le lleva de abajo arriba (*mèche*) para facilitar el desprendimiento de los gases y no apretar las cosetes, el jugo llegará á la parte superior casi frio y la temperatura de la masa irá aumentando hácia abajo. Luego, el sentido de la circulación cambia en dicho difusor, va de arriba abajo y entonces la parte superior empieza á calentarse en la segunda operacion recibiendo el jugo mas caliente de su vecino.

Así va siguiendo el jugo siempre la misma direccion, de manera que el difusor que consideramos no tendrá una temperatura uniforme sino cuando habrá llegado á ser el 3°. ó el 4°. en la bateria. A este momento se verificará la mayor extraccion por difusion; el aumento de riqueza en el 1°. y en el 2°. difusor debiéndose únicamente al lavaje de las células cortadas. Se mantiene una temperatura de 90° en los difusores del medio de la bateria y se la deja bajar gradualmente hácia la cola que recibe agua fria.—Las cosetes de este último difusor salen frias y contienen 90 á 92 % de agua, su riqueza máxima no deberia pasar de 0,50 % siempre que la caña esté bien cortada en laminillas de espesor uniforme y transversalmente, pero es muy difícil conseguir dicha uniformidad y el agotamiento es variable. En las laminillas cortadas cerca de la cáscara y en sen-

tido longitudinal, hemos encontrado 5, hasta 8 % de azúcar.

La buena marcha de la batería depende, pues, del corta-caña. Este aparato debe ser el objeto de cuidados constantes. La cáscara de la caña es dura y se corta difícilmente, sobre todo en el sentido trasversal. En los corta-caña se echan de punta los tallos en tolras dispuestas de manera á presentarlos á los cuchillos bajo un cierto ángulo que favorece el corte; pero sucede que cuando el largo del trozo que queda en la tolra no es suficiente para mantenerlo en esta posicion, dicho trozo cae y se presenta entonces á los cuchillos en el sentido longitudinal. Así se obtiene las laminillas que difusan muy difícilmente; es un inconveniente que se puede disminuir sin embargo, manteniendo siempre las tolras bien llenas con cañas para que se sostengan mutuamente. Se debe mudar frecuentemente los cuchillos, operacion que se hace con suma facilidad; pero creemos que para asegurar la marcha constante del ingenio, es prudente disponer dos corta-cañas pudiendo cada uno y separadamente alimentar la batería de difusores. Se evitará así las paradas debidas á composturas inevitables en tales aparatos.

No entraremos aquí en los detalles de las maniobras de una batería de difusion, las cuales, sin presentar dificultades, requieren sin embargo gente inteligente y cuidadosa; un olvido, una maniobra mal hecha, trae inmediatamente perturbaciones en la circulacion siempre en perjuicio del agotamiento.—Este procedimiento de extraccion requiere cuidados constantes del técnico encargado de la direccion del ingenio, el cual debe averiguar lo más frecuentemente posible el grado de agotamiento de las laminillas para fijar estrictamente las cantidades de jugo que se debe extraer.—Una batería un poco descuidada trae pérdidas más importantes que los trapiches, los cuales una vez bien arreglados suministrarán con poca variacion los mismos resultados sin pedir vigilancia tan asídua.

La cantidad de jugo extraído de la batería depende de la riqueza de la caña; se saca más jugo con la caña rica que con la pobre. Una buena marcha consiste en mantener la misma densidad al jugo extraído, pero la mejor guía es seguramente el análisis de los residuos. Generalmente se trata de no pasar 125 litros % kilos de caña; como ésta contiene 88 hasta 90 de jugo, la dilucion pasa un tercio, sea poco más ó menos 38 á 40 %.

Las laminillas agotadas van á un trapiche de tres cilindros de donde salen conteniendo todavia 56 hasta 60 % de agua.—La presion la trasformará en una especie de pasta que no se seca sino artificialmente.—Es un combustible pobre que quema dificilmente.

Supongamos ahora dos trapiches con una extraccion de 70 % del peso de la caña, una riqueza de 13.50 de sacarina % gr. de caña con 90 % de jugo.

A la salida del segundo trapiche tendremos entonces los resultados siguientes por 100 kilos de cañas, 30 de bagazo conteniendo 20 de jugo, sea $\frac{13.50 \times 20}{90} = 3$ kilos de azúcar que quedan en el bagazo.

Ahora con un agotamiento de 0,5 % en el bagazo, la difusion dará al salir del difusor 100 kilos de bagazo á 90 de jugo conteniendo 0,5.

Procedimiento de extraccion	Azúcar 010 gr. de azúcar 13.50 Jugo 90 010			
	Extraccion	Pérdidas	Extraccion % de azúcar	Pérdidas % de azúcar
Con dos trapiches. . .	10.50	3.	77.7	22.3
Difusion	13.00	0.5	96.3	2.7

El procedimiento de extracción por difusión bien conducido es actualmente el más perfecto, puesto que aumenta en proporciones considerables la cantidad de azúcar que entra en el ingenio; pero introduce al mismo tiempo ciertas impurezas disueltas que disminuyen mucho la cantidad de azúcar cristalizado y la mayor parte del suplemento de azúcar extraído queda en las melazas.—Si el procedimiento de extracción por difusión anda bien del punto de vista mecánico apesar de que hacemos siempre ciertas restricciones por el corta-cañas, no se puede decir lo mismo del tratamiento subsiguiente de los jugos. En contra de lo que se creía y á pesar de su buen aspecto, estos jugos deben sufrir una buena purificación, sin la cual los rendimientos en azúcar cristalizado dejan mucho que desear como lo veremos despues de haber estudiado su composición química.

COMPOSICION QUÍMICA DE LOS JUGOS OBTENIDOS POR LA DIFUSION DE LA CAÑA DE AZÚCAR. — El jugo obtenido por este procedimiento difiere bastante del que sale de los trapiches. Es un líquido límpido, de reacción ácida que no tiene ningún cuerpo en suspensión ni aire en emulsión; contiene, fuera de la sacarosa, la totalidad de los reductores que se hallaba en la caña, una pequeña cantidad de albumina y pectina proviniendo de las células cortadas, materias gomosas y una pequeña proporción de materias colorantes.—Su aspecto no es tan viscoso como el de los jugos de los trapiches, sin embargo, se nota generalmente una pureza inferior á la de estos últimos.

Las cifras siguientes representan resultados que hemos obtenido en 1891, en Tucuman, con cañas de 12,15 hasta 12,50 de azúcar por 100 gr., en las cuales se vé que la pureza ha bajado sensiblemente, que la glucosa no ha aumentado, pero que la totalidad ha pasado en los jugos, puesto que en el jugo primitivo teníamos 4,7 % de azúcar y que en el promedio encontramos 4,88.

	Jugo de las cañas	JUGOS DE DIFUSION		
		Máxima	Minima	Promedio
Densidad	1071.2	1051.1	1046.9	1049.3
Baumé	9.8	7.2	6.6	6.8
Brix	18.86	13.57	12.47	13.11
Azúcar olo c. c...	15.93	11.42	10.17	10.86
Glucosa ojo c. c...	0.75	0.55	0.51	0.53
Pureza	84.5	84.15	81.55	83.7
Glucosa ojo azúcar	4.70	4.04	5.01	4.88

Insistimos sobre el hecho de que á pesar de su buen aspecto, su poca coloracion, su limpidez, el jugo de caña extraido por difusion tiene generalmente una pureza inferior á la del jugo extraido por trapiches. Los resultados precedentes se refieren á muchos análisis. En el ingenio en que se hicieron los experimentos, se empleaban los dos procedimientos de extraccion, presion doble con dos trapiches y una bateria de 16 difusores; luego era fácil comparar las purezas y siempre hemos encontrado una diferencia en favor de los trapiches.

Muchos otros químicos en varios países llegan á la misma conclusion. En Hawai, Balwin y Williams (1890 á 1891) encontraron.

	Jugo normal	Difusion	Jugo normal	Difusion
Brix	19.12	14.55	20.33	16.45
Azúcar ojo c.c.	17.01	12.76	17.92	14.39
Pureza	88.94	87.70	88.16	87.50
Diferencia	1.91		0.65	

Estos resultados se refieren á dos ingenios diferentes. En la isla de Mauricio 1892, el Sr. Marquant obtuvo las cifras que siguen, en un periodo de 11 dias, tratando 352 toneladas por día.

	Jugo de Caña	Difusion
Grados Brix	17.14	10.74
» Baumé	9.70	6.10
Azúcar ojo c. c.	13.47	8.20
Glucosa	2.14	1.29
Pureza	78.50	76.40
Glucosa ojo azúcar	15.88	15.73

Estas cañas no parecen maduras, pero siempre se nota la diferencia de pureza y una proporción casi igual de glucosa en los dos casos.

El Sr. Maxwell en Hawaï llega á las mismas conclusiones y dá un promedio en las diferencias de pureza de 1.98 en favor de los trapiches con remojo.

Los jugos extraídos por difusión como lo hemos dicho ya, no parecen tan viscosos como los de trapiches á causa de su dilución, sin embargo contienen una proporción mayor de impurezas orgánicas disueltas, sobre todo gomas que resultan de la acción prolongada del agua caliente sobre el tejido leñoso de la caña.

DIFUSION ALCALINA Ó DEFECACION EN LOS DIFUSORES. Se decía que una de las ventajas de la difusión era de suprimir la defecación necesaria para el jugo extraído con trapiches. El aspecto de los jugos de difusión había hecho creer que se podría concentrarlos sin purificación alguna pero como salían ácidos se ha pensado que se podría neutralizarlos en los difusores mismos durante la extracción. Es lo que se llama la «defecación en los difusores» á pesar de que la defecación en semejantes condiciones es completamente imposible como lo veremos.

La operación se efectúa de la manera siguiente: al llenar el difusor de cabeza de cosetes, se le agrega una cierta cantidad de cal al estado de lechada, repartiéndola lo

más posible y calculada para conseguir la neutralidad del jugo.

En primer lugar es imposible llegar á una reparticion uniforme de la cal en el jugo del difusor de cabeza, aun suponiendo la lechada agregada por pequeña cantidad con todos los cuidados posibles mientras llegan las cosetes, porque al llenar este difusor de jugo por abajo (*meche*) como lo hemos dicho, las primeras capas disolverán y arrastrarán la cal que encuentran y llegarán arriba con un gran exceso mientras que abajo el jugo será ácido. En la maniobra siguiente se hará una extraccion en la bateria y es el jugo alcalino de arriba que se sacará primero, luego saldrán jugos más ó menos neutros y ácidos, etc., etc.— Estos líquidos se mezclan en el depósito donde llegan pero nada asegura su neutralidad. Por otra parte la temperatura en el difusor de cabeza que llega á penas á 40-45° es insuficiente para que la defecacion se verifique.—(*Ver defecacion de los jugos de trapiche*).

Estas consideraciones hicieron modificar la marcha de la bateria de difusores y, agregaremos, sin mayor éxito. Como la temperatura en los difusores va creciendo hasta más ó menos el quinto difusor se ha pensado que se conseguiria una purificacion mejor haciendo la extracción en el segundo ó el tercero en lugar de efectuarla en el primer difusor. La cal se agrega siempre en el primero en el cual el líquido se pone alcalino, el jugo del segundo al pasar sobre cosetes alcalinas se neutralizaria en parte y con la temperatura más elevada se creía extraer de este difusor un jugo mejor purificado. La extraccion sobre al tercer difusor basada en las mismas ideas llega al mismo resultado. La defecacion en los difusores no se verifica; en la mayor parte de los casos hemos constatado que los jugos salen ácidos con una pureza más ó menos igual á la de los jugos obtenidos sin agregar cal.

	Jugo de la caña	DEFECADOS EN DIFUSORES		
		Máximum	Mínimum	Promedio
Azúcar ojo c. c.	14.62	11.91	10.92	11.46
Glucosa ojo c. c.	0.78	0.62	0.57	0.61
Pureza	85.82	85.12	83.51	83.85
Glucosa ojo de azúcar	5.35	5.18	5.23	5.30

Las cifras precedentes se refieren á 8 dias de fabricacion en 1891 en Tucuman. La extraccion se verificaba en el segundo difusor. La caña contenia entre 12.30 y 12.60 de azúcar ojo gramos y la proporcion de cal habia sido calculada para conseguir jugos neutros, pero estos han salido siempre ácidos. Aumentando la proporcion de cal á kilos 1 ó 1.20 por tonelada de caña se obtenia á veces la neutralizacion, pero los jugos daban precipitados abundantes de el oxalato de cal, lo que demuestra que tenian una gran proporcion de sales de cal en disolucion. Las cantidades de jugo extraído variaban entre 120 á 125 % del peso de la caña, esta proporcion un poco exagerada era necesaria para conseguir el agotamiento de las laminillas á causa de su poca homogeneidad debida á ciertas imperfecciones del corta-caña. Dicho agotamiento variaba entre 0.75 y 0.50.

Se ha dicho que la difusion sin cal produce la inversion de la sacarosa y que por esto la proporcion de reductores aumentaba en los jugos. Nunca lo hemos constatado pero aunque este efecto se produjera, la defecacion en los difusores no tendría remedio puesto que la saturacion no se efectuaría sino en los dos primeros difusores que tienen una temperatura más baja mientras que en el centro de la bateria donde el jugo queda siempre ácido, la temperatura alcanza á 90 y 95°, condiciones más favorables para la inversion.

El Sr. de Beaufret, químico, en un resumen de los resultados obtenidos en 5 años de práctica de la difusión en las Antillas, publicado en 1895 dice:

« La batería perfeccionada de 16 difusores era recti-
« línea. Cada difusor contenía 2.200 kilos de cosetes, se
« agregaba 2 kilos 500 de cal al estado de lechada. La
« extracción era de 110 à 112 litros ojo de caña. La tem-
« peratura alcanzaba 95°. La cal agregada tenía como
« objeto alcalinizar los jugos en la batería y defecar en
« los difusores. Ninguno de los resultados ha sido al-
« canzado. »

Como se ve, este señor llega á las mismas conclusiones que los precedentes.

Constata también que la pureza de los jugos defecados en difusores baja y que á pesar de la acidez del jugo en la batería no hay inversión sensible de la sacarosa.

	JUGOS	
	Naturales	de difusión
Densidad	1082.00	1058.00
Grados Brix á 15°	20.08	14.54
Azúcar ojo gramos	17.60	12.37
Reductores	1.20	0.85
Pureza	87.64	85.08
Glucosa ojo de azúcar	6.82	6.87

Sea una diferencia de 2.55 á favor de la pureza del jugo natural, habiendo la glucosa ojo de azúcar quedado igual.

La extracción del jugo en el segundo y el tercero trae el inconveniente de reducir el número de difusores en trabajo, pues en el número 1 y 2 pronto el jugo alcanza su máximo de riqueza posible y por consiguiente no extrae más azúcar de las cosetes. A más en estos difuso-

res, la cal y las impurezas se acumulan y es necesario de vez en cuando liquidar este jugo en totalidad ó en parte, lo que ensucia los jugos ya extraídos aumentando en notable proporcion las sustancias gomosas disueltas del tejido leñoso por la accion combinada de la cal y del calor. Esto es el defecto más grave que se pueda reprochar á este método de extraccion, porque entre todas las impurezas que se pueda encontrar en el jugo, la más melasigenas, y las que se debe evitar lo más posible son las materias gomosas, que aumentan la viscosidad de los jugos. En conclusion, la defecacion de los difusores debe ser abandonada porque exagera todavia uno de los peores inconvenientes de la difusion de la caña sin traer ventaja alguna.

No tenemos resultados comparativos seguros entre ingenios trabajando con difusión ó trapiche; en él donde hemos hecho los estudios citados, los dos procedimientos de extraccion andaban conjuntamente y los jugos se mezclaban en la evaporacion. Lo mismo sucede actualmente en el ingenio «Concepcion» que es el único donde se puede ver funcionar todavia la difusion en las provincias del Norte. Citaremos como ejemplo, los obtenidos por el señor du Beaufret en las Antillas en 1895. 5 años.

	Molinos	Difusion
Azúcar extraído de la caña	12.13	14.50
» obtenido de 1ra à 98 ^o .5	9.31	9.35
» » 2da 92.5	1.27	1.40
» » 3ra 87.5	0.40	—
Total	10.98	10.75
Pèrdidas durante la elaboracion	0.50	0.50
» en la melaza	1.50	3.25
Total	2.00	3.75

Comparando estos resultados con la cantidad de azúcar entrado en el ingenio tenemos:

	por olo azúcar entrado en el ingenio	
	Molinos	Difusion
Extraído en 1ra. cristalización	76.70	68.80
» en todas	90.40	74.80
Azúcar en las melazas	8.08	25.86

Es decir que con la difusion y defecacion en los difusores se deja 3.20 más de azúcar en las melazas que con los trapiches.

A continuacion damos otros datos económicos publicados en 1897-98 por el señor Patureau referentes á la Isla de Mauricio.

Comparando en el mismo ingenio la doble presion sin maceracion y la difusion pero con el mismo procedimiento de purificacion, es decir defecacion simple de los jugos y tratamiento subsiguiente con ácido fosfórico produciendo la misma clase de azúcar blanco-medio, dicho señor llega á estas cifras que difieren un poco de los precedentes en lo que se refiere á los rendimientos pero que conducen sin embargo á las mismas conclusiones.

MÉTODO DE EXTRACCION	AÑO	Azúcar ojo de caña			Por 100 kilos azúcar en la caña		Gastos calculados en roupias p. 1000 ks. az.		
		En la caña	Extraído cristalizado	Pérdida total	Extraído cristalizado	Pérdida total	Mano de obra prod. químico	Combustible	Total
Difusion	95-96	12.47	9.23	3.24	74.00	26.00	8.65	19.98	136.88
Molino	96-97	14.09	8.93	5.16	63.37	36.63	5.02	2.06	119.06

El aumento de rendimiento con la difusion proviene sin duda de una mejor purificacion de los jugos, debemos

notar tambien que los molinos han sido favorecidos por cañas notablemente mejores que las tratadas por difusion, sin embargo se ve que el suplemento de combustible pasa mucho el valor del aumento de rendimiento en azúcar cristalizado, puesto que la tonelada de azúcar obtenido con la extraccion por presion, vale 1782 roupias menos que por difusion (la roupia vale más ó menos 1 franco 50).

Con los trapiches se quemaba el bagazo verde mas 176 kilos de leña por tonelada de azúcar; con la difusion se quemaba en hornos con rejas Godillot, las laminillas pasadas en dos molinos conteniendo todavia 56 ojo de agua, más 1510 kilos de leña por 1000 kilos de azúcar es decir 8 veces $\frac{1}{2}$ la cantidad precedente. Se desprende que aún con una defecacion combinada con el gas sulfuroso y el uso del ácido fosfórico la purificacion de los jugos de difusion no ha mejorado sensiblemente, lo que deja muy lejos la defecacion en los difusores, tan recomendada por los interesados.

No cabe duda que la extraccion del azúcar de la caña por difusion es el mejor método hasta hoy conocido pero el jugo que sale de los difusores es mucho más difícil de purificar que él obtenido por los trapiches aún con levigacion, por esto se debe su poco éxito tanto en las Antillas, Mauricio, etc, etc., como en la República Argentina, donde se lo ha instalado sin prévio estudio. Estamos convencido, de que en un ingenio instalado para aprovechar lo más posible el combustible, y aplicando á los jugos el procedimiento de purificacion por carbonatacion que estudiaremos más adelante, la difusion de la caña daría resultados análogos á los obtenidos en los ingenios que tratan la remolacha.

DIFUSION DEL BAGAZO.—Hemos visto que al salir de los trapiches, aún los mas potentes, el bagazo contiene todavia una notable proporción de azúcar. Por ejemplo con cañas de 13% de azúcar cuyo jugo tiene la composicion siguiente:

Densidad	1070,00
Gd ^{os} . Vivien	18,24
Azúcar	15,50
Pureza	85,00

tendríamos con una extracción de 65 lit de jugo es decir 69, K^{os} 50 % de caña, 30, K^{os} 50 de bagazo conteniendo todavía 20, K^{os} 50 de jugo. Tomando este jugo á la misma riqueza que el extraído por los trapiches, los 30 K^{os} 50 de bagazo llevarían 2 K^{os} 97 de azúcar sea una pérdida de 2,97 % de caña. — Cien kilos de bagazo representan entonces 9,74 de azúcar sea 67,20 de jugo conteniendo 54,95 de agua.

En vista de recuperar la mayor parte del azúcar del bagazo, la casa Cail y C.^{ia} propuso tratarlo por la difusión inmediatamente después de la última presión. Según los inventores, el procedimiento tenía las ventajas siguientes:

1° Dejar intacta la instalación existente.

2° Suprimir el corta-caña usado en la difusión directa de las cañas.

3° Conservar al bagazo una gran parte de su poder calorífico.

4° Recuperar 85 á 90 % del azúcar no extraído por presión con una cantidad de agua representando al máximo mas ó menos el peso del bagazo.

5° En fin, la riqueza del líquido debía alcanzar de 8 á 10 % (correspondiente á una densidad de 1040 á 1045) y permitir mantener en los jugos mezclados una densidad mas elevada que en el obtenido por difusión directa.

Tomando el caso precedente, tendríamos por 100 K^{os} de caña:

65 lit de jugo á 1070

24 lit de jugo de difusión á 1040

sea una densidad media de 1062.

Las pérdidas en el bagazo hubieran sido de 0,50 y los 89 lit de jugo tendrían 12,50 de azúcar; sea 14,05 por 100 c. c.

Este procedimiento fué instalado en 1891 en el ingenio Lastenia (Tucuman).

La batería comprendía 12 difusores de 30 hectólitos cada uno. Cada difusor recibía 500 K^{qs} de bagazo.

No entraremos en los detalles de los numerosos ensayos que hemos dirigido y que duraron mas ó menos 2 meses. Basta con decir que los resultados, aceptados por los ingenieros de la casa Cail, no fueron satisfactorios y que se abandonó el procedimiento. Si hablamos de este método de extracción del jugo es porque lo hemos visto descrito por varios autores que aseguran que funciona de una manera satisfactoria en España. En los difusores el bagazo experimentaba un lavaje poco medóxico todavía á causa de su poca homogeneidad. El máximo de azúcar que hemos podido conseguir en el líquido sacado de la batería era contenido en 5 hectólitos á 1038 correspondiente á una riqueza de 8,55 pero se había pasado 9 difusores es decir una vuelta completa sin hacer ninguna extracción; á la otra extracción sobre el difusor siguiente la densidad había caído á 1028, despues á 1020, etc. Esto prueba que no había difusión y era facil preveerlo porque el bagazo aún bien molido no se encuentra en un estado de división suficiente y las paredes de las celulas machucadas por la presión de los trapiches no se hallan en condiciones convenientes para servir de dializador. Si hubiera habido difusión, el líquido se hubiese enriquecido mucho mas de lo que hemos obtenido á pesar de la enorme cantidad de agua que circulaba en la batería comparada al peso de bagazo puesto en los difusores. En efecto cada uno contenía 500 K^{os} de bagazo y 17, hectólitos 50 de agua, admitiendo la difusión completa es decir el equilibrio entre el jugo del bagazo y el líquido exterior, el azúcar se encontraria disuelto en un volumen de jugo representado por 17, hectólitos 50 mas el contenido en el bagazo es decir 3 hectólitos 36 sea en totalidad $17,50 + 3,36 = 20,86$ hectolitros que contendrían 48K^{os}70 de

azúcar sea 23 gr 3 por litro. En el segundo difusor tendríamos 17, hectólitros 5 que vienen del 1º á 23.3 de azúcar sea $2,33 \times 17,50 = 40,70$, mas 48,7 contenidos en el bagazo, sea en totalidad $40,7 + 48,7 = 89,4$ en 20 hectólitros 86 lo que haría 4,76‰. Siguiendo estos calculos tendríamos como riqueza en el tercero 6,33‰, en el cuarto 7,64‰, en el quinto 8,74‰ y en el sexto 9,66‰.

Así es que en este último difusor tendríamos 17, Hect.50 de jugo á 9,66 de azúcar. Sacando 5 hectólitros extraeríamos $9,66 \times 5 = 48,30$ de azúcar que representa mas ó menos el contenido en 500 K^{os} de bagazo, y el jugo tendría una densidad de 1042 á 1043, tomando una pureza de 90.

Sabemos que en la practica, aún en las mejores condiciones no se llega al equilibrio entre la riqueza del jugo intercelular y el liquido exterior, pero en el ejemplo precedente quedan 3 difusores desocupados en la bateria, y es mas que seguro que la extraccion que acabamos de calcular al sexto difusor se verificaría prácticamente al noveno. Entonces la batería tomaría su marcha regular en la cual se extraería en cada difusor de cabeza mas ó menos la cantidad de azúcar entrada en 500 K^{os} de bagazo, la densidad del jugo quedaría casi constante y á cada operación se sacaría del difusor de cola el bagazo agotado que corresponde á 500 K^{os} al salir del trapiche. En los resultados industriales, nunca hemos podido alcanzar ni la mitad de los teóricos y las variaciones de densidad que hemos obtenido en los jugos á cada extraccion demuestran que en estas condiciones no se puede contar ni sobre la difusión, ni tampoco sobre un lavaje metódico. Hemos insistido sobre estos ensayos que explican porque el remojo y aún la maceracion del bagazo en la extraccion con presión no suministran practicamente los resultados que se podría esperar.

CAPITULO VI

Purificación de los jugos

GAS SULFUROSO. — El gas sulfuroso se usa en los ingenios azúcareros de varias maneras y à diferentes periodos de la fabricación. En la mayoría de los casos se lo agrega á los jugos al salir de los molinos sea en disolución en agua ó al estado gaseoso.

El agua sulfurosa se obtiene de la manera siguiente: se quema azufre en un hornillo de mampostería ó de fundicion y se hace pasar los gases de la combustion en una columna llena de carbon de leña ó de coke. Los gases entran por abajo y un chorro continuo de agua cae en la parte superior de la columna repartiendose lo mas posible sobre el carbon, de manera á ofrecer una gran superficie de contacto á los gases. El gas sulfuroso se disuelve facilmente encontrando á medida que sube un liquido cada vez menos saturado y si la columna tiene una altura suficiente, y si la proporcion de agua que cae está en relacion con el peso de azufre quemado, se obtiene abajo un liquido bastante concentrado.

El coeficiente de solubilidad del gas sulfuroso baja á medida que sube la temperatura del disolvente; por ejemplo un volumen de agua disuelve:

Temperatura	12°	20°	28°	36°
SO ² en volumen	49,6	36,4	28,9	22,8
SO ² en peso	0,142	0,104	0,083	0,065

Se evitará entonces una temperatura alta en el hornillo lo que disminuirá tambien las perdidas debidas á la destilacion del azufre y se enfriará los gases antes de mandarlos á la columna.

El movimiento ascensional de los gases se hace por aspiracion: se dispone sobre la columna una especie de chimenea en la cual se hace llegar un chorro de vapor. La velocidad de los gases se calcula para mantener la combustion en el hornillo evitando lo mas posible el exceso de aire.

Al quemar un kilo de azufre sin pérdidas se produce 2 kilos de gas sulfuroso. Un litro de este gas á 0° y 760 m/m pesa 2 gr, 889, por consiguiente el volumen de gas producido será de 692 litros. El aire necesario para la combustion de 1 kilo de azufre es de 4K^{os}348 sea $\frac{4.348}{1.293} = 3^{\text{mc}}362$, conteniendo 699 lit^s de oxigeno y 2^{mc}663 de azoe. Despues de la combustion tendremos 2,662+0,692=3^{mc}355 de gases. Ahora si se toma el doble de volumen de aire necesario para la combustion sea 6^{mc}727 se llegará á riquezas en volumen que variaran entre 10 y 20% en cifras redondas. Este gas es bastante pobre, sin embargo se puede disolverlo en una cantidad relativamente pequeña de agua. Supongamos en efecto que el agua sulfurosa salga de la columna á una temperatura de 28° á 32°, á esta ultima temperatura corresponde un coeficiente de solubilidad de 25.7 y la cantidad teorica de agua necesaria para disolver el gas producido por 1 kilo de azufre sería de 27 litros. Es evidente que en la practica no se puede obtener un líquido saturado, pero suponiendo un volumen del disolvente triple del teorico, tendríamos por

un ingenio que trata 300 toneladas sea 2040 Hect^{os}. de jugo y que quema 1 kilo de azufre por hora, una dilución de 1%. Cada hectolitro de jugo recibiría 8lt,14 de gas sea 23gr,5. Estas cifras demuestran que, con una buena instalacion se puede agregar á los jugos el gas sulfuroso en disolución sin aumentar de una manera sensible el volúmen de los liquidos que hay que evaporar. Como generalmente en la practica se exagera mucho y sin necesidad el volumen del agua, en varios ingenios se reemplaza el sistema precedente por la acción directa del gas sobre los jugos. Lo mas amenudo, el jugo cae en una columna provista interiormente de paredes dispuestas para disminuir la velocidad del liquido y aumentar la superficie de contacto con el gas. Como en el aparato precedente, el gas entra por abajo pero nunca llega á disolverse completamente. El jugo tiene muchas materias en suspensión, es imposible hacerlo pasar sobre coke ó carbon y con sólo las paredes interiores, la superficie en contacto con los gases es siempre insuficiente. Además, el volumen enorme de liquido que cae en la columna no permite regularizar el tiro y por consiguiente la combustion se presenta como en el caso precedente. Otros, (poco numerosos) hacen burbujear el gas, en el jugo, rechazandolo con una bomba que lo aspira en el hornillo donde se quema el azufre. La cantidad de azufre quemado depende en este caso de la velocidad de la bomba que se puede regular facilmente, el gas dividido en burbujas finas por medio de tubos perforados se disuelve completamente si la capa de liquido tiene un espesor conveniente. Esta disposicion es la mejor, pero necesita una instalacion mas costosa que las precedentes. El agua sulfurosa tiene el inconveniente de agregar agua en los jugos pero hemos visto que se puede reducir su proporcion y conseguir economicamente buenos resultados con un aparato sencillo, continuo y facil de regularizar siempre que se emplea agua limpia como disolvente.

El efecto del gas sulfuroso sobre el jugo de la caña de azúcar queda todavía mal definido. En primer lugar es un antiseptico y un descolorante poderoso, pero no conocemos exactamente su acción sobre las materias colorantes del jugo; es más probable que una parte se halla destruida y que la otra queda en combinación para reaparecer luego. En cuanto á su eficacia para disminuir la viscosidad de los jugos, muchos la niegan(*); sin embargo siempre hemos podido notar que los jugos tratados por el gas sulfuroso en proporción conveniente se evaporan y se cuecen más fácilmente, pero no se les puede filtrar sobre telas. El gas sulfuroso tiene poca influencia sobre la sacarosa, con mayor razón á este estado de disolución y á baja temperatura, pero como en su elaboración se forma una cierta cantidad de ácido sulfúrico no es prudente calentar los jugos ácidos arriba de 50° á 60°. Con ácido sulfuroso puro, aún en proporción notable, 5 gr por litro, calentado 3 horas, se pudo establecer que la inversión de la sacarosa no empieza sino entre 85 y 90°. Un hecho que podemos notar y que tiene su importancia en la aplicación del gas sulfuroso á la purificación de los jugos es que cuando se agrega cal á una solución azucarada de este gas, se forma sulfito de cal insoluble en el líquido alcalino ó neutro pero muy soluble en líquido ácido. La solubilidad del sulfito no varía con la riqueza del líquido en azúcar.

DEFECACION DE LOS JUGOS.—El jugo conteniendo ó no, gas sulfuroso llega en calderas de doble fondo generalmente de 17 hectólitros de capacidad, llamadas «*Defecadoras*». Se le agrega cal al estado de lechada, se agita para mezclar y se calienta hasta que la temperatura llegue cerca de la ebullición. Se deja reposar y se nota entonces la

(*) Prinsen Gerlich ha demostrado que el gas sulfuroso no tiene efecto sobre las gomas disueltas en el jugo.

formacion de tres capas, una superior y otra en el fondo que contienen las impurezas precipitadas por la accion combinada de la cal y del calor; en la tercera intermedia se halla el jugo purificado. Con un robinete colocado en el fondo de la caldera, se cuela las tres capas, poniendo á parte el líquido claro.

El éxito de esta operacion depende de la proporcion de cal agregada al jugo. Con un exceso de cal, las impurezas se precipitan con facilidad, pero á causa de la temperatura elevada de la defecacion, los azúcares reductores se descomponen originando productos morenos viscosos que quedan disueltos en los jugos. A más el exceso de cal se combina con la sacarosa formando sucratos solubles; el azúcar así combinado no cristaliza y actúa como los compuestos que provienen de la descomposicion de la glucosa para atrazar ó impedir la cristalización de la sacarosa libre. El ácido sulfuroso en disolucion en los jugos se halla también saturado formando sulfitos neutros que se precipitan, lo que aniquila completamente la accion de este gas. Con un exceso de cal es casi imposible conseguir azúcar blanco, la coccion es lenta (*templa ligosa*), la melaza muy viscosa se separa con suma dificultad de los cristales; luego se pierde en el rendimiento y en la calidad del azúcar elaborado.

La falta de cal trae una separacion lenta é incompleta de las espumas y sedimentos, el jugo decantado queda turbio, una proporcion notable de materias leñosas y otras que quedan en suspension en el jugo van precipitándose poco á poco en los varios aparatos, originando por la accion prolongada del calor en la evaporacion y coccion materias gomosas y productos viscosos.

La cal agregada en proporcion conveniente con el calor coagulan la albumina que se encuentra en suspension y en disolucion en los jugos, precipita la pectina, los fosfatos al estado bibásico, precipitados voluminosos y coposos que envuelven y arrastran las otras materias en suspen-

sion así como los colorantes, pero no tienen efecto alguno sobre los reductores y las materias gomosas.

La cantidad de cal empleada en la defecacion varia con la naturaleza de las cañas y la clase de azúcar que se debe elaborar. Se agrega generalmente 7 á 12 litros de lechada de cal á 10° Baumé para un defecador de 17 hectólitros sea 0.3 á 0.06 lt. ó 0,8 gr. de cal por litro de jugo (*) creemos que, para las cañas bien maduras se puede llegar á la neutralizacion completa pero con cañas plantas ó no maduras y para conseguir azúcar blanco es mejor conservar un rastro de acidez. En la provincia de Jujuy con cañas mal despuntadas y por consiguiente jugos cargados de glucosa y otras impurezas hemos obtenido buenos resultados con un poco de acidez; pero un grado de acidez mas notable daba melazas tan viscosas que el trabajo en los centrífugos se ponía imposible.

En la decantacion de los jugos las borras de abajo que contienen todavía mucho jugo se recogen en un depósito, luego se les agrega una nueva cantidad de cal y se les defeca. Las espumas superficiales quedan en los defecadores, se les lava con agua y se les manda á la destileria ó se les tira. La composicion de las cachazas es muy variable, contienen tanto más jugo cuanto menor estuviese la proporcion de cal agregada al jugo. Varia entre:

Agua.....	68 hasta 75 ojo
Materias secas.....	32 » 25
Cenizas.....	8.5 » 5
Materias orgánicas.....	23.5 » 20
Azúcar.....	10 » 12
Glucosa.....	0.70 » 0.60

En las sales domina generalmente el fosfato de cal, pero sin embargo la totalidad del ácido fosfórico en combinacion con los jugos no se precipita en la defecacion, puesto que se halla todavía este cuerpo en las melazas.

(*) Algunos autores recomiendan la neutralidad, otros como el Sr. Manoury aconseja una alcalinidad de 0.1 de cal por litro.

Despues de la defecacion, el líquido claro cae en otras calderas provistas al fondo de serpentinas llamadas «*Clarificadoras*» en las cuales se le hace hervir. Por la accion de una temperatura más elevada que durante la defecacion una parte de la albumina y otras materias que habían escapado á la defecacion se coagulan y suben á la superficie del líquido formando espumas que se sacan con espumaderas á medida de su formacion. Estas espumas se reunen con los depósitos inferiores (*cachazas*) de la defecacion para sufrir otra clarificación como lo hemos dicho.

En Tucuman con ácido sulfuroso, defecacion simple y la clarificación por ebullicion, hemos obtenido los resultados siguientes, promedios de varios análisis de jugos procedentes de cañas de 13.60 hasta 14.90 de azúcar.

	Jugos de Trapiches		Jugos clarificados	
	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima
Densidad	1078.00	1064.00	1077.00	1062.00
Grados Vivien	20.67	19.61	20.41	19.08
Azúcar ojo c. c.	17.82	16.15	17.81	15.81
Glucosa ojo c. c.	0.81	1.38	0.796	1.382
Pureza	86.20	82.33	87.28	82.85
Glucosa ojo de azúcar	4.53	8.57	4.47	8.68

Se nota en estas cifras un débil aumento de pureza en los jugos clarificados; generalmente este aumento es mayor cuando se trata cañas ricas y bien maduras, pero siempre la proporcion de glucosa queda igual. Estos jugos no filtran ó lo hacen con mucha dificultad en filtros mecánicos, porque pronto se forma una capa delgada completamente impermeable de materias gomosas que obstruyen las telas, es el indicio de una purificación muy incompleta. Por esto en la mayoria de los ingenios se manda directamente los jugos

clarificados sin filtrarlos á la evaporacion, pero contienen todavia muchas materias tenues en suspension, sobre todo si la defecacion es un poco ácida y el jugo denso. Debemos agregar que muy á menudo la separacion de los depósitos de la defecacion confiada á un obrero más ó menos cuidadoso, deja mucho que desear, lo que no aumenta la pureza y la limpidez de los jugos.

DEFECACION Y CLARIFICACION CON ÁCIDO FOSFÓRICO.— Varios ingenios, poco numerosos sin embargo, modifican la defecacion de la manera siguiente:

Se agrega al jugo cargado de gas sulfuroso una proporcion de cal suficiente para tener un débil exceso y se efectúa la defecacion como lo hemos indicado. Se decanta y se manda el líquido claro en las clarificadoras donde se agrega una solucion de ácido fosfórico para saturar el exceso de cal y conseguir un jugo neutral, se hace hervir y se filtra. Con este método la purificacion es un poco más completa, pero con la temperatura de la defecacion el exceso de cal ataca á la glucosa y el jugo sale de los defecadores más oscuro que con la defecacion sin exceso. Luego, el ácido fosfórico descompone los sucratos precipitando la cal, arrastrando materias finas en suspension y materias colorantes pero todavia tiene poca accion sobre las materias gomosas, y los jugos asi obtenidos no filtran ó lo hacen muy difícilmente sobre telas en filtros prensas ú otros análogos.

Otros efectúan la defecacion con jugo neutro, en este caso se cae en la dificultad de encontrar exactamente la proporcion de cal necesaria para conseguir una buena defecacion y la glucosa queda intacta en los jugos. Se decanta el líquido claro se le agrega un poco de cal que se satura como ya hemos dicho, con ácido fosfórico.

El ácido fosfórico constituye un agente clarificante ventajoso, su accion sobre la sacarosa es relativamente débil, lo que facilita mucho su uso, pero el ácido empleado

en los ingenios no es puro; proviene de la acción del ácido sulfúrico sobre fosfato tribásico de cal, y contiene frecuentemente un exceso de ácido sulfúrico que invierte rápidamente y en proporción considerable la sacarosa, sobre todo á temperatura alta; hay pues que evitar con cuidado la acidez en los jugos clarificados, que tendría también como efecto el de disolver una parte del precipitado formado. A más se introduce con el ácido fosfórico ciertas impurezas tal como el sulfato de cal que aumenta la proporción de cenizas.

Las cantidades de ácido fosfórico agregadas al jugo son muy variables. En un ingenio de la región de Cruz Alta se echaba en cada clarificadora de 18 hectólitros, un litro de ácido á 12° Baumé, sea 5 litros 5 por 100 hectólitros. Esta densidad corresponde á 150 gramos de ácido fosfórico puro que exigen 127 gramos de cal para saturarse, formando una sal tribásica. Pero en la elaboración de este producto es difícil descomponer los fosfatos completamente, es decir poner todo el ácido en libertad sin tener exceso de ácido sulfúrico; por esto queda siempre una cierta cantidad de sal monobásica soluble que disminuye la proporción de cal necesaria para llegar á la neutralización. Sólo un ensayo en el laboratorio fijará dicha proporción.

Todos estos métodos de purificación tienen más ó menos los mismos defectos: glucosa casi intacta, poca acción sobre la viscosidad sin hablar de las dificultades que se encuentra en la práctica para agregar las proporciones convenientes de cada cuerpo, las cuales varían frecuentemente con la naturaleza y la riqueza de las cañas molidas.

DEFECACION BAJO PRESION, SISTEMA DEMING—Este procedimiento ha sido instalado en la Luisiana, Hawaï y en las Indias inglesas. En la República Argentina, funciona actualmente en el ingenio «Esperanza» provincia de Jujuy.

El jugo, al salir de los trapiches va en depósitos apropiados donde recibe la cal como en la defecacion simple, para llegar á una débil alcalinidad. Por decantacion ó no, este jugo cae en otro depósito de donde una bomba dispuesta para no aspirar aire lo toma y lo rechaza en aparatos especiales donde sufre la accion del calor bajo presion. Este aparato se divide en dos partes, una, el *calentador* donde se calienta el jugo, y la otra *refrigerante* donde se enfria. El calentador se compone de un cilindro horizontal en el cual se hallan dispuestos tubos de cobre en los cuales circulan los jugos. El refrigerante es idéntico al calentador, pero de menor diámetro. Estos dos aparatos comunican entre sí y están combinados de tal manera que el jugo frio rechazado por la bomba circula alrededor de los tubos del refrigerante, penetra en el calentador donde circula en los tubos, vuelve en el refrigerante, pasando esta vez por el interior de los tubos y sale á una temperatura inferior de unos grados á la ebullicion. Una válvula equilibrada colocada á la salida mantiene la presion del jugo á 12 libras (2 k. 14 por cent. cuadrado). El vapor circula alrededor de los tubos del calentador y eleva la temperatura de los jugos á 128 y 129° centígrados (230-250 F). Al pasar en los tubos del refrigerante este jugo cede una parte de su calor al jugo frio y sale por la válvula equilibrada á la temperatura conveniente. Se calcula que el jugo queda 45 segundos en el calentador. Parece que con la accion combinada de esta alta temperatura y de la cal, la coagulación de las impurezas sería mas completa que por la defecacion simple á 90°, lo que permitiria una decantacion rápida. Esta decantacion se efectuaría en una serie de depósitos adecuados que reciben el jugo al salir de los autoclaves. Se obtendría así jugos límpidos que se podría mandar directamente á la evaporacion, mientras que los sedimentos pasarian en filtros-prensas para recuperar el jugo.

No hemos visto todavia funcionar este método de

defecacion. En el ingenio Esperanza (Jujuy) donde se le ha aplicado combinado con la sulfitacion parece que tiene buen éxito si se lo juzga por la clase de azúcar elaborado. Las muestras (primera molida) que hemos visto en varias ocasiones no dejan nada que desear.

Una templa saliendo de este ingenio y que hemos analizado este año el 25 de Julio en San Isidro ha dado los resultados siguientes que no podemos desgraciadamente comparar, para valuar el grado de purificacion, à la composicion del jugo bruto, por no tener análisis de este.

Agua	8,92	
Materias secas.....	91,08	
Azúcar %.....	76,96	
Glucosa.....	5,18	
Pureza.	84,49	
Glucosa % de azúcar.....	6,74	
Cenizas	2,435	} sulfúricas menos 1/10
Cenizas % de azúcar.....	3,165	

Si se compara estos resultados á los que hemos obtenido casi en la misma época en San Isidro, analizando jugo de cañas verdes de la misma variedad que los tratados en el ingenio Esperanza, se nota muy poca diferencia en favor de la templa (ver página 42).

La muestra de templa que hemos examinado tenia un color amarillento verdoso, lo que indica el uso de poca cal en la defecacion; el grano era fino y un poco blando. Disuelta para conseguir 1080 de densidad, el líquido era turbio, tal vez á causa de materias precipitadas por la concentracion, de color amarillo verdoso, de reaccion muy ácida, no precipitaba por la ebullicion, pero no filtraba fácilmente sobre papel, lo que indica la presencia de notable proporcion de materias mucilaginosas.

En esta defecacion como en la de 90°, la cantidad de cal usada no debe pasar la neutralizacion del jugo si se quiere

elaborar azúcar blanco, y en esta proporcion, como ya lo hemos dicho, esta base no tiene efecto sobre la glucosa y las materias gomosas.

En 1893-94, el Sr. Manoury hizo varios ensayos sobre la defecacion á alta temperatura bajo presion en el ingenio Central Constancia, en Cuba. La caldera autoclave contenia 3 hectólitros de jugo y las presiones variaban de 5, 10, hasta 60 libras. Van siguiendo algunas cifras así obtenidas con dos muestras de jugo alcalinizado debilmente uno con 0^{gr}.14, el otro con 0^{gr}.20 de cal por litro.

	PRESION		Densidad	Grados Brix	Azúcar o/o c. c.	GLUCOSA		Purezas
	en libras p. pulgada	en kilos				o/o c. c.	o/o azúcar	
Jugo normal..	—	—	1084.00	22.21	21.16	0.43	2.03	95.29
0.14 de alcali- nidad.....	15	1.14	1086.25	23.11	22.06	0.36	1.63	95.46
	25	1.90	1088.50	23.57	22.82	0.44	1.92	96.82
	35	2.66	1090.50	24.12	23.10	0.43	1.86	95.77
	60	4.56	1096.00	25.67	23.90	0.65	2.72	93.10
Jugo normal..	—	—	1092.00	24.59	21.38	1.70	7.94	86.96
0.20 de alcali- nidad.....	15	1.14	1094.00	25.15	22.02	2.40	10.90	87.55
	25	1.90	1096.25	25.72	22.50	2.19	9.75	87.48
	35	2.66	1099.00	26.15	22.82	2.77	12.15	87.26
	50	3.80	1104.50	27.60	23.40	2.63	11.20	84.70

Estas cifras confirman lo que hemos dicho mas arriba, es decir que la pureza varia poco y que la proporcion de glucosa no disminuye mucho; se nota que el máximo de efecto se halla entre 25 y 35 libras, es decir 1 k. 900 á 2 k. 66 por c/m. cuadrado (la temperatura máxima indicada 128 á 130° corresponde á 2 k. 6 y 2 k. 7 por c/m. cuadrado), despues hay alteracion, la pureza baja en notable proporcion.

El Sr. Manoury dice que la mejora en la pureza obtenida por la defecacion bajo presion no justifica los gastos que ocasionaria su instalacion y aconseja en todo caso la sustitucion de la baryta á la cal, por tener esta primera base mas efecto sobre la glucosa. Segun sus ensayos, la

pureza aumentaría de 6 y la glucosa disminuiría de 50 % con una alcalinidad de 3 gr. de baryta por litro. Lamentamos que el Sr. Manoury no diga nada de la coloracion de los jugos en sus ensayos. Se sabe que la destruccion de la glucosa bajo la accion de la cal ó de la baryta á alta temperatura origina productos morenos oscuros que quedan en disolucion aumentando mucho la coloracion de los jugos, y creemos que en la defecacion bajo presion como en la á 90° hay que evitar con cuidado la alcalinidad si se quiere elaborar azúcar blanco. En esta condicion, la glucosa no puede desaparecer y la única ventaja del procedimiento seria la decantacion mas rápida y completa de los jugos.

CARBONATACION.—a) ACCION DE LA CAL, DEL GAS CARBÓNICO Y DE LA TEMPERATURA SOBRE LA GLUCOSA Y LAS SUSTANCIAS GOMOSAS EN DISOLUCION EN EL JUGO.—Para hacer comprender mejor las ventajas de la purificacion de los jugos por carbonatacion, debemos recordar los efectos de la cal sobre los reductores y sobre las materias mucilaginosas, viscosas, etc., etc., llamadas gomas, en disolucion en dichos jugos, cuya eliminacion se impone, puesto que de todas las impurezas contenidas en los jugos, éstas son las que impiden mas la cristalizacion, y traen la mayor suma de dificultades durante la elaboracion del azúcar. Todos los químicos que se han ocupado de la fabricacion del azúcar están mas ó menos de acuerdo sobre este punto.

La viscosidad que se observa en los jugos proviene de ciertas sustancias orgánicas (Durin) y es á esta viscosidad que se debe la formacion de la mayor parte de la melaza (Vivien, Durin, Kohler, Claasen, etc.)

Hemos visto que todos los procedimientos de defecacion que obligan á tratar los jugos neutros precipitan una parte de las impurezas orgánicas tal como la pectina y la albumina, pero dejan intactas ó casi intactos á la glucosa

y á las gomas. Para atacar á estos cuerpos es menester emplear un exceso de cal, pero como no se puede dejar este exceso de cal en disolucion en los jugos hay que precipitarlo saturándolo con un ácido que forma con esta base una combinacion insoluble.

Existe un gran número de ácidos que podrian ser usados á este efecto pero todos tienen inconvenientes. Por ejemplo, unos atacan rápidamente la sacarosa y tienen que ser empleados con muchísimo cuidado, muy difícil en la práctica; otros suministran precipitados que no filtran fácilmente, etc., etc., en fin, otros no son económicos, etc.

El gas carbónico reúne muchas ventajas que lo hicieron adoptar. En efecto: no tiene accion sobre la sacarosa, el exceso se saca fácilmente por una ebullicion, el precipitado bien cristalino deja filtrar el líquido con suma facilidad, y en fin su elaboracion es barata puesto que se extrae de las mismas piedras que suministran la cal.

¿Cuál es el efecto de la cal en exceso en la temperatura de 30 á 35° sobre los reductores de los jugos?

El Sr. Manoury dice que si se toma un cierto volúmen de jugo, que se lo alcaliniza hasta que tenga 2 % de cal, se nota la formacion de un precipitado abundante, voluminoso, que deposita. Separando este líquido en dos porciones, se filtra uno (Nº. I) y se lo neutraliza por ácido carbónico, el otro (Nº. II) sufre la misma saturacion pero sin prévia filtracion. Se decanta separadamente en las dos muestras el líquido claro. Aqui van los resultados obtenidos en los análisis:

		Densidad	Grado Brix	Azúcar 0/0 c. c.	Pureza	GLUCOSA	
						0/0 c. c.	0/0 de Azúcar
Jugo normal.	Acidez..... 0.252	1070.00	18.40	16.16	87.82	0.76	4.70
N. I.	Alcalinidad 0.120	1061.50	16.35	15.77	96.45	0.03	0.19
N. II.	id. 0.100	1066.50	17.49	16.37	93.60	0.63	3.97

Estas cifras demuestran que la cal en exceso á frio precipita los reductos, puesto que la proporcion % de azúcar que era de 4.70 ha caído á 0.19 % de azúcar en el N^o. I. Pero en el N^o. II queda todavia 3.97 de reductores, la diferencia es solamente de 0.73 % de azúcar, lo que quiere decir que á frio (30 á 35°) aun en un líquido alcalino el ácido carbónico vuelve á poner en libertad los reductores precipitados por la cal.

Hemos podido comprobar este último hecho este año en el ingenio San Isidro. Entre los ensayos citaremos los siguientes que se refieren cada uno á 3500 litros de jugo tratado industrialmente :

DESIGNACION DEL ENSAYO	FECHAS	Alcalinidad Cal por litro		Densidad	Grado Vivien	Azúcar o/o c.c.	Pureza	GLUCOSA	
		Antes	Despues					o/o c. c.	o/o de azúcar
Jugo natural Carbonatado	1800 9 Julio	—	—	1080.50	21.07	16.49	78.25	1.916	11.62
		17.00	0.30	1073.00	19.10	15.51	81.20	1.590	10.25
Jugo natural Carbonatado	20 Julio	—	—	1082.00	21.49	16.96	78.90	2.050	12.07
		17.00	0.30	1073.50	19.21	15.81	82.30	1.710	10.85
Jugo natural Carbonatado	1 Agosto	—	—	1084.80	22.23	17.62	79.25	1.762	10.05
		16.00	0.25	1076.00	19.90	16.57	83.38	1.195	7.21

Los jugos recibían la cal al estado de lechada y estaban carbonatados sin decantacion á la temperatura la mas baja posible pero que alcanzaba 45° al fin de la operacion á causa de la temperatura del gas carbónico. Llegado al punto de saturacion se sacaba una muestra para el análisis y se hacia subir la temperatura á 60°. La muestra tomada á este momento daba cifras casi iguales á las primeras, pero los jugos filtraban mucho mas fácilmente, estaban muy límpidos y tenían un lindo color amarillento de paja. Sin embargo poca glucosa habia desaparecido.

De estos ensayos se deduce que para eliminar el

máximum de reductores, en frio, es necesario separar el precipitado obtenido por la adicion de la cal antes de carbonatarlo, pero la decantacion en estas condiciones es imperfecta y lenta, y la filtracion en filtros-prensas imposible.

Combinando la accion de la cal y del calor se obtiene resultados diferentes segun el grado de temperatura, como lo demuestran las cifras que siguen obtenidas con un jugo de 18,43 % c. c. de azúcar y 0,76 de glucosa en el cual se ha agregado 10 % de lechada de cal á 20°, sea mas ó menos 20 gr. de cal por litro. Este líquido dividido en 8 partes cada una fué calentada durante un cuarto de hora á temperaturas diferentes, y despues carbonatado hasta reaccion debilmente alcalina, filtrada y analizada (*Prinsen Gerlich*).

	TEM- PERATURA	COLORACION	GLUCOSA	
			o/o c. c.	o/o de azúcar
Jugo primitivo.....		Gris	0.76	4.1
id. calentado á.....	30°	Amarillo claro	0.62	3.7
id. id.	40°	id.	0.60	3.6
id. id.	50°	id.	0.42	2.3
id. id.	60°	id.	0.12	0.7
id. id.	70°	Amarillo	0.10	0.6
id. id.	80°	Oscuro	0.13	0.8
id. id.	90°	id.	0.18	1.1
id. id.	100°	id.	0.20	1.2

De estos resultados se deduce que hasta 40° la eliminacion de los reductores es débil pero crece rápidamente hasta 70° donde alcanza su máximum, es decir el 87 % desapareciendo. Se nota también que el color amarillento claro del jugo se mantiene hasta 70° pero pasa inmediatamente al color amarillo de intensidad creciente hasta llegar al oscuro.

El tiempo de contacto tiene también influencia sobre la cantidad de reductores desaparecidos. Si se repite las experiencias precedentes manteniendo el jugo á una tempe-

ratura de 55° y haciendo variar el tiempo antes de carbonatar se obtiene :

	TIEMPO de CONTACTO	AZÚCAR	GLUCOSA	
			°/o c c	°/o de azúcar
Jugo inicial.....		13.39	1.69	12.6
Carbonatado despues de	5 minutos	13.29	1.38	10.3
idem	10 »	13.36	1.22	9.1
idem	15 »	13.40	1.05	8.0
idem	22½ »	13.39	0.75	5.6
idem	30 »	13.40	0.65	4.9
idem	40 »	13.40	0.55	4.1
idem	50 »	13.35	0.45	3.3

Así es que el máximum de eliminacion por una temperatura de 55° seria entre 45 y 60 minutos de contacto.

Hablando de la reaccion de la cal sobre la glucosa, hemos dicho (pág. 28) que los productos originados varian segun la temperatura á la cual se hizo la reaccion. En frio, hay precipitacion sin descomposicion de la glucosa, puesto que el ácido carbónico basta para volver á ponerla en libertad; pero con el calor empieza la descomposicion. Hasta 60 grados, los productos formados son principalmente ácidos sacáricos y lácticos que se combinan con la cal para formar sales solubles, estables, incoloras que no tienen mucho efecto sobre la cristalicacion de la sacarosa. La práctica industrial nos ha demostrado en efecto, (San Isidro 1900), que en estas condiciones la proporcion de sales en los jugos purificados aumenta sensiblemente, pero no trae ningun estorbo en las operaciones subsiguientes: coccion, cristalicacion, turbinaje, etc., etc., niaun en los bajos productos que cristalizan sin dificultad en una melaza absolutamente límpida. La pequeña cantidad de ácido glúxico que puede elaborarse hasta 60° se precipita al estado de sal basica y puede ser eliminada filtrando á baja temperatura.

Este ácido y sus combinaciones tienen un poder colorante considerable; se forman en proporcion notable desde 65 á 70°, acompañados de ácidos melásicos y otros productos hasta hoy desconocidos, de color oscuro intenso, solubles, que originan como el ácido glúcico sales solubles que se descomponen espontáneamente en ácido acético, fórmico, apoglúcico, etc., etc., productos viscosos que invierten á la sacarosa é impiden su cristalización.

Resulta que para evitar la formacion de estos cuerpos mas nocivos que la glucosa, es menester no pasar de 60 á 65°.

La cal en exceso tiene tambien un efecto considerable sobre las impurezas orgánicas, otras que la glucosa. En primer lugar, precipita mas completamente que en el jugo neutro la albumina y la pectina asi como las otras sustancias en suspension, tejido leñoso, etc., etc.; á mas un exceso de cal actúa sobre las materias gomosas precipitándolas casi completamente. Prinsen Gerlich ha demostrado que en una disolucion de materias gomosas extraídas del tejido leñoso de la caña, conteniendo 1 gr. 208 de estas sustancias por litro, si se agrega 24 gr. de CaO y se satura el exceso por CO^2 hasta una débil alcalinidad, calentando á 60°, el líquido filtrado no contiene mas de 0,090, sea una eliminacion de 70 0/0. En los depósitos que quedan en los filtros-prensas, el mismo químico ha encontrado de 1.10 á 1.20 de materias gomosas precipitadas.

El efecto de la cal en exceso y del ácido carbónico empleado para saturar dicho exceso en ciertas condiciones, sobre las materias gomosas contenidas en los jugos de caña, no es dudoso. Basta por esto ver funcionar los filtros-prensas en los cuales la filtracion imposible con los otros procedimientos de purificacion se verifica con toda facilidad, aun con jarabes á 25° Baumé, es decir 2 veces $\frac{1}{2}$ mas concentrados que los jugos y esto cualquiera que sea la pureza inicial. Este año, en el ingenio San Isidro, hemos tratado en ciertos momentos de la zafra, con este procedi-

miento, cañas muy impuras y cargadas de glucosa como por ejemplo las siguientes:

FECHAS	Densidad	Gdos. Baumé	Gdos. Vivien	Azúcar o/o	Glucosa o/o c. c.	Pureza	Glucosa o/o de azúcar
Julio 30	1078.50	10.51	20.57	14.89	2.48	72.43	16.60
» »	1079.90	10.68	20.95	14.97	2.48	71.45	16.56
» 31	1082.00	10.94	21.49	17.02	1.84	79.19	10.87
» »	1082.00	10.94	21.49	15.22	2.75	70.82	18.08
Agosto 1	1084.90	11.30	22.28	16.75	3.05	75.17	18.20
» »	1080.30	10.73	21.05	15.75	2.75	74.82	17.46
Promedio ...	1081.26	10.85	21.30	15.76	2.56	73.98	16.29

No hemos, sin embargo, encontrado dificultad alguna en la filtracion; los jugos salian límpidos, de color amarillento, los filtros-prensas se llenaban completamente de depósitos, formando tortas duras que se podía lavar con facilidad.

ALCALINIZACION DE LOS JUGOS CON CAL. — En esta operacion se puede emplear cal á varios estados: apagada en polvo ó en lechada.

La cal en polvo tiene la ventaja de no diluir los jugos pero es necesario analizarla frecuentemente para determinar la proporcion de cal cáustica que contiene y poder calcular el peso que hay que agregar por un volúmen de jugo determinado. Es preciso tambien cernirla prolijamente sobre telas finas para no poner en circulacion en los jugos muchas materias inertas como arena, carbonato de cal, etc., que se depositan en las cañerías.

La cal en lechada tiene la ventaja de evitar tamizajes y permitir disminuir mucho la proporcion de cuerpos inertes agregados con la cal en los jugos. La preparacion y el

control son mas fáciles, pues cuando la cal es pura, el aerómetro Baumé indica de una manera bastante exacta la riqueza en cal cáustica. Sin embargo, es prudente no pasar 20° que corresponde mas ó menos á 20 de cal cáustica ‰ c. c. (*)

Pero, cuando se trata de cal mal cocida, conteniendo en proporcion importantes elementos ténues de carbonato de cal no trasformado, éstos actúan mas ó menos sobre el aerómetro y falsean sus indicaciones. En este caso, es bueno disminuir la densidad para facilitar el depósito de las impurezas y conseguir resultados mas aproximados.

La cal empleada debe contener la mas mínima cantidad posible de alumina, magnesia y sílice soluble.

Para la defecacion simple, la pureza no tiene tanta importancia, pues las cantidades empleadas varían entre 0 gr. 4 á 0 gr. 8 por litro, mientras que con la carbonatacion esta preparacion se eleva á 20 gr., lo que basta para introducir en los jugos notable proporcion de sales solubles.

La magnesia tiene el inconveniente de disolverse en líquidos azucarados y no precipitarse por el gas carbónico; su presencia al estado cáustico en los jugos contribuye á aumentar la coloracion á causa de su accion sobre los reductores análoga á la de la cal.

La cantidad de cal que se debe emplear depende de la pureza del jugo y de la proporcion de glucosa que contiene. El máximo no excede 2 ‰ c. c. y el mínimo 1 ‰.

(*) La piedra usada en el ingenio^o San Isidro se encuentra en capas en la provincia de Salta y tiene la composicion siguiente:

Carbonato de cal.....	98.250
Sílice.....	0.600
Oxido de hierro	0.182
Alumina	0.658
Magnesia.....	0.120

Esta piedra resiste un poco á la coccion pero suministra una cal gorda y blanca de buena calidad para los ingenios.

Si la cal se halla en proporcion insuficiente, la purificacion es incompleta y el jugo no filtra.

Este año, con jugos bastante impuros conteniendo hasta 16 y 18 de glucosa $\%$ de azúcar, no hemos pasado 17 gr. de cal cáustica por litro. Mas se aumenta la cal, mas gas se necesitará para la saturacion, y mas tiempo se empleará por cada operacion. En consecuencia, es bueno reducir las proporciones á las estrictamente necesarias.

La alcalinizacion de los jugos se verifica en dos depósitos de igual capacidad provistos de agitadores mecánicos en los cuales se hace llegar alternativamente el volúmen de jugo fijado. Se agrega la cal, sea en polvo, sea al estado de lechada, y se pone los agitadores en movimiento para mezclar. Si se emplea lechada á 20° Baumé y si se quisiera poner 20 gr. de cal por litro de jugo, el volúmen á agregar por hectólitro seria de 10 litros, sea 10 $\%$ en volúmen. Una vez bien mezclado, se manda el jugo alcalino á las carbonatadoras ó á un otro depósito provisto tambien de agitadores mecánicos dispuestos á un nivel mas alto que las carbonatadoras para que el líquido pueda caer en éstos á medida de las necesidades.

2°. CARBONATACION SIMPLE.—Esta operacion se verifica en calderas especiales de formas diferentes: prismáticas, rectangulares, cuadradas ó cilíndricas. Existe un gran número de modelos que presentan poca diferencia entre ellos puesto que el aparato es muy sencillo. Describiremos solamente el tipo que funciona en el ingenio San Isidro, que hemos probado y nos parece bien estudiado. La caldera es cilíndrica vertical con fondo cónico provisto á la parte inferior de una válvula para evacuar los jugos carbonatados. La parte superior tapada lleva una chimenea para el escape de los vapores y gases y una puerta para poder vigilar la operacion. El gas carbónico llega por un tubo de gran diámetro colocado segun el eje del cilindro hasta el fondo de la caldera donde se halla dividido en

chorros delgados por medio de una chapa de hierro agujereada. A la parte inferior de la caldera, cerca del fondo, se halla dispuesto una serpentina para calentar. Un termómetro colocado á una altura conveniente indica la temperatura durante la operacion. Las dimensiones y el número de estas calderas varían segun la importancia del ingenio. Para tratar el jugo de 250 toneladas de caña en 24 horas, bastan tres calderas pudiendo recibir 3500 litros, trabajando alternativamente: una en marcha con el gas carbónico, la otra en preparacion y la tercera vaciándose. Se llena la caldera con jugo alcalino á la altura conveniente indicada por una canilla colocada sobre la caldera á 80 c/m. de la tapa superior y se abre el vapor para calentar el líquido á 55 ó 60°. Se abre tambien un poco la entrada de gas carbónico para remover la masa, y cuando la temperatura llega al punto deseado se cierra el vapor y se deja entrar el gas libremente. Se nota inmediatamente la formacion de espuma voluminosa y persistente; se la hace bajar por medio de chorros de vapor que se desprenden de un tubo perforado dispuesto circularmente en la caldera á una cierta altura del nivel del líquido. De cuando en cuando se saca una muestra por una canilla para darse cuenta de la marcha de la operacion. Si la cal se encuentra en proporcion conveniente en el jugo, el líquido se pone mas y mas espeso, tomando el aspecto de nata, de color gris. La espuma se separa dificilmente pero, poco á poco y á medida que se satura la cal, esta consistencia de la masa disminuye; la espuma se separa y las materias en suspension tienden á precipitarse. Enfin, se llega á un momento donde dichas materias se cortan facilmente y se depositan al cabo de unos segundos; el líquido es claro y de lindo color amarillo de paja (depósito fácil), entonces la operacion está casi terminada. A este punto, el líquido contiene todavia 0,60 à 0,50 de cal; se modera la entrada de gas para no pasar la neutralizacion, punto indicado por un reactivo apropiado: papel de Tornasol, curcuma, fenol ftaleina, etc. Se eleva

la temperatura á 90° y se manda los jugos á los filtros-prensas.

El punto delicado en esta operacion es la determinacion exacta de la neutralizacion del jugo. Si el jugo queda alcalino, la filtracion se efectúa con facilidad pero se cae en todos los inconvenientes que hemos enumerado al tratar de la defecacion simple con exceso de cal; si al contrario el líquido se vuelve ácido, varias combinaciones insolubilizadas en un líquido alcalino tal como las que provienen de la descomposicion de la glucosa, se descomponen, poniendo en libertad ácidos que se disuelven. El jugo se pone oscuro, viscoso y turbio y de filtracion difícil. El calor facilita tambien estas descomposiciones y por esto seria mejor dejar depositar el líquido á 60°, colar la parte clara y calentar los sedimentos á 90° para mandarlos en filtros-prensas.

Este método de depuracion basado sobre la neutralizacion del jugo al fin de la operacion no es recomendable. En la práctica y aún en los laboratorios, se consigue difícilmente este punto; siempre queda una cierta alcalinidad ó se pasa á la acidez. Una débil alcalinidad seria preferible pero no convendria para la elaboracion del azúcar blanco de consumo directo.

CARBONATACION DOBLE.—Para evitar los inconvenientes de la carbonatacion simple, se modifica la operacion de la manera siguiente: en lugar de seguir carbonatando hasta neutralizar, se para cuando los jugos dejan depositar las materias insolubilizadas es decir al punto llamado «depósito fácil» que corresponde á una alcalinidad de 0.50 de cal por litro. Se mantiene una temperatura de 60° y se separa los sedimentos sea por filtracion del líquido turbio en filtros prensas, sea por decantacion, filtrando solamente los barros que quedan al fondo de los depósitos. Se manda el líquido claro en calderas análogas á las primeras, se agrega una otra cantidad de cal, más ó

menos 1 gr. 5 á 2 gr. por litro y se hace pasar el gas carbónico hasta saturacion completa; se hace hervir para destruir los bicarbonatos y se manda el líquido turbio á los filtros-prensas.

Con este procedimiento de depuracion, la purificacion de los jugos es más completa y mucho más fácil que en el caso de la carbonatacion simple pues no hay que temer más el exceso de gas carbónico. En la primera operacion se mantiene el jugo francamente alcalino, se separa los sedimentos que contienen los cuerpos que podrian descomponerse por la accion del calor y por el exceso de gas carbónico, luego se satura la cal en exceso en el líquido claro y este segundo precipitado aumentado por una nueva cantidad de cal decolora mucho los jugos y completa la purificacion. La carbonatacion doble es generalmente aplicada á la remolacha con varias modificaciones necesarias por la composicion de los jugos de esta planta.

Varios ingenios de azúcar de cañas la adoptaron ya con éxito (Java) pero no hemos visto todavia funcionar este procedimiento en la República Argentina. En 1897 se lo adoptó en el ingenio San Isidro y fué suprimido al año siguiente.

Debemos notar que la neutralizacion completa de los jugos por el gas carbónico no se alcanza casi nunca. Las últimas partes de cal exigen mucho tiempo para saturarse y se pierde entonces un volúmen considerable de gas sin conseguir el punto deseado. Estos rastros de cal que quedan siempre en los jugos de doble carbonatacion no tienen inconveniente en los jugos de remolacha exentos de glucosa, pero no sucede lo mismo con los que provienen de la caña. Al calentar despues este líquido, se nota un aumento notable de coloracion que no conviene para la elaboracion de azúcar blanco. Luego este método de purificacion no podria aplicarse sino en ingenios elaborando azúcar para refineria.

SATURACION CON ACIDO FOSFÓRICO.—En este método de purificación se reemplaza en la saturación el gas carbónico por una disolución de ácido fosfórico. La carbonatación se verifica como de costumbre dejando en los líquidos según los casos 0.50 hasta 0.25 de cal por litro. Se filtra y se manda el líquido claro en depósitos provistos de serpentina para calentar. En dichos depósitos se agrega una disolución de ácido fosfórico hasta reacción débilmente ácida, se eleva la temperatura á la ebullición y se manda el líquido en filtros prensas. La filtración se verifica con suma facilidad, el precipitado voluminoso y coposo de fosfato bibásico de cal congloba á muchas materias colorantes, los jugos salen limpios, cristalinos, de color amarillento muy claro. Este procedimiento se halla aplicado en el ingenio San Isidro.

Se podría también emplear á la saturación el gas sulfuroso haciéndole burbujear en el jugo filtrado después de la carbonatación. Se forma en primer lugar sulfito neutro de cal insoluble en líquido alcalino, pero como esta sal es muy soluble en el licor ácido, el precipitado se vuelve á disolver á medida que la acidez del jugo aumenta. En las operaciones subsiguientes sobre todo durante la evaporación el exceso de gas se desprende y el sulfito de cal va depositándose poco á poco.

CARBONATACION CON CAL Y BARITA.—La barita como la estronciana pueden ser usadas en la purificación de los jugos, como la cal. La estronciana tiene más efecto que la barita y esta más que la cal, pero por su precio elevado la estronciana ha sido abandonada, y por la misma razón la barita no puede ser empleada sino en pequeña cantidad. La acción de este cuerpo sobre la glucosa es más enérgica que la de la cal, también tiene el poder de precipitar más completamente las materias gomosas, por esto se lo agrega á los jugos sea con cal en la primera carbonatación, sea en la segunda ó antes de neutralizar por el ácido fos-

fórico. Veremos sus aplicaciones tratando de los procedimientos de elaboracion del azúcar en el ingenio San Isidro.

GAS CARBÓNICO.—El gas carbónico usado en la carbonatacion se extrae de hornos de cal de donde se lo aspira por medio de una bomba que lo rechaza en las calderas de carbonatacion. La instalacion es igual á las que se encuentran en los ingenios que tratan la remolacha. Se utiliza la leña como combustible y los gases salen á una riqueza de 20 á 23 % en volumen.

VENTAJAS É INCONVENIENTES DE LA CARBONATACION.—Cualquiera que sea el modo de saturacion empleado, la carbonatacion no deja de ser hasta la fecha el más eficaz de los procedimientos de purificacion de los jugos de caña. Muchos autores condenan más ó menos su aplicacion basandose sobre la diferencia de composicion de los jugos procedentes de la caña comparándolos á los extraídos de la remolacha. En el libro publicado en 1894 por Beaudet, Pellet y Saillard se lee por ejemplo que la carbonatacion ha sido ensayada, pero sin resultado, en varios ingenios de las Antillas; que este procedimiento funciona con éxito en Java á pesar de las dificultades debidas á la presencia de la glucosa que será siempre un obstáculo para su generalizacion. Otros pretenden que su aplicacion en Java es necesaria á causa de la mala calidad de la caña generalmente cargada de sales minerales; sin este procedimiento, agregan los autores, inútil con cañas de buena calidad, no se conseguiria sino difícilmente la cristalizacion de la sacarosa. No comprendemos como la carbonatacion puede mejorar los jugos que contienen muchas sales, puesto que cuando la cal ha sido agregada en cantidad conveniente á la defecacion, las combinaciones insolubles que pueden formarse se precipitan tanto en un caso como en el otro y siempre hemos notado un aumento de estas sales en los jugos carbonata-

dos; pero, sí en Java los jugos purificados por la carbonatacion suministran mejor resultado que los defecados, es más que seguro que esto se debe á la eliminacion de una gran cantidad de glucosa y sobre todo de gomas. En todo caso debemos hacer constar que en Java hay cañas de mala calidad que dan buenos resultados en el ingenio, gracias á la purificacion de los jugos por la carbonatacion. Prinsen-Gerlich recomienda este procedimiento que se ha generalizado en ese país.

Evangelista (*Tratado de la elaboracion del azúcar*) dice tambien que el poco éxito de la carbonatacion en los ingenios de cañas se debe á la glucosa, pero cita una experiencia hecha por él en el laboratorio en la cual tomó jugo de caña, le agregó cal, lo carbonató á 60° de temperatura hasta el depósito fácil, lo filtró y lo saturó con ácido fosfórico; despues de una segunda filtracion el líquido estaba limpio de lindo color amarillo con un aumento notable de pureza. Cree que este procedimiento bien dirigido industrialmente daria muy buenos resultados.

Este año hemos seguido durante tres meses el trabajo de la carbonatacion en el ingenio San Isidro y podemos afirmar que no hemos encontrado más dificultades á tratar los jugos de caña que los de remolacha. Evidentemente el procedimiento debe sufrir algunas modificaciones segun la naturaleza de las cañas, pero lo mismo sucede para la remolacha, lo que no ha impedido el desarrollo rápido de este método de purificacion en los ingenios que tratan esta planta.

Respecto á las dificultades de ejecucion, seguramente la carbonatacion es más delicada, más compleja y un poco más difícil á conducir que la defecacion simple, la cual se confia á cualquier persona; pero hay que decir que la carbonatacion bien dirigida permite tratar toda clase de cañas aunque tengan 3 % de glucosa y 70 de pureza sin por esto tener templas imposibles, turbinaje impractica-

ble y jugos llenos de cachazas como sucede con la defecacion. Con este último procedimiento no se extrae azúcar con rendimiento un poco satisfactorio sino cuando la caña es de buena clase; cuando es mala, sea por falta de maduracion ó porque vuelve á brotar, el trabajo en el ingenio se pone difícil, sino imposible y los rendimientos bajan mucho. Como la defecacion no permite remediar á estos inconvenientes hay que tomar lo que viene, esperando dias mejores, más ó menos numerosos segun los años y que llegan en el medio de la zafra.

Insistimos sobre este punto capital en la elaboracion del azúcar de caña, que con la carbonatacion bien dirigida se puede filtrar sin dificultad desde el principio hasta el último dia de la zafra, los jugos y jarabes en filtros prensas análogos á los empleados en los ingenios que tratan la remolacha; se obtiene siempre líquidos perfectamente límpidos y los sedimentos se convierten en tortas duras que se lavan y agotan fácilmente en los mismos filtros.

Las aguas de lavaje pueden entrar en totalidad en la fabricacion, las más densas directamente en los jugos y las livianas en la preparacion de la lechada de cal usada para alcalinizar los jugos. La coccion se verifica sin dificultad, el turbinaje es muy fácil estando la melaza límpida, fluida y exenta de materias en suspension que tapan las telas de las centrifugas y ensucian el azúcar. Entonces, no se vé más líquidos turbios en circulacion que ensucian los aparatos, se suprimen las cachazas en los azúcares, las templeas ligosas imposibles de blanquear y las espumas de clarificacion así como los depósitos de la defecacion en los cuales se pierde mucho jugo desde que no se les utiliza más en las destilerias.

Agregaremos que la fluidez y limpidez de las melazas favorecen en alto grado la cristalizacion y turbinaje de los bajos productos.

No dudamos de que la carbonatacion actua sobre los

jugos obtenidos por presion-maceracion y por difusion como sobre los que provienen de trapiches con presion simple porque las dificultades que se encuentran en el trabajo de los primeros proviene de la presencia de una gran proporcion de glucosa y materias gomosas cuya mayor parte puede eliminarse por la carbonatacion. El grado de dilucion de los jugos de difusion no puede tener influencia alguna si se considera que la carbonatacion aplicada á la purificacion de los jugos de remolacha ha dado resultados idénticos á los procedentes de presion ó difusion entre los cuales existen diferencias de densidad más ó menos iguales á las que se observa en los jugos de cañas extraidos por estos dos procedimientos.

No hablaremos aquí de rendimientos puesto que estos dependen del método general de elaboracion adoptado en el ingenio; más adelante citaremos como ejemplo los resultados obtenidos en el ingenio San Isidro que hemos estudiado especialmente este año.

Por más perfecto que sea el procedimiento de purificacion con carbonatacion, siempre trae algunos inconvenientes que es necesario tomar en consideracion. El principal es la cantidad de cal usada que debemos contar al máximo de 20 gr. por litro contra 1 gr. empleado en la defecacion. Esta cal debe ser elaborada en el ingenio mismo para poder recuperar el gas carbónico que sirve en la carbonatacion lo que necesita la construccion de un horno especial de cal.

La pureza de la piedra tiene una gran importancia, hay que excluir las que contienen mas de 1 % de magnesia ó una fuerte proporcion de arena, sílice soluble, alumina é hiérro.

En fin, como todos los procedimientos, este requiere aparatos especiales (carbonatadoras, filtros, etc.), pero son sencillos y relativamente poco costosos.

CAPÍTULO VII

Concentracion de los jugos.

La concentracion de los jugos se hace á baja presion en aparatos de efectos simples ó múltiples y en dos veces. En la primera, llamada evaporacion, los jugos alcanzan 20 y 30° Baumé; en la segunda, llamada coccion, se trata de dejar en la masa la menor cantidad posible de agua.

1º. EVAPORACION.—Generalmente se usa aparatos de doble, triple y cuádruple efecto. El líquido concentrado se llama jarabe y debe tener 25 hasta 28° Baumé, sea 1206 ó 1236 de densidad; pero en numerosos ingenios se llega ya con dificultad á 18 y 22°, sea 1140 ó 1158 de densidad por la falta de superficie de calefaccion debida a un aumento desproporcionado de produccion y á la deficiencia de los procedimientos de purificacion de los jugos. Como ya lo hemos dicho, los jugos defecados llegan turbios y cargados todavia de cachazas en los aparatos de evaporacion. A medida que aumenta la concentracion, estas impurezas se

precipitan y se depositan sobre las superficies de calefaccion formando una capa cuya dureza y adherencia aumenta poco á poco con el espesor. La parte del aparato que se ensucia más es la que contiene el jarabe concentrado, así es que hemos podido ver en varios ingenios tratando cañas plantas ó mal despuntadas, los tubos de calefaccion de la tercera caja del triple efecto, casi completamente tapados al fin de la zafra. Una mínima capa de estos sedimentos disminuye mucho la transmision del calor y es una ventaja enorme al punto de vista económico, de evaporar jugos bien límpidos, desembarazados de la mayor parte de las materias gomosas como los que se obtienen por carbonatacion. El aparato de evaporacion utiliza para el calentamiento todos los vapores de escape; es el condensador general del ingenio, cuyo buen funcionamiento depende del buen estado de limpieza de la superficie de calefaccion. El agua no evaporada en este aparato va en el aparato de coccion de simple efecto donde se la vaporiza en mayor parte con vapor directo y con menos economia que en un aparato de triple ó de cuádruple efecto. No entraremos aquí en todas las consideraciones que influyen sobre la buena marcha de los aparatos de evaporacion y que estudiaremos ulteriormente hablando del combustible en los ingenios de azúcar. Citaremos, sin embargo, las cifras siguientes para dar idea de lo que se pierde con una concentracion insuficiente de los jarabes.

Tomaremos un jugo de 7° Baumé, de 1050 de densidad, conteniendo 13,2 de materias secas por hectólitro y 91.93 de agua, y vamos á ver las cantidades de agua que se debe evaporar para conseguir jarabes á 15, 20, 25 y 30° Baumé.

Grados Baumé.....	15°	20°	25°	30°
Densidad.....	1114	1158	1206	1257
Materias secas por Hectól.....	29.74	41.45	54.27	68.25
Agua por Hectól.	81.66	74.35	66.33	54.44
Hectól. de jugo inicial por Hectól. de jugo	2.291	3.18	4.17	5.24
Agua á evaporar por Hectól. de jarabe	128.97	218.17	317.42	424.53
Agua evaporada por Hectól. de jugo inicial.....	56.32	68.60	76.12	81.00

Así es que evaporando los jugos á 15° Baumé en lugar de 25 á 30, se pierde por hectólitro de jugo entrado en el aparato de evaporacion 20 á 25 litros de agua que hay que evaporar en mayor parte con vapor directo y simple efecto en el aparato de coccion, mientras que el vapor de escape no utilizado se desprende inutilmente al aire libre.

Ahora, para conseguir un hectólitro de masa cocida de 145 kilos conteniendo 14.90 o/o de agua (*) y 85.10 o/o de materias secas, sea por hectólitro 29.61 de agua y 115.39 de materias secas, las cantidades de jarabe necesarias á 15, 20, 25 y 30° Baumé son :

Grados Baumé	15°	20°	25°	30°
Jarabe necesario en Hectólitro	3.88	2.78	2.13	1.69
Agua à evaporar en litros	287.23	187.07	119.41	97.09
Diferencias por 5° Baumé.....	100.16	68.66	23.22	

Estas diferencias enormes son sobre todo considerables entre 15, 20 y 25° Baumé, pues para 100 litros de jarabe á 30° B. evaporados para conseguir los mismos resultados, es decir el mismo peso de masa cocida, tendremos que evaporar 296 litros á 15° B., 193 á 20° y 123 á 25°, sea una relacion de 1, 1 $\frac{1}{4}$, 2, 3, lo que quiere decir que para un hectólitro de templa se emplea 3 veces mas de jarabe á 15° que á 30° ó 2,75 mas que á 25°, etc. El aparato de coccion trabajará 3 veces, 2 $\frac{3}{4}$, etc. mas en un caso que en el otro y lógicamente el tiempo necesario para una coccion debería variar en las mismas relaciones.

Sin embargo, y cualquiera que sea el grado de concentracion se hace dos cocciones por 24 horas, cada una pidiendo 10 á 11 horas, resultados que se obtienen únicamente á fuerza de vapor directo á alta presion y por consiguiente de combustible.

(*) 15 o/o es un máximo obtenido con templeas ligosas, este número puede bajar hasta 10 o/o pero las conclusiones son idénticas.

El mejor grado de concentracion para la coccion varia entre 25 y 28° Baumé y es indispensable para la buena marcha de la cristalizacion mantener el mismo grado.

En la evaporacion, las pérdidas pueden dividirse en dos clases: las químicas, debidas á ciertas transformaciones inevitables y las mecánicas que provienen del arrastramiento de los líquidos al estado vesicular por los vapores. Para disminuir estas últimas, se ha dispuesto sobre el camino de los vapores aparatos especiales (*vaso de seguridad*) cuyo objeto es recuperar lo mas posible el azúcar así arrastrado. Con una buena disposicion las pérdidas son débiles, sobre todo si se mantiene en cada caldera el nivel del líquido lo mas bajo posible sobre la chapa tubular superior, 4 centímetros á 5 bastan y favorecen al mismo tiempo la evaporacion.

A pesar de esta precaucion, el arrastramiento de los jugos y jarabes al estado vesicular es siempre notable en los aparatos defectuosos. Ciertos autores avalúan esta pérdida á 0,5 o/o de la caña, sea 5 kilos de azúcar por tonelada. Las pérdidas aumentan con el grado de concentracion de los jugos, de manera que las mayores se encuentran en los vapores dirigidos sobre el condensador, donde el azúcar arrastrado se mezcla con un volumen enorme de agua y escapa á las investigaciones. En los ingenios donde se utiliza las aguas de condensacion de la 2ª. caja del triple para la alimentacion de los generadores de vapor, el azúcar arrastrado, aun en pequeña cantidad, trae el inconveniente de alterar sus paredes, de originar espumas, golpes de agua en las cañerías y cilindros de máquinas que producen la rotura de las juntas ó deterioran los tubos. Existe un gran número de aparatos destinados á evitar ó disminuir el arrastramiento vesicular por los vapores.

La experiencia ha demostrado que el problema no es tan sencillo como parece á primera vista y pocos son los que tienen la eficacia deseable. No podemos estudiarlos aquí, solamente hacemos constar que la cantidad de azú-

car arrastrada por los vapores puede alcanzar cifras importantes, y que para evitarla ó reducirla es necesario disponer sobre el camino de los vapores aparatos de seguridad bien combinados, sobre todo en la parte que va á los condensadores. Algunos han creído encontrar una solución en un aumento de diámetro de los conductores en los cuales circulan los vapores, suprimiendo los vasos de seguridad existentes; es un error grave. Los grandes diámetros favorecen la circulación de los vapores, pero por mas grandes que sean ó por mas pequeña que sea la diferencia entre el diámetro de las calderas y el de los conductos, los vapores tendrán siempre en estos últimos mucho mas velocidad que en la parte superior de la caldera de donde salen, y si las vesículas de jugo llegan á este punto arrastradas por el vapor cuya velocidad alcanza su minimum, no hay razon para que no entren ó se depositen en los conductos en los cuales la velocidad de los vapores es mucho mas considerable que en la parte vacia de la caldera. Llamamos la atencion sobre este punto que nos ha parecido olvidado ó despreciado en varias instalaciones ó modificaciones y que sin embargo pueden traer inconvenientes y pérdidas de importancia.

Para conseguir el rendimiento máximo de los aparatos de evaporacion es necesario mantener la superficie de calefaccion en el mayor estado posible de limpieza. Una buena práctica consiste en hacer hervir en cada caldera durante dos ó tres horas una disolución de soda cáustica á 5 % y á la mas alta temperatura posible; se lava y se reemplaza el líquido alcalino por un otro conteniendo 5 á 6 % de ácido clorhídrico, se hace hervir y se lava con agua hasta neutralización. Si es necesario, se raspa después de esta operación el interior de los tubos una vez ó dos durante la zafra, pero es bueno efectuar lavajes mas frecuentemente, el tiempo empleado en esta operación se gana facilmente con el aumento de evaporacion y la economía de combustible.

Los jarabes representan con poca diferencia la composicion de los jugos purificados menos una cierta cantidad de agua segun su grado de concentracion. Forman un líquido generalmente turbio, aun cuando los jugos son límpidos, á causa de las materias precipitadas por la concentracion. Los que provienen de la carbonatacion filtran fácilmente en filtros mecánicos, pero los resultados son mejores á la temperatura de la ebullicion, en este caso es necesario calentar los jarabes al salir del aparato de evaporacion. Los que provienen de jugos defecados no filtran á causa de su viscosidad; en la mayor parte de los ingenios se les manda directamente á la coccion. Se ha propuesto filtrarlos sobre bagazo, arena, crin vegetal, etc, etc., ninguna de estas sustancias ha dado resultados satisfactorios. La mejor materia filtrante para los jarabes es el negro animal, su accion, sobre todo con líquidos concentrados á una temperatura vecina de la ebullicion es bien conocida y apreciada de los que se han ocupado de la refinacion del azucar; es un descolorante y purificante poderoso y tiene todavia la ventaja de dejarse lavar y agotar con una cantidad relativamente pequeña de agua caliente. La dificultad de revivificarlo lo ha hecho abandonar. Se puede en cierto límite reemplazar su accion descolorante tratando los jarabes por gas sulfuroso al salir del aparato de concentracion.

COCCION EN GRANOS.—Los jarabes se cuecen generalmente en granos, es decir que en esta operacion se convierte por evaporacion los jarabes en una masa más ó menos compacta, formada por cristales de sacarosa aglomeradas entre sí por un líquido espeso llamado melaza. La coccion constituye una operacion importante que tiene influencia marcada sobre la cantidad de azúcar extraído en primer lance. Sin presentar dificultades, esta operacion requiere atencion y práctica y se debe confiarla á operarios especialistas. (1) La formacion de cristales de sacarosa en los

(1) Maestro de azúcar.

jarabes de cañas se verifica fácilmente por concentracion; sin embargo para conseguir el mayor rendimiento, hay que observar ciertas reglas basadas en las leyes de la cristalización y confirmadas tambien por la práctica.

Enumeraremos los puntos más importantes de esta operación es decir los que influyen más sobre el resultado final.

En primer lugar en una coccion bien conducida, los cristales deben ser iguales; los finos mezclados con otros más gruesos traen como consecuencia una disminucion en el rendimiento porque estos cristales pequeños de poca consistencia se disuelven fácilmente en el líquido empleado para lavarlos y muchos pasan al través de las telas metálicas de los centrífugos arrastrados por la melaza.

El tamaño de los cristales tiene su importancia. Para obtener azúcar primera extra molida, los granos un poco gruesos son preferibles porque la separacion de la melaza y el lavaje se efectuan de un modo más completo; pero á causa de la dificultad que se encuentra en la molienda, y para conseguir polvos cristalinos, unos fabricantes prefieren los granos finos de los cuales cierta proporcion puede pasar intacta entre los cilindros del molino; pero los cristales de un grueso mediano suministran resultados más ventajosos para la elaboracion de azúcar destinado á la refineria que no requiere un lavaje tan perfecto como el tipo precedente. Se evitará con cuidado los cristales demasiado pequeños con jarabes impuros y viscosos.

Se empieza por formar lo que se llama *pié de coccion* que contiene un cierto número de centros de cristalización representados al origen por cristales pequeños sobre los cuales el azúcar va depositandose, aumentando paulatinamente sus dimensiones; pues es evidente que para una cantidad dada de azúcar puesta en cristalización al tamaño final de los cristales será en relacion inversa con el número de dichos cristales, pero hay un límite que no se puede pasar en la práctica sin disminuir mucho el rendi-

miento. En consecuencia el volúmen del pié de coccion y el número de cristales que se debe formar variarán segun la clase de azúcar que se quiere conseguir. Generalmente el volúmen del pié de coccion alcanza alrededor de un tercio del volúmen total de la masa cocida, pero para obtener granos muy finos este volúmen puede alcanzar la mitad. Más se aumentará el volúmen del pié de coccion, más blandos y más finos serán los cristales.

La coccion se efectua en un aparato de simple efecto en el cual se introduce el volúmen de jarabe suficiente para la formacion del pié de coccion, que varia segun el grado de concentracion de los jarabes y que se determina fácilmente con un poco de práctica. Al principio la ebullicion es tumultuosa, pero poco á poco el hervor se calma á medida que aumenta el grado de concentracion y se sigue evaporando hasta que se llegue al punto conveniente que se determina prácticamente de varios modos; el siguiente es el más usado: una gota apretada entre el pulgar y el índice y estirada, suministra un hilo que no se rompe sinó cuando cierta distancia separa los dos dedos. Esta distancia aumenta con el grado de concentracion. El mejor punto se halla cuando al separar los dedos con viveza se obtiene un hilo que se rompe cuando la distancia entre los dedos alcanza su maximum; entonces la parte pegada al índice se enrrolla en forma de tirabuzón cuya extremidad se encorva como un gancho; es lo que se llama la prueba al hilo ó al gancho, la cual puede ser débil ó fuerte segun la pureza de los jarabes. Los jarabes impuros se concentran más porque la cristalizacion se hace difícilmente, con los puros, se concentra menos para evitar un número demasiado grande de cristales.

Hay tambien otra prueba que consiste en enfriar en agua á 25° aproximadamente una pequeña cantidad del jarabe concentrado y en formar con ello entre los dedos una bola cuya consistencia indica el grado de concentracion. Como

la temperatura del agua modifica la consistencia de dicha bola, es menester tomarla lo más posible al mismo grado.

Al punto que hemos indicado, el jarabe tiene 42 1/2 á 43° Baumé y se halla en estado de sursaturacion, es decir que contiene en disolucion una cantidad de azúcar mayor de la que corresponde á su temperatura; el más pequeño enfriamiento tendrá entonces como consecuencia la precipitacion de una parte de sacarosa bajo forma de cristales muy finos y brillantes hasta que se restablezca el equilibrio. Se puede provocar este enfriamiento de varios modos, ya sea aumentando la depresion en el aparato y disminuyendo al mismo tiempo el vapor en los serpentines, ó mejor y más fácilmente haciendo entrar bruscamente en el seno de la masa en ebullicion una pequeña cantidad de jarabe. Este jarabe que contiene una proporcion de agua mayor que él que se halla en el aparato se evapora rápidamente hasta llegar al mismo punto de concentracion lo que produce una débil caída de la temperatura, suficiente para determinar la formacion de los cristales. El punto delicado en esta operacion es formar un número conveniente de cristales, puesto que como lo hemos dicho ya, de este número depende el tamaño final.

Se llega á este resultado por cargas sucesivas é iguales dejando entre cada una, que el líquido vuelva casi á su concentracion primitiva. Se toma una muestra entre cada carga se la reparte sobre un vidrio limpio y seco en capa delgada y se puede entonces por transparencia valuar el número de cristales formados. Cuando este número parece suficiente se efectua una carga mayor que las precedentes para diluir la masa tomando la precaucion de aumentar el vapor en los serpentines en cantidad conveniente para no formar otros cristales ni disolver los granos ya formados, es lo que se llama lavar los cristales; se deja concentrar al punto conveniente, es decir cerca de la saturacion y se sigue así alimentando de una manera continúa con la proporcion de jarabe conveniente para compensar el agua evaporizada y el azúcar

que se deposita sobre los cristales hasta que se llegue al volúmen total de la masa cocida. Si se concentra demasiado se forman otros pequeños cristales que impiden á los primeros formados, de alcanzar al tamaño conveniente; si al contrario la concentracion no es suficiente el azúcar no cristaliza y á veces los cristales ya formados se disuelven. La alimentacion se efectua con mucha facilidad cuando se saca del aparato de concentracion los jarabes al mismo grado, pues no hay más que mantener la misma depresion en el aparato, la misma temperatura en los serpentines y regular la entrada de jarabe en cantidad conveniente por tanteos. La coccion debe ser lenta; el movimiento regular y continuo producido por la ebullicion favorece mucho la cristalizacion, se obtiene mayor rendimiento y granos más duros. Una operacion requiere 10 á 11 horas y la temperatura la más conveniente es 65° correspondiendo á una depresion de 19 pulgadas francesas que es la graduacion adoptada en la práctica por los manómetros. Los jarabes demasiado concentrados suministran granos finos pero se puede llegar sin dificultad á 25 y 28° lo que permite cocer despacio con poca presion en los serpentines. Cuando el aparato está lleno, se detiene la alimentacion y se deja concentrar la masa dejando aumentar poco á poco la depresion para enfriarla y facilitar la cristalizacion del azúcar que queda disuelto en la parte líquida.

Se debe concentrar lo más posible, pero hay un límite que no se puede pasar con los aparatos ordinarios porque la masa se pone tan compacta que es imposible vaciar el aparato. Con jarabes impuros y viscosos se dejará más agua para facilitar la separacion de los cristales. Generalmente la masa cocida contiene 12 á 15 % de agua pero se puede reducir esta proporcion hasta 8 o/o con jugos bien purificados.

Las siguientes cifras darán una idea de la composicion de masas cocidas proviniendo de cañas de riqueza muy diferente.

	Agua olo gramos	Materia seca olo gramos	Azúcar olo gramos	Pureza	GLUCOSA		No azúcar menos glucosa	
					olo gr.	olo azúc	olo gr.	olo azú.
I con muchas cañas plantas...	14.5	85.5	70.12	82.00	6.63	9.45	9.75	13.90
II id	13.72	86.28	73.08	84.70	4.28	6.00	8.82	12.07
III Cañas socas 9 análisis.....	9.85	90.15	77.96	83.48	5.04	6.46	7.15	9.70
IV Buenas cañas.....	11.10	88.90	79.58	87.50	2.48	3.10	6.22	7.71

Tucuman P. L.

Estas masas cocidas provienen de jarabes purificados por gas sulfuroso y defecacion simple.

Citaremos todavia dos procedimientos usados á veces para conseguir granos más gruesos que los formados en la coccion ordinaria, pero siempre á espensas del rendimiento. En uno se efectua la coccion en grano, para formar cristales del mayor tamaño posible y en lugar de vaciar completamente el aparato, se deja adentro una cierta cantidad de masa cocida suficiente para tapar completamente el primer serpentín de abajo; se cierra rápidamente el aparato, se deja subir la depresion interior, se calienta y se alimenta con jarabe caliente, teniendo cuidado de no formar otros cristales. El resto de la coccion se efectua como de costumbre.

Se puede todavia aumentar el tamaño de los cristales en proporcion considerable de la manera siguiente que es poco práctica. Se evapora el jarabe como para formar un pié de coccion, pero se detiene la concentracion antes de llegar al punto y de conseguir el jarabe casi saturado. Se interrumpe entonces la operacion, se restablece la presion interior y se echa en el líquido por la puerta autoclave del aparato una cierta cantidad de azúcar cristalizado

proviniedo de una operacion anterior. Se elije los cristales más gruesos y regulares y asi se obtiene un pié de coccion con la cantidad de cristales que se cree necesaria y que se puede reducir á voluntad. Se cierra el aparato, se calienta despacio dejando subir la depresion y se alimenta como lo hemos dicho en los casos precedentes.

Se puede obtener así cristales de más de 4 á 5 m/m que se debe considerar como simple curiosidad porque el rendimiento es relativamente insignificante.

CAPÍTULO VIII.

Separacion de los cristales

AZÚCAR DE PRIMER LANCE—La separacion de los cristales de la melaza se verifica bajo la influencia de la fuerza centrífuga en aparatos bien conocidos llamados *Turbinas* ó *Centrífugas*. Esta operacion constituye el *turbinaje*.

Una vez concluida la cocción, la masa corre en un depósito adecuado, generalmente de poca altura, y de dimensiones convenientes para que quepa una coccion entera. A menudo se la deja enfriar 3 ó 4 horas, á veces mas, segun las necesidades; pero, como la masa queda en reposo, una cierta cantidad de azúcar todavia disuelta en la melaza, cristaliza y en lugar de depositarse sobre los cristales ya formados, origina otros finos y de poca consistencia. Estos cristales finos se forman en mayor proporcion en las masas cocidas impuras y bien concentradas y aumentan todavia las dificultades del turbinaje. Sería mejor, en este caso, tratar inmediatamente la masa caliente. Para las cocciones relativamente puras, el inconveniente no es tan grave porque la melaza

menos viscosa se reposa mas fácilmente y, durante la concentracion, la mayor parte del azúcar disuelto cristaliza.

Al salir del aparato de coccion y sobre todo despues del enfriamiento, la masa cocida tiene una consistencia que no permite tratarla sin preparaci3n en los centrífugos. A medida de las necesidades se la echa en un malazador mecánico donde se le agrega una cierta proporcion de líquido con el objeto de diluir la melaza, ponerla mas fluida y conseguir una mezcla homogénea; condiciones indispensables para el buen funcionamiento de las turbinas que requieren como se sabe un cargamento de peso igual sobre toda la superficie del tambor. El líquido agregado en el malazador consiste á menudo en melazas diluidas con agua para obtener un jarabe casi saturado á 25° ó 30° Baumé por ejemplo; así se disuelve relativamente poco azúcar cristalizado porque pronto este líquido se satura por la disolucion de los pequeños cristales formados durante el enfriamiento en el reposo. No sucede lo mismo cuando se reemplaza la melaza á 25° ó 30° por otra mas diluida ó con agua como suelen hacerlos varios fabricantes para conseguir azúcar blanco de primera. En este caso y sobretodo con masa cocida caliente y granos finos, se disuelve una proporcion enorme de cristales.

El primer líquido que sale de las centrífugas contiene el azúcar no cristalizado durante la coccion y casi la totalidad de las impurezas disueltas, se le deja correr, luego se lava los cristales con agua, se deja secar y se obtiene azúcar mas ó menos blanco segun la pureza, la coloraci3n de la masa y la cantidad de agua usada para el lavaje. Todavia en este lavaje una proporci3n considerable de azúcar cristalizado se disuelve y el líquido que sale en este momento de las centrífugas es casi tan puro como el jarabe empleado para la coccion; en la mayoria de los ingenios se lo mezcla con el primero mucho mas impuro y se obtiene así la melaza de primera.

Para conseguir terrones se lava los cristales con agua y se seca con un chorro de vapor en las centrífugas; entonces los cristales se sueldan formando una masa dura que se debe romper en varios pedazos *terrones* para poder sacarla del tambor.

Para azúcar molida se lava con agua (*), se deja secar, á veces se facilita el lavaje con un chorro de vapor á baja presión y se saca los cristales sueltos que se hacen pasar luego en molinos para convertirlos en polvo mas ó menos fino, análogo á harina *semola*.

Para el azúcar destinado á la refinería se lo lava con melaza diluida ó con una pequeña cantidad de agua, los cristales salen sueltos y un poco amarillo-pardo á causa de la capa delgada de melaza que queda pegada á sus superficies.

Los rendimientos difieren segun la pureza de los jarabes, pero, para una misma composición de masa cocida, los resultados varían mucho segun la habilidad del operario encargado de la cocción (*maestro de azúcar*), la clase de azúcar que se quiere elaborar, y los cuidados tomados para el turbinaje.

De las cifras que hemos obtenido durante varios años y en diferentes ingenios, resulta que el peso de azúcar bruto obtenido p. hectol. de templa de 145 á 146 k sería comprendido entre los límites siguientes:

Primera molida 65 hasta 68 y á veces 75 ks.

Azúcar para refinería 78 hasta 85.

Terrones 55 » 60 ks.

Estas diferencias son debidas, en parte á la composición de la caña cuyo jugo á veces no puede alcanzar un grado de pureza suficiente para la defecación simple, como lo hemos hecho constar, suministra entonces templas cargadas con materias gomosas, muy difíciles de

(*) Se emplea tambien agua azulada con azul de ultramar para blanquear mas el azúcar.

granar y blanquear, pero hay que decir tambien que el modo de conducir la coccion tiene una influencia enorme asi como la manera de efectuar el turbinaje. Agregaremos que es del todo necesario mantener las centrífugas en estado perfecto al punto de vista mecánico. Sus potencias dependen de su velocidad que varía segun los tipos y el diámetro de los tambores entre 800 y 1200 revoluciones por minuto. Si por un defecto cualquiera que casi siempre no falta, esta velocidad disminuye, la templa purga difícilmente, los cristales quedan envueltos con melaza que no se saca sino por repetidos lavajes con agua que disuelve muchos cristales. Se debe averiguar frecuentemente el estado de las telas metálicas que retienen los cristales, las cuales deben estar siempre intactas y bien pegadas sobre los tambores. En fin esta parte del ingenio debe ser el objeto de cuidados constantes tanto por parte del Jefe de fabricación como del mecánico.

Supongamos ahora una templa de composicion media, por ejemplo el núm. III del capítulo precedente conteniendo :

MATERIAS DETERMINADAS	°/o Gr.	Por Hect. de 145 Ks.
Agua.....	9.85	14.28
Materia seca.....	90.15	130.72
Azúcar.....	77.96	113.04
Pureza.....	86.48	

Con un rendimiento por hectólitro de 68 ks. de azúcar 1ª. molida y 82 para la refineria, tendremos en el primer caso 45 de azúcar en las melazas y en el segundo 31, sea 79ks.10 y 60ks. 54 de melazas á 40° Baumé cuya composicion seria :

Agua.....	16.42	11.86
Azúcar.....	45.00	31.00
Materias secas.....	62.68	48.68
Total.....	79.10	60.54
Pureza.....	71.80	63.70

Sea: 52,00 ls. á 46,00 ls. de melaza por hectólitro de templa.

La melaza proveniente del turbinaje del azúcar para refinar seria agotada casi en una sola cristalización, mientras que las dos otras requieren todavía dos. Notaremos que estos resultados pueden ser considerados como inferiores á los generalmente obtenidos puesto que en muchos ingenios que elaboran primera molida y sobre todo terrones, se puede cocer la melaza de segunda fácilmente en granos, lo que importa una pureza mayor de las que indicamos y por consiguiente un rendimiento en las centrífugas todavía inferior. Estos azúcares muy blancos obtenidos á fuerza de lavajes se reconocen fácilmente. Si se examina los cristales al salir de las centrífugas, se nota la poca densidad, la falta de regularidad en el tamaño, y sobre todo los ángulos y esquinas embotados. Citaremos por ejemplo un ingenio (1893-94) con cañas mejores que la generalidad en Tucuman, pero muy mal despuntadas, lo que hacia bajar la pureza de los jugos á una cifra igual y tal vez inferior y en el cual no se agotaban las melazas sino al cabo de la cuarta cristalización; la segunda se cocia siempre en grano. Esto no es debido, como se suponía, á la superioridad de la caña pero únicamente al turbinaje en el cual se derretia mas del 50 % de azúcar cristalizado para conseguir azúcar blanco con una instalación defectuosa. Al salir de las centrífugas, la melaza de primera tenia una pureza que pasaba 80 y suministraba en segunda cristalización azúcar casi tan blanco como la primera y mas puro porque contenia menos cachazas. No faltan ingenios en iguales condiciones.

CAPÍTULO IX

Tratamiento de los bajos productos

AZÚCARES DE 2ª Y 3ª CRISTALIZACION.—De lo que acabamos de decir respecto á la elaboracion del azúcar de primera cristalización resulta que para un hectólitro de masa cocida se obtiene una proporcion muy variable de melazas, pero siempre considerable.

El azúcar contenido en estas melazas no puede cristalizar á causa de su estado de dilucion que difiere según la naturaleza y la cantidad de líquido empleado en el lavaje. La densidad de estas melazas se halla comprendida entre 35 y 40° Baumé y es necesario concentrarlas para obtener otra cristalización. Generalmente la pureza es demasiada baja para permitir una cristalización instantánea como en la coccion en grano; se las cuece á la prueba del hilo, en aparatos análogos á los usados para cocer los jarabes en grano. Se llena el aparato con las melazas á una altura suficiente para tapar el último serpentín superior por una capa de

30 á 50 c/m., se abre el vapor y se evapora alimentando con melazas para compensar la evaporacion y llenar completamente el aparato. El punto de concentracion conveniente se determina como lo hemos indicado tratando de la formacion del pié de coccion con los jarabes. Este punto difiere un poco segun la clase de melaza; una buena regla consistiría en no concentrar tanto las melazas impuras y viscosas que las otras. Se sabe, en efecto, que la cristalización no se efectua bien sino en un medio que permita movimientos moleculares, y la viscosidad impide dichos movimientos; pues, mas se concentrará las melazas impuras, mas viscosa será la masa cocida y la cristalización se efectuará mas lenta y difícilmente.

Se cuece las melazas á una temperatura mas elevada que los jarabes, 70 á 75°, y una vez alcanzado el punto de concentracion se vacia el aparato dejando correr la masa en depósitos adecuados donde se la deja enfriar. El enfriamiento debe ser progresivo, se obtiene así cristales mas duros y de dimensiones mas convenientes para el turbinaje. Un enfriamiento brusco, sobre todo con melazas relativamente puras, trae una cristalización abundante y gran número de cristales que quedan pequeños y difíciles de separar en el turbinaje. El tiempo necesario para conseguir el máximum de azúcar cristalizado varia segun la composicion de la masa, pero con melazas de iguales purezas, masa cocida al mismo punto de concentracion, este tiempo varia todavia con las dimensiones de los depósitos; los pequeños dan una cristalización mas completa y rápida que los grandes. De todo modo, no se deberia pasar el volúmen que corresponde á una coccion para llenar cada depósito en una sola operacion. Con el mismo volúmen, los depósitos de poca altura son mejores pero tienen el inconveniente de ocupar mucho espacio. El lugar donde se dispone los depósitos debe estar cerrado, al abrigo de los cambios bruscos de temperatura. En resumen, lo que se debe buscar, tanto en las dimensiones de

los depósitos como en la disposición del edificio, es un enfriamiento lento, progresivo, completo y regular de la masa.

Tenemos aquí promedios de análisis de masa cocida de segunda :

Azúcares elaborados en primera cristalización	Materias secas % gr.	Azúcar % gr.	GLUCOSA		PUREZA
			% gr.	% de azúcar	
Terrones.....	86.20	69.22	4.98	7.22	80.3
1a. molida y terrones..	85.92	66.33	5.63	8.50	77.2
1a. molida.....	84.92	63.85	6.28	9.85	75.2
1a. molida y refineria..	85.78	63.65	6.42	10.00	74.2
Azúcar para refineria ..	84.80	58.02	7.30	12.60	68.5

Tucuman P. L.

Cuando se juzga que la cristalización ha alcanzado su máximo, que la masa tiene la temperatura ambiente, se separa los cristales, como lo hemos dicho para la primera, y se obtiene el azúcar de segunda. La melaza que proviene de esta cristalización se cuece como en el caso precedente y se vuelve a poner en cristalización, la cual requiere entonces mucho mas tiempo (2 ó 3 meses) a causa de las impurezas cuya proporción va siempre aumentando a cada cocción.

Se debe cocer las melazas destinadas a la cristalización lo mas pronto posible, es decir cuando el volumen es suficiente para llenar el aparato de cocción. La melaza diluida al salir de las centrifugas fermentan con mucha facilidad, pues hay inversión rápida de la sacarosa que se evitará para la concentración.

La melaza agotada por la 3ª cristalización, es decir la, cuya impureza no permite mas al azúcar de cristalizar, va a la destileria.

Aquí tenemos un promedio de análisis de melaza de tercera hechos inmediatamente despues del turbinaje.

Grado Baumé	38°7	41°0
Azúcar % gr.	38.23	40.65
Glucosa % gr.	11.08	14.80
» % de azúcar. . .	28.20	36.4
Cenizas.	5.45	—
Pureza.	53.70	—

Tucuman P. L.

La composicion de estas melazas es muy variable, la proporcion de glucosa aumenta rápidamente despues del turbinaje. Al cabo de 4 ó 5 meses hemos encontrado en melazas destinadas para la destileria 23.09 de azúcar y 23.43 de glucosa (grado Baumé 40 á 41).

Por lo que es del peso obtenido por 100 kilos de cañas no tenemos cifras para determinarlo, pero se puede valuarlo al mínimum á 3ks.25 de melaza á 40° Baumé $\frac{0}{10}$ ks. de cañas.

CAPÍTULO X.

Rendimientos

Generalmente se expresa los rendimientos por un tanto de azúcar bruto, extraído por 100 kilos de cañas molidas. Se comprenderá fácilmente que estas cifras no pueden ser comparables puesto que todos los ingenios no elaboran la misma clase de azúcar y no tratan la misma calidad de cañas. Es evidente que un ingenio que produce únicamente azúcar para la refinería tendrá mejor rinde en primera cristalización que un otro que no fabrica sinó azúcar para el consumo directo y se puede decir lo mismo de un ingenio que muele cañas ricas, comparándolo con otro que trata muchas cañas plántas, ó de riqueza inferior. La mejor manera sería de comparar el azúcar obtenido y el azúcar contenido en la caña valuando todo en sacarosa pura; pero es muy difícil actualmente recoger los elementos indispensables para establecer dicho cálculo. Por ejemplo, en numerosos ingenios el peso de

la caña molida no se determina de una manera rigurosa, muchos se contentan en pesar la caña comprada y valuar mas ó menos la producida por el ingenio; pero, suponiendo todavia el peso exacto faltaría seguramente la riqueza media de las cañas, la cual no puede establecerse sino con numerosos análisis diarios. Lo más á menudo, se toma la densidad de los jugos de trapiche 2 ó 3 veces por dia y frecuentemente de una manera poca segura por falta de cuidados indispensables. A veces las observaciones efectuadas se refieren al jugo del primer trapiche, otra vez al jugo diluido por agua sulfurosa etc. etc. Por otra parte, si se sabe el peso de azúcar elaborado durante la cosecha faltan las cantidades de cada clase y sobre todo los análisis de cada lote despachado. En resumen, con raras excepciones no se encuentra en los ingenios del Norte, un control químico como en los que tratan la remolacha, ni tampoco una direccion técnica para establecerlo. Es tambien á veces bastante difícil obtener datos seguros de los que podrian conocerlos, y es bien sabido que muchos exageran los rendimientos. Asi es que comparando varios ingenios que trabajan exactamente con los mismos procedimientos, cañas poco diferentes, elaborando la misma clase de azúcar se encuentra en unos un rendimiento de primera de 5.2 á 5.5 mientras que otros pretenden pasar fácilmente el 7, pero es inútil insistir sobre el valor de esta última cifra y sabemos que no es á la ciencia que se debe atribuir tan maravillosos resultados.

Citaremos como ejemplo y para fijar las ideas, los resultados aunque desgraciadamente incompletos pero establecidos concienzudamente al fin de la cosecha 1895 en dos ingenios; uno en la Falda, el otro en la llanura de Cruz-Alta.

La cosecha de 1895 ha sido larga y el tiempo lluvioso en el último mes.

En la Falda el ingenio que nos ocupa ha molido 80.837.800 kilos de cañas, produciendo:

Azúcar molido primera.....	kilos	2.171.190
Terrones.....	»	270.683
Azúcar para refinería.....	»	1.756.300
Total		4.198.173

Sea un rendimiento en primera cristalización de 5,193. Ahora valuando las dos otras cristalizaciones por los resultados obtenidos en los primeros turbinajes se llega á 6,10.

En el ingenio de la llanura de la Cruz-Alta, se ha molido en cifra redonda 64.000.000 kilos de cañas, produciendo 3.538 000 kilos de primera molida, sea un rendimiento en primera cristalización de 5,684; pero debemos notar que la mayor parte de la segunda producida durante la cosecha ha sido derretida en los clarificadores. Luego se ha obtenido: en 2ª cristalización 450.000 kilos
en 3ª » 300.000 »

Lo que hace un total de 4.288.000 kilos y un rendimiento de 6,70 0/0 de la caña.

El año 1898 dió una cosecha excepcional á causa de las lluvias que cayeron al principio hasta el 4 de Julio y que obligaron á los ingenios de suspender á menudo la molienda y de las heladas extraordinarias, (4º bajo cero) que sobrevinieron despues. Al 10 de Julio, el ingenio precedente, de la Falda habia molido ya 14.929.200 kilos de cañas que habian producido en primera cristalización:

Primera molida	kilos	562.224
Azúcar para la refinería.....	»	228.624
Total	»	790.844

Sea un rendimiento en azúcar bruto de 5,297 por 100 ks. de cañas; con una extracción en los trapiches de 69 litros 40 á 9º 17 Baumé sea 1067 de densidad ó 74 kilos de jugo por 100 kilos de cañas. A la misma época el ingenio de la llanura de Cruz-Alta ya citado tenía una extracción de 68 litros con cañas de 8 1/2 hasta 9º Baumé sea: 72.9 á 72.5 por 100 ks. de cañas.

Estos rendimientos de azúcar son débiles, pero tendríamos todavía que rebajarlos si se tuviera en cuenta, como se debería hacerlo el grado de polarización de los azúcares elaborados. Por falta de documentos seguros se publica á menudo cifras tan diferentes que es imposible darse una idea del estado actual de la elaboración del azúcar en Tucuman. Por ejemplo: en un informe mandado á la Sociedad de Agricultura alemana por el agente agrícola del Ministro de Alemania en Buenos-Aires (1897) que los rendimientos alcanzan 6,7, con excepcion 8 % de la caña y que 75 % del azúcar producido se obtiene en la primera cristalización. Nunca hemos encontrado 8 % en ingenios que elaboran con la defecación simple azúcares para el consumo directo, pero el autor agrega que en 1896 en dos ingenios de la Compañía Azucarera fundados por el Sr. Tornquist, «Trinidad» y «Florida», se obtuvo al fin de la cosecha 9 á 10 % y la «Nueva Baviera» de la misma sociedad *ciertos dias* 12 %, rendimientos que jamás se habian visto en la Argentina y que son muy raros en la América del Sud. En primer lugar sería necesario indicar el rendimiento de una manera mas rigurosa porque de 9 á 10, hay 1% de diferencia y es mucho cuando se lo multiplica por millones de kilos de cañas molidas y decir por lo menos cuales son las clases de azúcar elaboradas. El ingenio «Florida» de instalación moderna (1892) no tiene nada de particular que se refiera á los procedimientos de elaboración, propiamente dicha. Tiene muy buenos trapiches, motores perfeccionados, buenos generadores de vapor etc. etc.; en fin puede tener una buena extracción y economizar el combustible, pero parece difícil con esto y la defecación simple llegar á aumentar los rendimientos en tales proporciones sobre todo que la Florida y tambien la Nueva Baviera no tienen la mejor caña de Tucuman. Los ingenios de la compañía azucarera no elaboran otra clase de azúcar que la destinada á la refinería, lo que es mucho más fácil y económico puesto que en este caso el color es de

poca importancia, basta con llegar al rendimiento en refinería fijado, sea 96 % por ejemplo, pero esta cifra puede aun bajar lo que aumentaría todavía el peso de azúcar bruto, extraído por 100 ks. de cañas. El ingenio Nueva Baviera purifica los jugos por carbonatacion y filtraciones, en fin, tiene un procedimiento de elaboracion que permite conseguir un aumento notable en los rendimientos, comparándolos con los que trabajan con la defecacion simple.

Sin embargo, un rendimiento de 12 % nos parece muy exagerado; en efecto si se toma una riqueza de 96 % en el azúcar elaborado para la refineria, el rinde, de 12, cae á 11.52 % en azúcar puro. Suponiendo ahora 0.50 de pérdidas en el ingenio y 1.50 de azúcar en las melazas, tendríamos como azúcar extraído de la caña 13.52 % lo que corresponde con una extraccion maximun de 69 litros á 70 ó 75 ks. % de caña á una riqueza de 16.20 de la caña sea una densidad en los jugos de 1085, sea 11°5 Baumé y 19.60 á 20 % c. c. de azúcar. Estas cañas son muy raras en Tucuman, aun en los mejores sitios y para el caso es un minimum que establecemos puesto que hemos exagerado la extraccion y reducido mucho las pérdidas y el azúcar en las melazas.

Nosotros estamos convencidos de que en los ingenios que elaboran azúcar para el consumo directo el rendimiento % de caña en primera no pasa 5 y sumando todas las cristalizaciones 7 valuado en sacarosa pura. Ahora si se toma una riqueza media de la caña de 13 % correspondiendo á un jugo de:

Densidad.....	1070,00
Gdos. Baumé.....	9,60
Azúcar.....	15,50
Gdos. Vivien.....	18,25
Pureza.....	85,00

y una extraccion media de 65 lt. sea 69.5 á 70 ks. por % de caña, el azúcar entrado en el ingenio será de 10 ks. % de cañas de los cuales se obtiene 7 en todas las cris-

talizaciones. Lo que corresponde á una extraccion de 70 % del azúcar extraído por los trapiches y 51.50 % del azúcar contenido en la caña.

Estos rendimientos podrian ser aumentados en proporcion notable por un trabajo general bien dirigido y con métodos de purificacion más en relacion con la composicion de los jugos. Para dar una idea del poco rinde de las plantas en primera cristalización daremos las cifras siguientes, obtenidas en 1898 en un ingenio de la Falda, ya citado.

Hasta el 10 de Julio este ingenio habia molido 14.930 toneladas de cañas y obtenido en 1ª 790.840 ks. de azúcar de los cuales 228.600 en azúcar para refineria. Como no tenemos análisis de este azúcar, lo tomaremos como puro. El jugo tenia una densidad media de 9,17 Baumé sea 1067 de densidad, lo que permite deducir una composicion media de los jugos de 14,85 de azúcar con una pureza de 84, sea 12.50 azúcar % de caña. El ingenio posee dos trapiches muy potentes iguales, montados en represion. La extraccion alcanzaba 69 litros 40 sea en total 103.614 hectólitos de jugo y una entrada en azúcar de 1.538.670 kilos.

1º Suponemos una pérdida de 0,5 de azúcar por 100 de caña sea 74.650 ks. hasta la coccion; quedaria en las plantas:

$1.538.670 - 74.650 = 1.464.020$ de azúcar, sea en hectólito de 145 ks. conteniendo 112 ks. de azúcar, 13.000 hectol.

El rendimiento por hectólito seria $\frac{790.848}{13.000} = 60,83$.

2º Aumentando las pérdidas á 1 % de azúcar por 100 de caña sea 149.300 ks., quedaria en las plantas 1.398.370 ks. de azúcar sea 12.200 hect. de planta á 112 de azúcar y un rendimiento de 64.74 por hectólito.

3º Si las pérdidas alcanzaban la cifra exagerada de 1.5 % de caña sea 223.750 ks., el azúcar en las plantas seria de 1.314.920 sea 11.400 hectól. y un rendimiento de 68,65 por hectólito.

El ingenio trabaja con defecacion simple y agua sulfurosa agregada al jugo, al salir de los trapiches.

Tomando para las pérdidas hasta la templa la cifra ya bastante elevada de 1 % el rinde por hectól. de templa llegaria á 65 ks. y si se supone otra pérdida de 0,5 % del peso de caña durante la coccion y el turbinaje, se llegaria á $1.314.920 - 790.840 = 624.072$ ks., es decir que 78,90 % del azúcar obtenido queda en la melaza. Esto representa 7950 hectólitos de masa cocida de 2ª á 130 ks., de una pureza de 70 á 72, de los cuales no se obtendrá mas de 25 kilos por hectólito, sea 198.700 ks. de azúcar, lo que agregado á la cantidad obtenida en 1.ª da un total de 989.600 kilos, y por consiguiente 6.62 % de la caña.

CAPÍTULO XI

Vuelta de melazas en la coccion en grano.

Cristalizacion en movimiento.

De lo que acabamos de decir respecto á la coccion de los jarabes y melazas y del turbinaje, se vé el rol importante de estas operaciones en la elaboracion del azúcar. Llamaremos todavía la atencion sobre este hecho que á pesar de una buena depuracion aun con carbonatacion, si la coccion y turbinaje quedan mal dirigidos se pierde todo el provecho y tal vez más, del trabajo ulterior de los jugos. Todos los esfuerzos deben tender á extraer por primera cristalizacion la mayor cantidad de azúcar posible; la parte que queda en disolucion como la que se disuelve en el turbinaje nunca se recupera completamente en las otras cristalizaciones. A pesar de todos los cuidados se forman siempre azúcares reductores y otras materias en la coccion y durante el reposo, impurezas que aumentan la viscosidad de las melazas y por consiguiente las dificul-

tades para la cristalización de los últimos productos. A cada coccion se forma tambien materias colorantes y los azúcares obtenidos se ponen más y más impuros y oscuros. La realizacion rápida de los varios productos en un número lo más reducido posible de cristalizaciones constituye un principio económico indiscutible.

Hemos dicho que en el turbinaje de la masa cocida de primera cristalización se puede distinguir dos clases de melazas.

1^o—La primera que sale de los centrífugos (melazas pobres) contiene el azúcar necesario para saturar el agua que queda en la masa cocida, el que no cristaliza á causa de las impurezas disueltas y en fin la parte que se disuelve por los líquidos agregados en los malaxadores. En consecuencia, para una misma composicion química, más se concentrará la masa cocida, más cerca de la saturacion se añadirá los líquidos en los malaxadores, más pobres y más impuras saldrán las primeras porciones de melazas.

2^o—La segunda parte (melazas ricas), proviene de la melaza pegada á la superficie de los cristales y del azúcar disuelto por el líquido empleado por el lavaje. Hemos visto que esta cantidad de melaza varia en proporcion considerable para una misma masa cocida, segun la clase de azúcar producido, á causa de la disolucion del azúcar cristalizado en el agua ó vapor empleados, y entonces el cociente de pureza de dichas melazas aumenta con la cantidad producida. Al principio, el líquido de lavaje arrastra la melaza impura pegada sobre los cristales y sale bastante concentrado y mucho más impuro que el que se obtiene al fin de la operacion.

El señor Biard (Mauricio) obtuvo los resultados siguientes analizando las melazas en varios periodos del turbinaje.

	I	II	III	IV
Grado Baumé.	39.8	34.2	34.5	30.3
Densidad.....	1373	1304	1307	1260
Azúcar	42.5	50.50	58.50	53.50
Glucosa	14.03	7.01	1.75	0.26
Cenizas	5.18	3.24	1.01	0.36
Pureza.....	57.8	83.50	93.01	97.5

I—Corresponde á la primera porcion de melaza (melazas impuras).

II y III—Melazas ricas del lavaje al principio y al fin del blanqueo.

IV—Melazas obtenidas por el lavaje con vapor.

En varios ensayos hemos obtenido pureza 91 en melaza de lavaje con agua, mientras que la masa cocida alcanzaba á 85 y las melazas impuras á 69.5. (Campo Santo).

Se vé entonces que con un turbinaje bien conducido, y una masa bien preparada, el líquido procedente del lavaje tendrá siempre una pureza igual sino superior á la de la masa cocida es decir de los jarabes, por consiguiente no habrá inconveniente alguno para volver á cocer dichas melazas en grano con los jarabes.

Se dispone para recojer las melazas dos regueras llegando cada una en un depósito; en uno se acumulan las melazas impuras, en el otro las que provienen del lavaje. Una disposicion generalmente sencilla apropiada á la forma de los centrífugos permite mandar cada líquido en el depósito que le corresponde.

Se carga los centrífugos como de costumbre, se deja correr la melaza impura y se lava los cristales con una mínima cantidad de melaza diluida á 28°, 30° B. Cuando no sale más líquido de la centrífuga, se cambia la reguera y se completa el lavaje de los cristales sea con agua ó vapor segun el caso. Una vez el turbinaje de la masa cocida concluido, se agrega á las melazas ricas una proporción de jugo clarificado conveniente para diluirlas al grado de los

jarabes, 25° á 28° Baumé y disolver los granos finos arrastrados. La coccion se verifica como de costumbre sin modificacion alguna, pero, al llegar á la mitad del volúmen total, se alimenta con las melazas ricas teniendo cuidado de introducirlas en el aparato en las mismas condiciones de temperatura y concentracion que el jarabe. Este método de separacion permite cocer para la primera cristalizacion en grano de 12 á 14 litros de melaza á 40° Baumé sea 15 á 20 kilos que suministrarán 8 á 12 kilos de azúcar blanco por hectólitro de masa cocida turbinada; esto se aplica únicamente en los ingenios que elaboran azúcares de consumo directo y el buen éxito de la operacion depende de la separacion exacta de las melazas durante el turbinaje. Tomando un término medio de 10 kilos de azúcar obtenido para cada hectólitro de masa y un rendimiento de 65 kilos por hectólitro el aumento en primera sería de $\frac{1}{6}$ á $\frac{1}{7}$ mientras que la cantidad de masa cocida de segunda disminuiría de $\frac{1}{3}$ más ó menos.

Para reducir la proporcion de azúcar que queda en disolucion en la melaza contenida en la masa cocida en grano, se opera del modo siguiente: Se prepara un volúmen de melaza que corresponda más ó menos á 5 % del volúmen total de la masa y se la lleva á la ebullicion. Se concentra lo más posible la masa en el aparato sin ocuparse de su consistencia; pues es seguro que en este estado no se podría vaciar el aparato; se introduce entonces la melaza caliente y se deja hervir un rato para mezclar. Esta pequeña cantidad de melaza basta para diluir la masa y permitir que salga fácilmente del aparato, se gana así 2 y $2\frac{1}{2}$ % de azúcar cristalizado; pero habría que tener cuidado en introducir la melaza bien caliente para conseguir una mezcla homogénea. Esta operacion no es siempre fácil en los aparatos de gran altura y con masas viscosas. La mezcla no se efectua igualmente y es particularmente difícil obtenerla en el centro de los serpentines en el eje vertical del aparato donde se halla generalmente un

espacio cilíndrico de 60 á 80 c/m de diámetro desprovisto de superficie de calefaccion. Este inconveniente se evitará disponiendo en este espacio un malaxador, especie de tornillo de arquimedes que recibe su movimiento mecánicamente de afuera por medio de polea y engranajes de ángulo. Se pone este malaxador en marcha en el sentido que facilita el movimiento ascensional de la masa cuando los cristales alcanzan un cierto tamaño, este movimiento lento y regular favorece mucho la nutricion de los cristales y al mismo tiempo asegura una mezcla perfecta de la melaza introducida al fin de la coccion. Se obtiene así granos duros, regulares, que se separan fácilmente en las centrífugas.

Otro método más perfecto consiste en concentrar lo más posible la masa, como en el caso precedente y en introducir al último 30 % de melazas calientes al mismo grado de concentracion que los jarabes, 25 á 30° Baumé; pero esta masa no puede turbinarse á la salida del aparato de coccion ni tampoco enfriarse en los depósitos ordinarios porque se formaria una gran cantidad de granos finos. Se la recibe en otro aparato, especie de malaxador provisto de serpentín, con doble fondo donde se puede hacer circular una corriente de vapor ó agua. Se pone al malaxador en movimiento y se calienta el aparato á la temperatura de la masa que se mantiene á 75 ú 80°; se la deja correr en dicho aparato como de costumbre y se mantiene la masa en movimiento calentándola el tiempo necesario para conseguir una masa homogénea á 80° más ó menos. Luego se suprime el vapor y se deja enfriar, siempre en movimiento, agregando poco á poco la cantidad de melaza caliente necesaria para mantener la masa en un estado de consistencia que permita el movimiento del malaxador. El enfriamiento debe ser lento, progresivo y regular; exige generalmente de 12 á 15 horas. Una caída brusca de temperatura produciria cristales finos que se deben evitar

cón cuidado. A medida que la masa se enfria, cierta cantidad de azúcar cristaliza y en lugar de formar cristales nuevos como en el reposo, este azúcar á causa del movimiento, se deposita sobre los cristales ya formados; se obtiene una masa homogénea, bastante diluida para poder introducirla directamente en las centrífugas y formada por cristales iguales, duros; con esquinas y ángulos vivos, con melazas fluidas y poco adherentes, lo que facilita mucho el turbinaje. Este procedimiento llamado *cristalización en movimiento* suministra el máximo de azúcar cristalizado y funciona de una manera corriente en los ingenios que tratan la remolacha. Si el enfriamiento al aire libre no es suficiente se puede completarlo por medio de una corriente de agua fria que circula en lugar de vapor, hasta que la temperatura baje á 55°

En las provincias del norte se podia ver este procedimiento aplicado en 1898 en San Isidro, provincia de Salta.

La forma de los depósitos para enfriamiento de la masa cocida en movimiento es muy variable; además, unos funcionan con el vacio y otros al aire libre; estos últimos son los que hemos visto funcionar en San Isidro. La forma es rectangular con un fondo semi-cilindrico. Al interior y en el centro de la parte cilíndrica se halla dispuesto un malaxador horizontal compuesto de alas en hélice y de un serpentín enrollado en sentido contrario, de manera que pase lo más cerca posible del fondo y comunique á la masa un movimiento en sentido contrario al producido por las alas del malaxador. Una puerta dispuesta á la parte inferior permite la evacuacion de la masa, la cual se rechaza fácilmente por una bomba en el malaxador de las centrífugas á medida de las necesidades. Como el enfriamiento dura de 12 á 15 horas, es necesario disponer de dos aparatos iguales para no atrasar el trabajo.

Se comprende fácilmente que con una vuelta de melazas tan importante á cada coccion, las impurezas deben acumularse en las melazas y creemos indispensable una liquidacion, la que se efectuará de vez en cuando, cada 8 dias por ejemplo, segun el cociente de pureza de la masa cocida.

El tiempo entre dos liquidaciones no puede ser fijo, depende de la riqueza de la caña. Estas liquidaciones se harán fácilmente, reuniendo las melazas que se cocerán á la prueba al hilo y se dejarán cristalizar como bajos-productos.

CAPÍTULO XII.

Métodos de elaboración del azúcar, aplicados en el ingenio San Isidro, Campo Santo (Prov. de Salta)

a) 1^{er} AÑO 1898.

En 1897 se instaló en el ingenio San Isidro de los Sres. Dorado y Uriburu el procedimiento de purificación de los jugos por doble carbonatación. Parece que los resultados no fueron lo que se esperaba, puesto que en 1898 se confió la dirección técnica de este ingenio al Sr. Manoury con el objeto de modificar el método de elaboración existente, lo que hizo de la manera que vamos á describir, de acuerdo con su patente de 1896.

En este ingenio la extracción se verifica por 2 trapiches montados en represión, pudiendo moler normalmente

250 toneladas de cañas con una extraccion media que valuamos á 64 ó 65 litros por 100 de caña.

Entre el primer y el segundo trapiche se remojaba el bagazo con melazas pobres diluidas á 5° Baumé sea 1036 de densidad; la cantidad empleada variaba segun la pureza del jugo entre 5 y 10 % de la caña. El efecto de este remojo es muy discutible, puede aumentar un poco la extraccion pero una parte del azúcar de la melaza va á los hornos con el bagazo, y queda á establecer si el suplemento de jugo extraido compensa esta pérdida. En todo caso, si se quiere aumentar la extraccion y hacer volver melaza en la carbonatacion, parece mas racional usar agua para el remojo y agregar la melaza directamente á los jugos, á una densidad conveniente para compensar en cierto límite la dilucion debida al remojo.

En su patente, el Sr. Manoury aconseja alcalinizar estas melazas con cal ó barita. Se produciría entonces un precipitado conteniendo muchos reductores, de los cuales cierta proporcion podia talvez quedar en el bagazo, lo que explicaria el sistema de remojo que hemos descrito.

Al salir de los trapiches, el jugo recibía agua sulfurosa y luego una cierta cantidad de lechada de cal para conseguir una alcalinidad de 20 gr. CaO por litro. Se mandaba este jugo en las calderas carbonatadoras donde se efectuaba la carbonatacion siguiendo las reglas que hemos indicado (página 112) hasta que se obtenga el «depósito fácil» con una alcalinidad de 0.60 á 0.40 por litro. Este jugo caia entonces en un malaxador mecánico de donde estaba rechazado por una bomba en filtros prensas para separar los sedimentos. El líquido claro llegaba en las antiguas calderas de segunda carbonatacion en las cuales sufria otra purificacion por la accion combinada de la barita y del ácido fosfórico. Se agregaba á 30 hectólitros de jugo una disolución de ácido fosfórico para conseguir un líquido muy ácido que se saturaba luego con lechada de barita. La proporcion del ácido variaba entre 20 y 25 li-

tros á 10° Baumé y la barita entre 3 y 4 ks. segun la cantidad de cal dejada en el jugo, de modo á obtener un líquido neutro ó débilmente ácido. Se calentaba á 90° y se mandaba á los filtros. La filtracion se verificaba fácilmente dando un líquido límpido amarillo claro, y depósitos formados en mayor parte de fosfatos de cal y de barita, conteniendo una pequeña cantidad de varias sustancias orgánicas y minerales, en las cuales se encuentran principalmente sulfato procedente en parte del superfosfato agregado que contiene siempre sulfato de cal en disolucion y de los sulfatos á base de potasa y soda que se hallan en los jugos. Estas sales se descomponen formando sulfato de bario mientras que las bases se combinan con el ácido fosfórico facilitando la precipitacion de los fosfatos bibásicos de cal en licor neutro. Se obtiene entonces una cierta disminucion de las sales solubles en los jugos, un aumento de pureza y una decoloracion notable de los jugos, como lo hemos explicado página 114.

Al salir de los filtros los jugos límpidos iban á la evaporación que se verificaba en un aparato de triple efecto de donde salian á 20-23° Baumé. Durante la evaporación se inyectaba en el aparato cierta proporción de gas sulfuroso para decolorar y acidificar un poco el líquido. Los jarabes pasaban entonces en filtros mecánicos en los cuales dejaban los últimos rastros de impureza precipitados por la concentracion.

Para dar idea de los resultados obtenidos con este método de purificación daremos las cifras que siguen, obtenidas por el señor Fontaine, químico del establecimiento durante nuestra estadía de 8 días en el mes de Julio 1898.

PROMEDIOS DE 8 DIAS DE FABRICACION

Líquidos analizados	Densidad	Gdos. Baumé	Azúcar o/o	GLUCOSA		PUREZA
				o/o c.c.	o/o de azúcar	
Jugo de las cañas.	1076.4	10.33	18.05	0.55	3.04	89.40
» de los trap. diluidos con melazas.	1074.1	9.94	16.84	0.71	4.21	87.07
» purificados	1068.0	9.13	16.04	0.22	1.37	90.90
Jarabes filtrados	—	23.80	44.84	0.841	1.87	90.50

Se observa en estos resultados una disminución notable de la glucosa de 4.21 o/o de azúcar á 1.37 en los jugos purificados, sea 67.5 o/o de glucosa eliminada y un aumento de pureza de 87.07 á 90.90, sea 2.83. La mayor parte de las sustancias gomosas habian sido eliminadas, los jarabes estaban límpidos, se cocian con suma facilidad, las filtraciones se verificaban sin dificultad y los sedimentos formaban en los filtros, tortas que se podian agotar casi completamente por lavajes en los mismos filtros.

La coccion se verificaba de una manera especial (patente Manoury 1896). En el turbinaje se separaba las melazas en dos partes: 1º. la que salia de las centrifugas, llamada melaza pobre; 2º. la proveniente del lavaje del azúcar llamada melaza rica. Se cargaba el aparato con jarabe que se ponía en evaporacion y se aspiraba la totalidad de las melazas ricas obtenidas en el turbinaje de la templa precedente; de esta manera se obtenia un adelanto notable en la concentracion puesto que las melazas entraban á 38-40° Baumé y al mismo tiempo se disolvía los granos finos que habian pasado al través de las telas de las centrifugas. Si estas melazas tenian coloracion demasiado oscura ó si la pureza estaba demasiado baja, se las hacia entrar diluidas en el aparato antes de la melaza pobre. Se granaba y se seguía la coccion como de costumbre hasta obtener cristales de tamaño conveniente, lo que se verificaba al llegar á las $\frac{2}{3}$ partes de la templa. Se alimentaba entonces con melazas pobres diluidas á la densidad de los jarabes y llevadas á la misma temperatura y se continuaba así hasta llegar al volumen normal. La cantidad de melaza que volvia en el aparato de coccion representaba el 30 o/o del volumen total. Esta operacion tenia por objeto recuperar una parte de azúcar que quedaba en el jarabe alrededor de los cristales y otra proviniendo de las melazas agregadas. Con este método de coccion se obtiene melazas en el turbinaje cuyo grado de pureza puede bajar hasta 60, pero nunca se llegaba á esta cifra elaborando azúcar blanco. Se con-

centraba la templa lo mas posible y se la hacia caer en un malaxador para enfriarla en movimiento, como lo hemos descrito (pág. 148). Durante el enfriamiento se agregaba melazas diluidas á 28 ó 30° Baumé en proporcion conveniente para no disolver cristales y mantener la masa bastante fluida para poder tratarla en las centrífugas. El turbinaje se efectuaba sin dificultad dando un rinde medio de 67 ks. azúcar blanco por hectólitro de templa, sea 8,85 o/o de la caña á 15 o/o de azúcar. El título del azúcar correspondia á :

Polarizacion	99,10 %
Glucosa.....	0,15
Cenizas	0,083
Rendimiento al refinaje.....	98,38

Damos á continuacion la composicion media de las templeas obtenidas con el jugo precedente y en las cuales se habia agregado la totalidad de la melaza rica y 30 o/o de melaza pobre procedente de operaciones ulteriores, asi como la composicion de la melaza pobre obtenida en el turbinaje de dicha templa :

MATERIAS DETERMINADAS	Masa cocida	Melaza pobre
Sacarosa	77.30	54.38
Sacarosa p. inversion óptica..	—	52.50
Glucosa	3.76	3.38
Cenizas.....	2.66	5.54
Agua ...	9.75	22.48
Materias orgánicas	6.53	14.26
Glucosa % de sacarosa.....	4.86	6.21
Coefficiente salino	29.06	9.81
Pureza	85.60	70.14

Se nota la pureza relativamente grande de las melazas pobres; esto proviene de un turbinaje defectuoso y del enfriamiento incompleto de la templa, pues el ingenio no disponia sino de un solo malaxador, no estando el otro en es-

tado de funcionar. Con los dos malaxadores, la pureza podia bajar á 65.

En resùmen, tomando el promedio del jugo entrado en el ingenio hasta fin de Julio 1898, tendríamos:

Densidad.	1072,7
Grados Baumé.....	9,80
Grados Vivien.....	19,02
Sacarosa $\frac{o}{o}$ c.c.....	16,26
» $\frac{o}{o}$ gr. de jugo	15,15
Glucosa.....	1,18
Glucosa $\frac{o}{o}$ de sacarosa.....	7,32
Pureza.	85,40
Riqueza de la caña á 90 $\frac{o}{o}$ de jugo	13,64

Con una extraccion media de 65 litros, sea 69ks.72 $\frac{o}{o}$ y un trabajo diario de 250 toneladas, el jugo entrado en el ingenio seria de $250 \times 650 = 1625$ hectólitros á 16,26 de azúcar, sea 26.422 ks. de azúcar correspondiente á 10,56 $\frac{o}{o}$ de caña y una pérdida de 3,08 en el bagazo.

La proporcion de melazas que volvía en el trabajo dependia de la riqueza y pureza de los jugos de cañas. El promedio en el periodo que estudiamos alcanzaria 40 hectólitros de templa total, lo que hace un volùmen por dia de 298 hectólitros de templeas de 83 á 84 de pureza de donde se sacaba 67 ks. de azúcar blanco por hectólitro, sea 19.966 ks. correspondiente á un rinde de 1ª. cristalización de 7,985 $\frac{o}{o}$ de caña, 75.61 $\frac{o}{o}$ del azúcar extraído por los trapiches en lugar de 50 mas ó menos que se obtiene por la defecacion simple. Quedaria entonces 60 hectólitros de melazas pobres contadas á 40º Baumé para cocer en segunda con una pureza alrededor de 65.

IIº AÑO - 1900

Ese año el método de elaboracion precedente ha sufrido algunas modificaciones. Se ha suprimido el remojo

del bagazo y el agua sulfurosa al salir de los trapiches. El remojo seria ventajoso cuando se muele cañas ricas y que la extraccion baja como en el fin del mes de Agosto, Setiembre, etc., etc., pero como en San Isidro el primer trapiche es mas débil que el segundo, el bagazo llega á éste poco dividido y el agua agregada no tiene mucho efecto. El agua sulfurosa es siempre buena, sobre todo cuando se hace volver melazas en los jugos y que éstos esperan algun tiempo antes de estar alcalinizados, pero cuando se agrega cal en exceso inmediatamente despues de la extraccion, el efecto del gas sulfuroso es casi nulo, puesto que hay formacion de sulfito neutro que se precipita. Al salir de los trapiches, el jugo recibe la cantidad de cal que corresponde á su composicion y va á las calderas de carbonatacion, como antes, de donde sale para caer en el malaxador mecánico y pasar en los filtros-prensas, con una alcalinidad que varia segun los casos entre 0,50 y 0,25 de CaO por litro. El líquido claro va en depósitos, provistos de serpentines para calentar, en los cuales se le añade cierta proporcion de ácido fosfórico en disolucion para conseguir una débil acidez al papel de tornasol. Se calienta hasta 90 ó 100° y se manda el líquido turbio en otros filtros-prensas. El precipitado de fosfato de cal descolora mucho los jugos, pero como esta propiedad queda en cierta relacion con la cantidad de precipitado formado, resulta que se deberá dejar mas alcalinidad en los jugos cargados de glucosa que en los puros; pero, hay un límite de alcalinidad que no se puede pasar si se quiere conseguir una buena filtracion despues de la carbonatacion. En todo caso, cuando las operaciones han sido bien dirigidas, el jugo filtra perfectamente límpido con un hermoso color amarillento claro.

Damos á continuacion los resultados que hemos obtenido por este método de purificacion y que hemos elegido para que correspondan á cañas de purezas diferentes.

FECHAS	Designación de los jugos	Densidad	Grado Baumé	Grado Vivien	Azúcar o/o c. c.	Pureza	GLUCOSA	
							o/o c. c.	o/o de azúcar
Junio 19	Natural	1070	9.45	18.30	13.89	75.90	2.110	15.19
» »	Purificado	1067	9.08	17.54	13.89	79.19	0.543	3.19
» 21	Natural	1072	9.70	18.83	13.72	72.86	1.440	10.50
» »	Purificado	1068	9.19	17.78	13.55	76.23	0.492	3.63
» 29	Natural	1075.2	10.10	19.63	15.89	80.94	1.950	12.27
» »	Purificado	1069.1	9.33	18.06	15.26	84.49	0.782	5.12
Julio 3	Natural	1072.0	9.70	18.83	14.11	74.93	2.750	19.48
» »	Purificado	1068.5	9.25	17.91	14.12	78.85	0.616	4.36
» 12	Natural	1079.7	10.66	20.89	17.54	83.96	1.290	7.35
» »	Purificado	1074.2	9.98	19.42	16.60	85.50	0.344	2.07
» 28	Natural	1082.0	10.94	21.49	17.96	83.57	1.530	8.57
» »	Purificado	1076.5	10.26	20.04	17.02	84.92	0.442	2.95
Agosto 3	Natural	1077.0	10.32	20.17	16.80	83.29	1.190	7.08
» »	Purificado	1074.0	10.06	19.61	16.61	85.20	0.325	1.96
» 4	Natural	1072.7	9.79	19.02	16.27	85.52	0.968	5.95
» »	Purificado	1068.6	9.30	17.95	15.61	86.90	0.280	1.86

Estos resultados demuestran que 65 á 76 o/o de la glucosa han desaparecido: pero si en cada caso se suma la sacarosa y la glucosa para restarlas del grado Vivien, calculando luego esta cifra que representa el conjunto de las otras impurezas o/o de azúcar, se observa una mayor proporción de éstas en los jugos purificados que en los naturales y que el aumento crece con la cantidad de glucosa desaparecida sin que haya, sin embargo, proporcionalidad. Esto proviene de la destrucción de la glucosa, la que se convierte en las condiciones indicadas en ácidos que se saturan con la cal y quedan en disolución. El aumento de densidad del líquido debido á estas sales sobrepasa siempre la disminución obtenida por la precipitación de otras materias orgánicas, como las gomosas, las albuminoideas, etc., etc., de manera que la purificación parece provenir casi exclusivamente de la desaparición de la glucosa. El exámen de las tortas obtenidas en los filtros-prensas demuestra lo contrario. La composición de estos sedimentos varia mucho segun los jugos y la cantidad de cal empleada en la carbonatación; contienen gene-

ralmente de 40 á 45 o/o de agua y una proporción de azúcar en relacion con la riqueza de los jugos. La glucosa corresponde mas ó menos á la que queda en los jugos purificados, lo que demuestra que este cuerpo ha sido destruido y no precipitado. En tortas de carbonatacion sin lavaje hemos encontrado :

Agua.....	43.20
Azúcar.....	7.19
Glucosa.....	0.182
Materias orgánicas.....	7.310
» minerales.....	<u>42.118</u>
	100.00

Una gran parte de las materias orgánicas se halla formada por detritos insolubles, finos, del tejido leñoso de la caña que pasan al tamisaje del jugo al salir de los trapiches, pero se encuentra tambien, á mas de ácidos orgánicos, una notable proporción de albumina y materias gomosas.

Prinsen Gerlich dá los resultados siguientes obtenidos en el análisis de tortas de carbonatacion :

M A T E R I A S

Orgánicas		Minerales	
Azúcar.....	10.10	Carbonato de cal.....	61.94
Glucosa.....	0.38	» de magnesia.....	1.21
Tejido leñoso.....	6.10	Hierro y alumina.....	4.66
Cera.....	2.48	Acido fosfórico.....	0.87
Acidos orgánicos....	2.12	Silice.....	1.85
Albumina.....	2.72	Arena y tierra.....	4.37
Sustancias gomosas..	<u>1.20</u>		<u>74.90</u>
	25.10		

Estas cifras no tienen nada de absoluto; difieren mucho segun los casos, como lo hemos dicho mas arriba. Citámoslas para dar una idea del efecto producido por la cal en exceso sobre las materias orgánicas y probar la eliminacion de una gran cantidad relativa de materias gomosas. Lo que hay de seguro es que para un coeficiente de pureza igual se nota una diferencia enorme en las propiedades físicas de un jugo de caña purificado por defecacion ó

por carbonatacion y es así que, en la práctica industrial, á mas de la filtracion siempre fácil, hemos conseguido templas bien granadas, secas, fáciles de blanquear, con una pureza en los jarabes de 79 á 80 obtenida con el método de purificacion precedente, mientras que con cifras iguales y aun superiores, los jarabes procedentes de jugos defecados no podian nunca filtrar, la coccion era muy difícil y el turbinaje imposible. Por consiguiente, para juzgar del valor industrial de un jugo purificado, el coeficiente de pureza no basta, es indispensable tomar en consideracion la naturaleza de las materias eliminadas y de las que quedan en disolucion, puesto que tienen propiedades muy diferentes; unas son casi inertas mientras que otras, aun en mínima proporcion, á mas de traer muchas dificultades en las varias fases de la elaboracion, poseen en alto grado la facultad de oponerse á la cristalizacion de la sacarosa. La carbonatacion aumenta las materias inertas por la destruccion de la glucosa, pero, en cambio, elimina la casi totalidad de las materias melasigenas y, aunque el aumento de pureza á veces no parezca muy notable, los jugos bien tratados adquieren sin embargo propiedades particularmente favorables á la cristalizacion de la sacarosa. Insistimos sobre este hecho que hemos prolijamente estudiado este año porque debe servir de base á la direccion general del trabajo, como lo veremos mas adelante.

El peso de sedimento al estado de tortas obtenido en primera carbonatacion varia segun el peso de cal agregado á los jugos y con la proporcion de cal cáustica contenida en las lechadas.

En San Isidro, en marcha normal, se podia contar sobre 85 o/o de cal al estado cáustico en las lechadas. Tomando la alcalinidad media de 17 gr. por litro, la cantidad de sedimentos producidos por hectólitro de jugo seria de 7 k.750 á 8 k.750, sea 5 á 5 k.50 o/o del peso de la caña con una humedad de 43 á 45 o/o. Como la riqueza de estas tortas varia entre 7 y 10 o/o segun los jugos, la pérdida representaria 0,40 á 0,55 o/o de caña, pero estas tortas se dejan agotar fácil-

mente en los filtros con una cantidad relativamente pequeña de agua á la temperatura de los jugos; los primeros líquidos que salen casi á la densidad de los filtrados se mezclan con ellos; los otros, de densidad mas débil, se usan para preparar la lechada de cal. Se sigue así lavando hasta que las tortas no contengan mas de 1,5 á 2 o/o de azúcar, las pérdidas caen entonces entre 0,085 á 0,10 o/o de caña.

Los depósitos suministrados por la fosfatación forman también tortas mas ó menos duras, pero en cantidad demasiado débil para que se trate de lavarlas. En efecto, el ácido empleado en el ingenio podia neutralizar 41 gr. de cal por 100 gr. de superfosfato. Tomando una alcalinidad media de 0,40 por litro, 100 gr. de superfosfato bastarian para neutralizar un hectólitro de jugo, sea 700 á 750 gr. por 100 ks. de caña que corresponden á 180 ó 200 gr. de sedimentos. Al salir de los filtros-prensas, los jugos reciben un poco de gas sulfuroso hasta acidez y pasan en filtros mecánicos. Estos retienen los últimos rastros de materias precipitadas que hubiesen escapado á los filtros-prensas ó que se hubieran formado bajo la acción del gas sulfuroso.

El líquido límpido va á la evaporación de donde sale al estado de jarabe á 22-25° Baumé que sufre otra vez la acción del gas sulfuroso hasta franca acidez; pasa en otros filtros mecánicos de donde sale claro para ir al aparato de cocción. Los líquidos turbios que quedan en los filtros mecánicos al momento de mudar las telas filtrantes pueden mezclarse con los turbios que salen de la carbonatación, lo que permite recuperar la mayor parte del azúcar que contienen.

La cocción se verifica como de costumbre y la templa cae en malaxadores para enfriarse en movimiento, como lo hemos descrito precedentemente.

El turbinaje no presenta dificultades, se verifica en centrífugas Weston (tipo inglés) y se separa las melazas en dos partes. Las ricas vuelven directamente á la cocción de los jarabes.

Damos á continuacion unos análisis de templeas tomadas al salir del aparato durante el mes de Julio:

FECHAS	Agua	Materias secas	Azúcar o/o gr.	Pureza	GLUCOSA		Cenizas
					o/o gr.	o/o de Azúcar	
12 Julio	8.90	91.10	72.88	80.00	3.67	5.00	3.04
17 »	8.40	91.60	75.38	82.30	3.41	4.52	2.98
20 »	9.20	90.80	75.45	83.10	2.98	3.95	2.86
23 »	9.56	90.44	76.53	84.62	2.37	3.10	—
25 »	10.10	89.90	74.95	83.37	2.64	3.52	2.35

Damos tambien, á continuacion, la composicion media del jugo extraído cada 24 horas durante el mismo mes :

FECHAS	Densidad	Gdos. Baumé	Gdos. Vivien	Azúcar o/o	GLUCOSA		Pureza
					o/o c. c.	o/o de Azúcar	
1	1071.8	9.67	18.78	14.79	1.82	12.30	78.15
2	1076.8	10.23	19.98	15.49	2.39	15.40	77.50
3	1072.0	9.70	18.83	14.15	2.75	19.48	74.93
4	1074.0	10.06	19.61	14.97	2.03	18.56	76.33
5	1075.4	10.12	19.74	15.20	2.11	13.87	77.00
6	1078.6	10.51	20.57	15.86	2.49	15.70	77.10
7	1076.0	10.20	19.90	16.30	1.61	9.87	81.91
8	1081.3	10.85	21.31	17.46	1.58	9.05	81.93
9	1080.5	10.74	21.07	16.57	1.95	11.76	78.65
10	1079.3	10.60	20.78	16.57	1.83	11.04	79.74
11	1078.7	10.53	20.63	17.03	1.61	9.45	82.54
12	1079.7	10.66	20.89	17.54	1.29	7.35	83.96
13	1079.2	10.59	20.67	17.03	1.44	8.45	82.04
14	1079.9	10.68	20.95	16.43	2.11	12.84	78.42
15	1077.4	10.39	20.28	16.66	1.52	9.18	82.14
18	1079.8	10.67	20.93	16.04	2.75	17.14	76.59
19	1082.7	11.02	21.68	16.32	2.75	16.80	75.29
20	1081.5	10.88	21.36	16.73	1.72	10.27	78.42
21	1079.2	10.51	20.76	16.57	1.83	11.04	79.81
22	1081.4	10.87	21.34	17.37	1.72	9.90	81.39
23	1081.7	10.90	21.41	17.37	1.83	10.53	81.13
24	1084.4	11.23	22.12	18.32	1.71	9.33	82.85
25	1082.2	10.96	21.55	17.77	1.71	9.62	82.45
26	1082.0	10.94	21.49	17.96	1.53	8.57	83.57
27	1082.4	10.99	21.60	16.32	2.75	16.84	75.55
28	1080.7	10.78	21.55	16.14	2.28	14.12	76.31
29	1078.5	10.51	20.57	14.89	2.48	16.60	72.43
30	1079.9	10.68	20.95	14.97	2.48	16.56	71.45
31	1082.0	10.94	21.49	17.02	1.84	10.87	79.19
Promedios	1079.2	10.59	20.67	16.40	1.99	12.13	79.34

Sea una riqueza media de 13.67 de azúcar o/o de cañas contadas á 90 o/o de jugo. Se ve por la proporción de glucosa que, todavía al fin de Julio, la caña no estaba madura. La purificación de estos jugos por la defecación hubiera sido muy difícil y hubiese suministrado resultados poco satisfactorios. Con la carbonatación, todas las operaciones se efectuaron con suma facilidad y se obtuvo siempre jarabes lípidos, templeas secas y azúcar blanco de primera clase.

La composición media de las templeas era de :

Agua	9.50
Materias secas	90.50
Azúcar.	75.11
Glucosa.....	3.50
» o/o de azúcar	4.75
Pureza.....	83.00

Sea 108.91 de azúcar por hectólitro de 145 ks.

Tomando la riqueza media de los jugos durante el mes de Julio, una extracción de 65 litros o/o de caña se obtenía por un trabajo diario de 250 toneladas de caña:

1º) 190 hectólitos de templea llamada A con un rinde medio de 70 ks. por hectólitro, sea 13.300 ks. de azúcar y 115 hectólitos de melazas contadas á 40º Baumé con una composición media de :

Azúcar.....	45.75
Glucosa.. ..	6.48
» o/o de azúcar.....	14.90
Pureza.	63.52

2º) Con una parte de estas melazas y jarabes puros se hacía otra templea, B, de la manera siguiente: Se granaba con jarabe puro para conseguir 35 hectólitos de templea, luego se alimentaba con las melazas ricas y enfin con pobres hasta conseguir 95 hectólitos de templeas, sea mas ó menos 80 hectólitos de melazas reintegradas

en el trabajo. La pureza de estas plantas era al mínimo de 75, sin embargo la coccion se efectuaba bien así como el turbinaje que suministraba un promedio de 65 ks. de azúcar blanco llamado B, sea:

$$95^{\text{hl.}} \times 65 = 6175 \text{ K}^{\text{os}} \text{ de azúcar}$$

Con cañas muy impuras, cargadas de glucosa, la B salía un poco amarillenta; se la ponía á parte, pero en la mayoría de los casos, la diferencia entre las dos clases era tan débil que se podía mezclarlas sin inconveniente.

De esta manera se obtenía 13.300 ks. de azúcar A mas 6175 B, sea un total de 19.475 ks. de azúcar por 250 toneladas, con un rendimiento de 7,781 o/o de cañas.

Quedaba mas ó menos 110 hectólitros de melazas viniendo de las plantas A y B mezcladas en proporción de 30 hl. A y 80 hl. B conteniendo mas ó menos 4800 ks. de azúcar con una pureza de 50 à 55. Dichas melazas cocidas *al hilo* suministraban todavía una buena cristalización á causa de su fluidez, pero no conocemos todavía el rinde.

En resumen, hemos extraído por los molinos 26.650 ks. de azúcar sobre 250 toneladas de cañas á 13.67 o/o de azúcar.

	Extraído	pérdidas 0/0 de cañas
Molinos	10,650	en el bagazo.. 3,08
1 ^a . cristalización....	7,780	en el trabajo.. 0,95
Melazas	1,920	

Se ha obtenido entonces el 73 o/o de azúcar de primera cristalización por 100 de azúcar extraído por los molinos.

OBSERVACIONES—Este trabajo podría provechosamente sufrir modificaciones pero tiene la ventaja de la sencillez y ha sido adoptado en vista de ciertas consideraciones que no es oportuno explicar. Lo que haremos constar es que

con cañas relativamente malas se ha podido conseguir en primera cristalización resultados superiores á los que se obtiene en todas las cristalizaciones, aun con las mejores cañas de Tucuman, tratadas por la defecación. Es evidente que este procedimiento es mas complejo á dirigir que la defecación: pide un control serio de cada operación y un estudio seguido de los productos en circulación en el ingenio, sobre todo si se quiere elaborar azúcar blanco para el consumo directo. Por ejemplo, la cal puede ser usada en proporción enorme sin dar por esto mejores resultados y como hay un límite inferior que no se puede pasar, es menester determinar en cada caso, según la naturaleza de los jugos, la cantidad que se debe agregar á fin de producir el máximo de efecto evitando los gastos inútiles de gas carbónico y las pérdidas de tiempo que resultarían de carbonataciones demasiado prolongadas. El control de la alcalinidad después de la carbonatación es indispensable si se quiere reducir á lo necesario los gastos de ácido fosfórico y obtener sin embargo el máximo de descoloración con jugos exactamente neutros ó débilmente ácidos. La marcha del horno de cal de la cual dependen en gran parte los resultados de la carbonatación debe ser el objeto de cuidados constantes, el análisis de los gases debe efectuarse varias veces en el día así como la de la lechada de cal. Se deberá también controlar lo mas frecuentemente posible el agotamiento de las tortas de primera carbonatación á fin de reducir al mínimo las pérdidas de azúcar que pueden alcanzar, como lo hemos visto, hasta 0.50 % de la caña molida. Por lo que es de la cocción y del turbinaje no se podría demasiado vigilarlos. Recordamos que estas últimas operaciones mal dirigidas pueden aniquilar todos los esfuerzos hechos en las anteriores. Una cocción mal conducida, aun con jarabes muy puros, suministrará siempre un rendimiento débil en el turbinaje; resulta un aumento de melazas á volver á trabajar y por lo tanto una disminución correspondiente en

el peso de caña molida. Lo que se debe buscar es el máximo de azúcar extraído por hectol. de masa cocida y por esto no hay que confiar la coccion sino á operarios cuidadosos y experimentados. El tamaño de los cristales tiene una gran influencia sobre el rendimiento. Los granos finos se muelen fácilmente pero debemos tomar en consideracion que los cristales muy menudos que suministran el mas lindo azúcar molido, son blandos, se disuelven fácilmente en las turbinas, pasan al través de las telas metálicas, retienen mucha melaza y por lo tanto necesitan mas agua para lavarlos. Para elaborar estos polvos cristalinos actualmente de moda, es menester disponer de un número suficiente de centrifugas potentes, provistas de telas adecuadas, pero á pesar de todo, las perdidas en las melazas serán siempre mayor que con cristales de tamaño mediano, duros y bien formados. Para darse cuenta de lo que pasa en estas operaciones, es indispensable determinar lo mas exactamente posible el volúmen de cada templa así como el azúcar extraído correspondiente.

Del estudio de los productos en circulacion depende en mayor parte el resultado final. Hemos insistido sobre el valor de los coeficientes de pureza de los jarabes y templeas y la práctica industrial nos ha demostrado que no es ventajoso trabajar masa cocida, arriba de un cierto grado de pureza porque el rinde por hectólitro no aumenta proporcionalmente á este; hay un límite superior que asegura el máximo de azúcar por hectólitro siempre que la coccion haya sido dirigida segun las reglas indicadas. Dicho límite debe ser determinado en todo caso asi como el grado de coloracion máxima de las templeas porque varian segun la naturaleza de las cañas y la clase de azúcar que se debe elaborar. Estos dos puntos servirán de base para fijar la cantidad de melazas que habrá que hacer entrar en el trabajo, segun sus composiciones. Las entradas de melazas pueden efectuarse de diferentes maneras, cabe al director técnico calcular las ventajas é inconvenientes que varían

segun las instalaciones y el peso de caña que hay que moler cada dia. Es bien evidente por ejemplo, que habrá interés en hacer volver á la purificación la mayor cantidad posible de melazas pero se aumentará entonces el volumen de jugo, jarabe y masa cocida. Cual es el límite posible de este aumento sin reducir demasiado el peso de caña tratado por dia? Este punto importante influye tambien sobre la proporcion de azúcar extraido en primera cristalización, pues si en ciertos casos no se podia hacer volver en el trabajo mas de la tercera parte de la melaza cuando la pureza de los productos permitiria tratar la mitad se perdería en el rinde de primera, lo que mejoraría la segunda, pero sin alcanzar la compensacion y no se aprovecharía entonces de todas las ventajas del método de purificacion. Por ejemplo, podemos citar el caso siguiente:

Este año en el ingenio San Isidro en el mes de Setiembre hemos molido cañas que han dado jugos con las composiciones siguientes:

Fechas	Densidad	Gr. Baumé	Gr. Vivien	Az. o/o c. c.	Pureza	Glucosa	
						o/o c. c.	o/o gr.
Setiembre 6	1089,5	11.85	23.47	19.95	85.00	1.10	5.51
» 7	1086,3	11.46	22.62	19.48	86.11	1.04	5.33
» »	1085,4	11.35	22.39	18.84	84.14	1.12	5.93
» 8	1084,8	11.28	22.23	19.13	86.05	1.18	6.16
» »	1083,9	11.17	21.59	18.90	85.94	1.22	6.45
» 9	1087,0	11.55	22.81	19.31	84.65	1.27	6.57
» »	1085,3	11.34	22.36	18.88	84.43	1.37	7.25
» 10	1085,6	11.38	22.44	19.06	84.93	1.05	5.50
» 11	1089,3	11.83	23.41	19.78	84.49	0.98	4.95
» »	1084,5	11.24	22.15	18.71	84.05	1.37	7.32
» 12	1085,6	11.38	22.44	19.69	87.74	0.913	4.63
» »	1088,0	11.67	23.07	20.49	88.81	0.714	3.48
» 13	1086,6	11.50	22.70	19.29	84.97	1.070	5.54
Promedios	1085,5	11.36	22.62	19.27	85.19	1.070	5.74

Tomaremos el promedio precedente, un trabajo de 250 toneladas y una extraccion de 65 litros, sea 1625 hectol. de jugo representando 31.313 ks. de azúcar extraido diariamente por los trapiches. Contando 88 de jugo en la

caña, la riqueza media seria de 15.62 % sobre la cual se extrae 12.52, sea una pérdida en el bagazo de $15.62 - 12.52 = 3.10$.

La masa cocida contenia:

Agua.....	5,61
Mat. secas.	94,39
Azúcar... ..	83,67
Glucosa.....	2,36
» % de azúcar..	2,83
Cenizas.....	1.037
Pureza.....	88,63

sea 120 ks. por hectól. de 145 ks.

Contando una pérdida como en el caso anterior, tendríamos al estado de templa 29.900 ks. de azúcar que representarían 250 hectól. Con un rinde de 70 se habria extraido 17.500 ks. de azúcar que representarían el 7 % de caña. Quedaría entonces 11.500 de azúcar en melaza sea 150 hectól. de 73 á 74 de pureza media. Si se podia como lo indica la pureza cocer todas las melazas, como ya lo hemos dicho, para conseguir azúcar B, tendríamos 190 hectól. de templa B á 65 de rendimiento sea 12.350 ks. de azúcar y quedaría los 205 hectól. de templa A (puesto que 45 hect. han servido para hacer el pié de coccion de la templa B) á 70 ks. sea 14.350 ks., es decir un total de 26.700 ks. de azúcar extraido representando el 10,68 % de caña. Pero entonces hubiera sido necesario conseguir en 24 horas 395 hectól. de templeas y como la potencia del ingenio no pasa 300, hubiese sido necesario reducir la molienda á 190 toneladas en lugar de 250, lo que no era posible sin prolongar demasiado la zafra. Por esto no se volvió á trabajar sino las melazas ricas y una parte de la pobre. La composicion de la templa B alcanzaba entonces %:

Agua.....	12,90
Azúcar.....	74,31
Resíduo seco.....	87,10
Pureza.....	85,31
Glucosa.....	4,38
» % de azúcar...	5,89
Cenizas.....	2.495
Coeficiente salino..	29,90

Estas templas son mas ricas que las obtenidas por coccion de los jarabes puros durante el mes de Julio y principios de Agosto cuya pureza no pasaba 84 y que suministraban sin embargo azúcar de primera clase con un rinde de 70 ks. por hectól., lo que demuestra que se hubiera podido aumentar mucho la proporcion de melaza pobre. Con este trabajo se obtuvo 8.75 % de la caña en azúcar de primera molida, la B no tenia diferencia apreciable con la A y se mezclaba las dos clases.

El trabajo mas racional hubiera consistido en cocer la mitad de las melazas ricas y pobres como en el caso precedente para conseguir templas á 84 ó 85 de pureza y mandar el resto de las pobres en la carbonatacion; las melazas pobres saliendo de la templa B formarian entonces las templas de segunda cristalizacion lo que sacaria diariamente del trabajo una cierta proporcion de impurezas lo que evitaria la concentracion de las mismas. De este modo el rinde alcanzaria el 10.80 % de la caña pero hubiera sido necesario disminuir la molienda como en el primer caso y moler despacio haciendo trabajar mas el primer trapiche. El bagazo mas dividido hubiera podido sufrir provechosamente un remojo que habria reducido la pérdida en el bagazo sin disminuir la densidad en los jugos á causa de la vuelta de melaza.

En resúmen para aprovechar de todas las ventajas del procedimiento de purificacion que hemos descrito y sacar la mayor cantidad posible de azúcar en primera cristalizacion, el director técnico no deberia fijarse en la cantidad de caña molida por dia, sino en la riqueza del jugo entrado en el ingenio, dirigiendo segun los casos las vueltas de melazas para conseguir el trabajo máximo de sus aparatos de coccion y de las centrífugas. Esto implica una buena marcha de los aparatos de evaporacion que deben suministrar constantemente el jarabe á 25⁰ Baumé. Con este método se molerá mucho cuando se tratará cañas pobres, y la cantidad molida diariamente disminuirá cuando

aumente la riqueza, lo que permitirá arreglar los molinos y usar el remojo para reducir lo mas posible las perdidas en el bagazo que aumenta mucho con la riqueza de la caña como lo hemos demostrado (página 63.)

En este último método de elaboracion se ha suprimido la barita lo que reduce mucho la proporcion de ácido fosfórico gastado por tonelada de caña. El uso de esta base no parece justificado ni por la calidad del azúcar elaborado ni tampoco por un aumento de rendimiento; la cal de buena calidad empleada en proporcion conveniente suministra resultados análogos y mas económicos.

Para la vuelta de las melazas en la carbonatacion recomendaríamos tratarlas previamente por una disolucion de bisulfito de cal fácil de fabricar económicamente en el ingenio y que tendria como ventaja destruir una parte de la materia colorante y evitar al mismo tiempo la formacion de glucosa por fermentacion.

CAPÍTULO XIII

Conclusiones

La industria azucarera ya antigua en la República Argentina, ha tomado, sobre todo desde 1890, un desarrollo considerable sin realizar, sin embargo, serios progresos tanto del punto de vista del cultivo de la caña como del de su tratamiento en los ingenios. El aumento extraordinario de la producción se debe exclusivamente al número siempre crecido de hectáreas plantadas; el cultivo se ha puesto extensivo á expensas de las calidades de la caña, y el rinde mas bien ha disminuido. Apesar del enorme capital invertido en nuevos ingenios y en los antiguos para aumentar sus potencias, el peso de azúcar extraído por 100 de caña ha quedado igual, si es que no ha bajado.

En la primera parte de este trabajo hemos insistido sobre los inconvenientes que resultan de las deficiencias en la plantación y en los cultivos; la caña degenera, es sujeta á las enfermedades criptogámicas, pierde de su riqueza y pureza y por lo tanto se pone cada vez mas inapta para la extracción económica del azúcar.

La prosperidad de la industria azucarera depende en mayor parte del valor de su materia prima. La proporcion de azúcar obtenido $\%$ de caña aumenta con la riqueza, pero, por una misma riqueza, dicha proporcion crece con la pureza del jugo. Las cañas ricas son las cuyo jugo alcanza la mayor pureza, de manera que tratándolas en los ingenios con un método racional el rendimiento no será proporcional á la riqueza sino se pondrá mas y mas elevado por un aumento constante de ésta; resultará entonces una disminucion notable en los gastos de produccion.

En 1886, la industria azucarera en Francia atravesaba una crisis intensa que iba hasta amenazar su existencia, pues era imposible luchar contra la importacion de los azúcares alemanes. Una de las principales causas de esta mala situacion provenia de la inferioridad de la materia prima tratada en los ingenios. A esta época se buscaba mas los altos rendimientos de remolacha por hectárea que la riqueza de esta raíz en azúcar, la cual variaba entre 10 y 13 $\%$. Se comprendió entonces que era necesario imitar á los vecinos y llevar todos los esfuerzos para favorecer la elaboracion del azúcar en el campo. Se aplicó entonces los métodos de seleccion para la produccion de semillas, determinando primero, por numerosas experiencias, las variedades mas aptas para acumular sacarosa; luego en dichas variedades se determinó por análisis los sujetos mas ricos, se eligió en éstos los mejores conformados, etc., etc., que se plantaron en terrenos debidamente preparados para suministrar las semillas. Se modificó los métodos de cultivo, se estudió prolijamente los suelos, los mejores abonos, etc., etc. y los resultados fueron sorprendentes, la riqueza media llegó en 3 años al 15 $\%$, alcanzando muchas veces el 18 $\%$. El peso de remolacha producido por hectárea bajó, es cierto, el rinde medio que era de 45.000 ks. osciló después entre 25.000 y 30.000 ks.; el precio por tonelada subió y los resultados obtenidos con esta materia

prima de mejor clase ayudaron mucho en resistir á la competencia extranjera.

La caña tiene una gran ventaja sobre la remolacha, su riqueza en azúcar no es incompatible con las grandes dimensiones de las plantas, al contrario las mejores cañas son precisamente las que tienen mejor desarrollo, lo que permite en ciertos límites, que hemos indicado, conseguir calidad y cantidad; entonces, ¿porque no aplicar aquí á la produccion de la caña los métodos que han dado resultados tan halagüenos con la remolacha?

Numerosas experiencias hechas en otros países demuestran con toda evidencia que se llegaría á perfeccionamientos análogos. Sin hablar de los amplios informes muy concluyentes publicados por estaciones agronómicas instaladas en países productores de caña, citaremos como ejemplo los resultados obtenidos en las islas Hawaï:

En 1894-95 la produccion media en estas islas por hectárea era de 78.000 kilos de cañas y alcanzaba en 1895-96, 98.000 kilos, sea un aumento de 20.000 kilos por hectárea!

El azúcar preparado para el consumo, extraído por hectárea que era de 7632 kilos llegó á 10.000 lo que demuestra que con la cantidad la riqueza en azúcar ha aumentado mucho; resultados debidos en mayor parte á los estudios dirigidos por W. Maxwell, director de la estacion agronómica fundada en estas islas, tanto sobre los métodos de cultivo, la naturaleza y la composicion de los suelos como sobre los abonos más ventajosos que se podia aplicarles.

El señor Bonàme, distinguido químico-agrónomo bien conocido, en su informe sobre los ensayos recién llevados á cabo en las islas de Mauricio, señala rendimientos culturales todavia más considerables obtenidos segun las variedades cultivadas y que oscilan entre 40.200 hasta 139.000 kilos por hectárea sea 7050 kilos y 23.000 kilos de azúcar producido por hectárea respectivamente. Cita tambien resultados obtenidos con cañas producidas por semillas cuya pu-

reza llega á 93, el rinde por hectárea á 129.000 kilos, con una riqueza media de 17.27 de azúcar % de cañas, mientras la proporcion de glucosa no pasaba de 0.13 %.

Estas cifras dejan muy lejos atras las obtenidas en Tucuman cuyo mejor rendimiento por hectárea no pasa 40.000 kilos, pero hay que tener en cuenta que los climas de Hawaï y Mauriciõ convienen mejor que el de la provincia de Tucuman para el cultivo de la caña. Sin embargo queda establecido que á pesar de las ventajas que les da la naturaleza, los industriales y cañeros en estas islas, no vacilaron en gastar sumas importantes para establecer laboratorios y campos de experiencia confiando la direccion de los estudios á químicos-agrónomos cuya competencia es indiscutible, á fin de aprovechar de todos los recursos que ofrece la ciencia y asegurar el porvenir de esta gran industria agrícola. Sin pedir á Tucuman resultados tan elevados que los obtenidos en otros países más favorecidos por el clima, no es dudoso que con estudios bien comprendidos y dirigidos se llegaria á mejoramientos muy notables. Muchos pretenden que las condiciones climatológicas de esa provincia no convienen para el cultivo de la caña; es un error ó por lo menos una exageracion.

Es seguro que las provincias de Salta y Jujuy situadas más cerca de los trópicos producen cañas más ricas y obtienen un rinde mayor por hectárea que la de Tucuman; una práctica de cerca tres años en aquellas provincias nos ha convencido, sin embargo debemos considerar que en Tucuman, con plantaciones muy amenudo mal hechas con cultivos á veces insuficientes, siempre sin abono, la riqueza media en los años ordinarios llega á 13% lo que no se consigue en varios otros países sin muchos más gastos y dificultades. Todas las regiones de Tucuman no son igualmente adecuadas para este cultivo; las mejores parecen plantadas hace muchos años, resulta que, á pesar de la fertilidad incontestable de su suelo el uso de abono se hace necesario. Seria entonces oportuno emprender para las pro-

vincias del Norte trabajos análogos á los que se efectuaron en Hawaiï, es decir estudiar sèriamente los varios terrenos destinados á cañaverales á fin de deducir lo más seguramente posible la calidad y la cantidad de abonos que se deberia agregar. Desgraciadamente hasta hoy, los datos sobre este punto faltan absolutamente y es por esto que en este trabajo no hemos hablado sino de la aplicacion de la cal, de la cual hemos enumerado todas las ventajas y que parece necesaria en la casi totalidad de los campos cultivados en Tucuman. Esta operacion no puede efectuarse con éxito sino antes de plantar, entonces aconsejariamos en este caso, un año antes, desmontar y agregar la cal para dar tiempo á las varias reacciones de verificarse y formar asi un stock de materias asimilables de las cuales las plantas jovenes aprovecharian inmediatamente.

Por lo que es de los otros abonos podemos dar ya las indicaciones siguientes: si la adicion de ácido fosfórico es necesaria se podría agregarlo al estado de fosfato básico al mismo tiempo que la cal y lo mismo sucederia por los abonos azoados de descomposicion lenta. La aplicacion de abonos inmediatamente asimilables se verificaría un poco antes del principio de la vegetacion sea al momento de la plantacion ó en el desaporque que viene despues de la cosecha. Para los abonos azoados diremos que el sulfato de armonio ha dado frecuentemente mejores resultados que el nitrato de sodio.

Los fosfatos no producen buenos efectos sino en las tierras provistas de una proporcion conveniente de calcáreo. Por la potasa el mayor éxito fué conseguido bajo la forma de sulfatos.

Las proporciones de abonos que hay que emplear, sólo el análisis del suelo puede determinarlas. Recordaremos que basta que un solo elemento necesario á la nutricion falte ó se halle en proporcion insuficiente en el suelo para que la planta sufra, se atrofie, degenere y á veces

desaparezca. Estas indicaciones sencillas demuestran ampliamente la importancia de los estudios que indicamos. No cabe duda de que las cañas plantadas en estas condiciones suministran desde el primer año una cosecha utilizable en los ingenios en lugar de las cañas-plantas producidas actualmente y que no pueden servir sino de alimento para los animales; lo que es igualmente cierto es que un cañaveral bien plantado que recibiera los cultivos y abonos apropiados, daría en Tucumán como en los otros países un suplemento notable de producción, y si se deja entre las zocas una distancia conveniente para facilitar la penetración de los rayos solares, efectuando los riegos en las épocas convenientes, evitando con cuidado el exceso de humedad, se disminuirá mucho, si no se las hace desaparecer, las enfermedades criptogámicas actualmente tan desarrolladas.

La elección de las variedades más ventajosas á cultivar necesita la instalación de jardines de ensayos en las varias regiones, porque no es seguro, por ejemplo, que una clase de caña que suministraría los mejores resultados en la llanura de Cruz Alta de los mismos en los terrenos de la Falda y reciprocamente. Recomendamos para una plantación industrial de elegir tanto como es posible las variedades aclimatadas y, reemplazarlas, hacerlo si es necesario poco á poco por otras que hayan dado pruebas inequívocas de sus calidades.

No hay que olvidar que existe variedades muy gruesas, robustas, etc., etc. pero pobres en azúcar, cuyo jugo impuro hace difícil el trabajo en el ingenio, que unas dan resultados muy satisfactorios durante 2 ó 3 años, pero que pronto los rendimientos disminuyen y es menester volver á plantar mas frecuentemente; que otras degeneran, etc., etc. Es en experimentos conducidos por observadores aptos é inteligentes que se encontrará la solución de este problema.

La extracción del azúcar de la caña constituye una industria bastante compleja, basada en reacciones químicas

y en fenómenos físicos que requieren una vigilancia constante y un control riguroso. Un ingenio debe poder establecer cada día el balance de sus entradas y salidas valuando lo mas exactamente posible sus pérdidas, de otro modo no hay que esperar progreso alguno; las faltas, las deficiencias no aparecerán sino demasiado tarde para que se les pueda poner remedio y frecuentemente no se sabrá á qué atribuir las.

La marcha continua y las variaciones de composicion de la materia prima asi como las de los productos en circulacion que requieren numerosos análisis, hacen bastante difícil conseguir un control riguroso y eficaz, pero el trabajo exagerado que se pide en muchos ingenios lo hace absolutamente imposible. Una buena direccion no consiste en moler ciegamente la mayor cantidad posible de caña en un tiempo dado, sino en sacar económicamente la mayor cantidad de azúcar por un peso dado de caña. Una condicion indispensable para llegar á este resultado es mantener la maquinaria en un estado que asegure su marcha regular durante la zafra. Los aparatos usados en los ingenios no son delicados ni tampoco difíciles de manejar, sin embargo pocas instalaciones funcionan de una manera satisfactoria; entonces el personal absorbido por composuras, modificaciones, etc., etc., no puede dedicarse á la extraccion del azúcar, que aparece muy amenudo como cosa secundaria.

En los jugos extraídos de las cañas se hallan disueltas varias sustancias designadas bajo el nombre de impurezas y que tienen una accion mas ó menos marcada sobre la cristalizacion de la sacarosa. La proporcion de estos cuerpos % de sacarosa (pureza) varia mucho, como lo hemos indicado, y entre los mas melasigenosos, hemos visto que se debia colocar al primer rango las materias gomosas y en cierto límite los azúcares reductores llamados en la industria, *glucosa*. Hemos demostrado la insuficiencia de

los métodos de purificación usados actualmente en los ingenios, es decir la defecación con ó sin fosfatación, combinada ó nó con el gas sulfuroso. Estos métodos, los mas antiguos conocidos, no tienen acción alguna sobre aquellos cuerpos, y por consiguiente dejan sin recurso cuando se trata cañas impuras, lo que sucede siempre durante los dos primeros meses de fabricación y á veces en el último. Con las mejores cañas de Tucuman hay que contentarse con cocer los jarabes agregándoles á veces las melazas ricas de la operación precedente, blanquear la masa cocida así obtenida y volver á cocer los bajos productos al hilo, á veces en grano, para conseguir en segunda cristalización azúcar de segunda clase con un rinde que varia entre 1 á 2 % de la caña. Los bajos productos cristalizan y se blanquean difícilmente á causa de la viscosidad de las melazas y de la proporcion enorme de glucosa que contienen y que sigue aumentando desde los molinos hasta el turbinaje. Este procedimiento de fabricación debería aplicarse únicamente á la elaboración del azúcar bruto destinado á la refinería. En todo caso, si se quiere elaborar el blanco de consumo directo, se debería por lo ménos esperar las épocas en que se tratan las mejores cañas de la zafra.

La defecación no permite tampoco disminuir las pérdidas en el bagazo que aumentan siempre á medida que la caña va mejorándose, pues para llegar á este resultado sería necesario remojar ó hacer macerar el bagazo, pero el suplemento de azúcar que entraria en el ingenio no serviría sino en aumentar las dificultades en el trabajo y en originar mas melazas puesto que la defecación no elimina las materias gomosas así extraídas.

La cristalización no tiene menor importancia que la purificación de los jugos. Todos los esfuerzos hechos para aumentar la pureza de los jugos y conseguir el máximo de cristalización serán inútiles si la cocción no es dirigida con método y cuidado. La facilidad con la cual se obtiene cristales de sacarosa con jugos de cañas por simple

concentracion hace que muchos pretenden saber cocer en grano; sin embargo, los verdaderos maestros de azúcar son raros, y si se determinaba exactamente el rinde de cada operacion (templa) por hectólitro, se pondria facilmente este hecho en evidencia.

En los ingenios que tratan la remolacha y en los cuales se atribuye á la coccion la importancia que tiene, se la confia generalmente á dos especialistas, cada uno efectuando una operacion completa. El rinde se establece tomando el volúmen, á veces el peso, de la templa y el peso de azúcar obtenido. Una muestra guardada en vaso cerrado permite comparar el tamaño, el color y la regularidad de los cristales y frecuentemente, al fin de la zafra, se concede una prima al operario que obtuvo los mejores resultados.

Por lo que es del turbinaje, se le pone bajo la vigilancia del maestro de azúcar directamente interesado para que esté bien conducido. Ordinariamente, el peso de azúcar obtenido por hectólitro varia poco; oscila entre 83 y 85 ks. de azúcar blanco. Estas cifras son mucho mas elevadas que las que se obtiene en Tucuman; pero hay que decir que el azúcar de remolacha se vende en cristales y que lo que se busca en la coccion es un grano de tamaño mediano y uniforme con la mayor dureza posible á fin de reducir al minimum las pérdidas en las centrífugas, mientras que el azúcar de cañas elaborado para el consumo directo se vende en polvo y los cristales precedentes difíciles de moler no suministrarían sino un polvo blanco con poco brillo, mas ó menos parecido á harina.

La marca premiada consiste en polvo brillante que no se puede obtener sino con cristales muy finos y blandos que son precisamente los que pierden mas en el turbinaje. Entre estos dos extremos existe, sin embargo, un término medio que es prudente no pasar si se quiere reducir los gastos de fabricacion.

Este año hemos estudiado en detalle la aplicacion industrial de la purificacion de los jugos por un exceso de

cal precipitado luego por el gas carbónico. Este procedimiento llamado de carbonatacion, exclusivamente usado en los ingenios que tratan la remolacha donde lo hemos visto funcionar durante 6 años, ha sido el objeto de numerosas discusiones para su aplicacion á los jugos de caña. A pesar de que estábamos convencidos del buen éxito que tendria este método hemos querido darnos cuenta industrialmente si las críticas formuladas por ciertos autores tenían fundamento serio ó si realmente era permitido contar sobre las ventajas que se podia preveer. Hemos hecho dichos estudios en el Ingenio San Isidro gracias á los buenos oficios de los señores Dorado, dueños del ingenio. Estos señores convencidos de los defectos de la defecacion simple, trataron con empeño desde unos años de reemplazar este procedimiento por otro mas eficaz, mas perfecto, en fin en relacion con la composicion de su materia prima, para asegurar en todo caso la marcha económica de su industria. Despues de serios estudios en los ingenios de Europa, el señor Cárlos Dorado propuso la carbonatacion doble tal como la habia visto funcionar para la remolacha, pero en vista de las dificultades que se encuentran para elaborar azúcar blanco, para conseguir la neutralidad de los jugos con el gas carbónico y de la enorme cantidad de este gas que habia que gastar, se abandonó la segunda operacion para reemplazarla por una purificacion, obtenida por la accion combinada de la barita y ácido fosfórico (procedimiento Manoury). Hemos visto que este procedimiento no dió el resultado que justificaba el aumento de gastos ocasionados por la barita y el ácido fosfórico necesario para su saturacion; se suprimió entonces la barita conservando la saturacion por el ácido fosfórico cuya proporcion usada se hallaba así reducida á la justamente necesaria para neutralizar la pequeña cantidad de cal dejada en la carbonatacion. En este procedimiento que hemos visto funcionar este año y á pesar de la mala calidad de las cañas que hemos tratado durante el primer periodo de la fabricacion,

como se puede constatarlo en el cuadro que hemos dado representando la composicion media de los jugos entrados en el ingenio cada 24 horas, los resultados han sido muy satisfactorios. Hemos quedado convencidos de que con cañas malas se podia contar en 1ª cristalización en azúcar blanco, primera molida, á lo menos sobre 70 % del azúcar contenido en los jugos extraídos por los trapiches, mientras que en iguales condiciones, la defecacion no hubiera dado mas, y con muchas dificultades, de 40 á 45 %. A esta enorme ventaja debemos agregar las que hemos señalado en detalle y que podemos resumir aqui: 1º Posibilidad de aplicar el remojo ó la maceracion al bagazo á fin de reducir las enormes pérdidas de este lado, la disminucion de densidad debida al agua agregada puede ser ampliamente compensada por las vueltas de melazas si se les añade á una densidad conveniente lo que disminuye notablemente los gastos de evaporacion. 2º Como las impurezas extraídas con el remojo ó la maceracion se hallan eliminadas por la carbonatacion se puede contar entonces sobre un aumento de rendimiento proporcional al suplemento de azúcar extraído por los trapiches. 3º Los jugos pierden su viscosidad, filtran perfectamente en filtros prensas y permiten la elaboracion de azúcar completamente exento de cachazas; se puede tambien agotar los residuos con un lavaje apropiado lo que suprime las pérdidas en los barros, espumas, etc. etc. 4º La coccion se verifica siempre sin dificultad. Se puede concentrarla hasta que no contenga mas de 5 á 6 por ciento de agua lo que aumenta la proporcion de azúcar cristalizado. 5º Si la coccion ha sido bien conducida el rinde por hectol. aumenta á causa de la concentracion de las templeas y de la fluidez de las melazas, las cuales se separan fácilmente en las centrifugas, lo que reduce mucho la proporcion de agua necesaria para lavar los cristales y por lo tanto las pérdidas en las melazas. 6º Los bajos productos que contienen relativamente poca glucosa cristalizan y se blanquean fácilmente á causa

de su poca viscosidad. En fin agregaremos que teniendo en cuenta la composicion de los jugos obtenidos por diffusion, no es dudoso que aplicándoles este procedimiento de purificacion se obtenga excelentes resultados y un rinde en azúcar cristalizado proporcional á la cantidad entrada en el ingenio.

Al lado de estas ventajas debemos señalar los inconvenientes siguientes:

En primer lugar un aumento de aparatos que consiste en la construccion de un horno de cal con sus accesorios, lavadores, tuberia y bomba; despues, la instalacion de 2 calderas para la carbonatacion con sus accesorios; malaxador, bomba y filtros prensas correspondientes. En fin, si se quiere aprovechar las ventajas incontestables del enfriamiento metódico de las templeas, habria que disponer 2 malaxadores especiales, destinados á este efecto. No hemos hablado de la fosfatacion porque en esta operacion se puede utilizar los defecadores existentes.

Los gastos de fabricacion por 100 de caña resultarian poco diferentes comparandolos con los de la defecacion simple. Debemos inmediatamente contar con un aumento notable de cal; el máximum usado seria de 1 kilo 400 á 1 kilo 500 por 100 de cañas. Esta cal debe llegar al ingenio al estado de carbonato, de donde resulta un suplemento de transporte. Tambien debemos agregar: 1º el combustible para la coccion: 12 á 15 kilos de leña por 100 de cañas segun la pureza y la resistencia de las piedras á la coccion 2º la mano de obra, sea 6 peones por 12 horas para preparar las piedras, cargar y descargar el horno, apagar y cernir la cal, cuidar los hogares, etc, etc. En el interior del ingenio los gastos de combustible resultarian tal vez un poco menores; en efecto: para la carbonatacion los jugos calentados á 60º pierden 10º en el malaxador y en los filtros, y alcanzan á 100º á la fosfatacion.

En la defecacion se calienta á 98º se pierde 5 á 6º durante la defecacion y se mantiene luego los jugos á la

ebullicion durante $\frac{1}{4}$ de hora á 20 minutos en los clarificadores. Esta última operacion se halla suprimida en el primer caso pero hay que contar con el aumento de volumen de los jugos, debido á la lechada de cal sea $\frac{1}{10}$ más y á las vueltas de melazas.

La mano de obra en el ingenio seria aumentada de los peones necesarios para limpiar y cuidar los filtros, cambiar las telas, sacar los barros etc, etc, sea seis á siete peones.

En fin, agregaremos el superfosfato cuyo peso usado por 100 kilos de cañas varia segun la riqueza en ácido libre.

Hemos dicho que la carbonatacion es más delicada á conducir que la defecacion pero no hemos encontrado serias dificultades para enseñar este trabajo á gentes del país, elijiendo los más inteligentes y cuidadosos.

En resùmen de todos los inconvenientes que acabamos de enumerar el más serio seria el peso de cal que se agrega por 100 de cañas y que se deberia traer á veces de muy lejos. En San Isidro la piedra proviene de los alrededores y parece que se podria encontrarla tambien en Tucuman, es una especie de marmol un poco duro para cocer pero que suministra una cal blanca y pura; nunca hemos tenido dificultades en su uso (ver análisis página 106).

La carbonatacion debe aplicarse en los países que producen cañas de calidades medianas cuyo jugo impuro requiere una purificacion enérgica que no se puede conseguir con los otros métodos más sencillos que hemos descrito. En los países privilegiados donde la pureza de los jugos de cañas maduras no es inferior á 86 y alcanza á 98 se comprende que la defecacion sea suficiente para obtener una buena cristalizacion, pero no es el caso de las provincias del Norte.

En la isla de Java donde en general la pureza de la caña no es muy alta y en muchos casos comparables á

la que tenemos en Tucuman, se ha adoptado desde varios años la carbonatacion que funciona en casi todos los ingenios con todo éxito.

Hablando de la direccion general del trabajo en los ingenios hemos dado varios ejemplos que hacen comprender la importancia de las vueltas de melazas en la coccion y en la purificacion.

Hemos demostrado tambien que para alcanzar el maximum de rendimiento posible, un control químico en la forma que hemos indicado es indispensable. Este control deberia existir en todos los ingenios cualquiera que sea el método de elaboracion adoptado.

Es á la falta de direccion ilustrada por la química que se debe en mayor parte el atraso considerable de la industria azucarera de las cañas comparada á la de las remolachas.

Debemos tambien notar que las condiciones climatológicas que estas plantas requieren tienen tambien cierta influencia sobre estos resultados. La remolacha se cultiva en los países templados mientras que las cañas no se desarrollan bien sino bajo un clima cálido, húmedo, casi siempre malsano, en el cual el organismo se debilita, lo que disminuye mucho las capacidades fisicas é intelectuales de los individuos; pero una buena administracion que pondria el personal en condiciones higiénicas convenientes dando á cada uno su rol, sin pedir más que el esfuerzo posible en aquel clima, disminuiria mucho estos inconvenientes.

Diciembre de 1900.

PABLO LAVENIR.

Fé de Erratas

PAGINA 7—En vez de: acercaria de la caña de Taiti —
léase: acercaria de la caña morada de Taiti.

» 28—En vez de: Prison, Gerlich—léase: Prinsen
Gerlich.

» 57—En vez de: en los trapiches franceses muy
usados en el Norte de Francia (Fives, Lille,
Cail y Cia.)—léase: en los trapiches franceses
(Fives Lille, Cail y Cia.) muy usados en el
Norte, etc., etc.

» 72—En vez de: como se lo lleva de abajo etc. . .
—léase: como se lo llena de abajo, etc.

» 73—En vez de: tolras—léase: tolvas.

» 129—En vez de: menos viscosa se reposa—léase:
menos viscosa se separa, etc.

» 135—En vez de: evitará para la concentración—
léase: evitará con la concentración.

ÍNDICE

	Pág.
CAPÍTULO I — Cultivo de la caña de azúcar: Regiones, Variedades cultivadas, Plantacion, Cultivos, Cosecha, Rendimientos. Observaciones	3
CAPÍTULO II — Materias que constituyen el tallo de la caña de azúcar y sus propiedades generales	27
CAPÍTULO III — Constitucion anatómica y composicion química del tallo de la caña de azúcar	32
CAPÍTULO IV — Orígen del azúcar en la caña.....	44
CAPÍTULO V — Elaboracion del azúcar de caña	47
CAPÍTULO VI — Purificacion de los jugos: Gas sulfuroso, Defecacion, Defecacion y clarificacion con ácido fosfórico, Defecacion bajo presion. Carbonatacion.....	87
CAPÍTULO VII — Concentracion de los jugos. Evaporacion. Coccion en granos	116
CAPÍTULO VIII — Separacion de los cristales	128
CAPÍTULO IX — Tratamiento de los bajos productos.....	133
CAPÍTULO X — Rendimientos.....	137
CAPÍTULO XI — Vuelta de melazas en la coccion en grano — Cristalizacion en movimiento	144
CAPÍTULO XII — Métodos de elaboracion aplicados en el ingenio San Isidro; año 1898; año 1900. Observaciones.....	151
CAPÍTULO XIII — Conclusiones.....	171

QL 34 .S2 L3
Lavenir, Pablo/El cultivo de la caña y l

3 5185 00067 4679