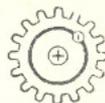


QUIMICA INDUSTRIAL

PUBLICACION CIENTIFICA TECNICA E INFORMATIVA DE LA
ASOCIACION DE QUIMICOS INDUSTRIALES DEL URUGUAY

AÑO XIV — VOL. VII
NUM. 1



ENERO - JULIO
1961

COMISION DE REVISTA

Director-Redactor Responsable:
Quím. Ind.
GLADYS REY DE DELLACHA

Administrador:
Quím. Ind. OMAR J. ROSSELLI

Secretario:
Sr. WALTER SUAREZ

Colaboran en este número:
Prof. Pierre Beraud
Q. Ind. Nestor Torres Pedemonte
Q. Ind. Saverio Marotta
Q. Ind. José P. Argenzio
Prof. Pierre Beraud
Q. Ind. Nestor Torres Pedemonte
Q. Ind. Saverio Marotta

Dirección y Administración:
Avda. AGRACIADA 1464 - Piso 13
Montevideo - Uruguay

SUMARIO

| | Pág. |
|---|------|
| AUTORIDADES | 2 |
| EDITORIAL | 3 |
| PRIMER CONGRESO INTERAMERICANO DE INGENIERIA QUIMICA | 5 |
| AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE QUIMICA | 6 |

SECCION CIENTIFICA

| | |
|---|----|
| OBSERVACIONES SOBRE LOS METODOS DE PROSPECCION MICROBIOLOGICA DE PETROLEO. Algún Ensayo en Uru- guay. — Prof. Pierre Beraud, Q. Ind. Nestor Torres Pe- demonte y Q. Ind. Saverio Marotta | 7 |
| CALCULO DEL RENDIMIENTO DE LA CAÑA DE AZUCAR. — Q. Ind. José P. Argenzio | 12 |
| ESTUDIO EXPERIMENTAL DE PRODUCCION DE AGAR- AGAR EN URUGUAY. — Prof. Pierre Beraud, Q. Ind. Nes- tor Torres Pedemonte y Q. Ind. Saverio Marotta | 22 |
| COMISION HONORARIA DEN TRABAJOS INSALUBRES. Li- mites Higiénicos de Exposición para Substancias o Mate- riales que se pueden encontrar en la Industria | 35 |

CONGRESO

| | |
|---|----|
| OCTAVO CONGRESO LATINOAMERICANO DE QUIMICA. — Buenos Aires 12 al 22 de Setiembre de 1962 | 41 |
|---|----|

- ◆ Precio de un ejemplar: \$ 3.00 moneda nacional. Suscripción por volumen \$ 12.00 moneda nacional.
- ◆ **Fotocopias y microfílm.** — Se remitirán a requerimiento de los lectores, fotocopias y/o microfílm de los artículos publicados. El precio de los microfílm es de \$ 1.00 por página (en negativo). Las copias fotostáticas se remitirán a \$ 1.00 por página (en negativo). En ambos casos se recargará el costo de franqueo.
- ◆ Esta revista se remite gratuitamente a los socios, a las publicaciones que mantengan canje regular con ella y a las instituciones científicas nacionales que lo soliciten.
- ◆ **SE SOLICITA CANJE, ON PRIE L'ECHANGE, EXCHANGE SOLICITED, PREGIAMIO IL CAMBIO, PEDESE PERMUTA.**
- ◆ Los apartados se solicitarán al presentar los originales y serán de cuenta de los autores.

La Asociación de Químicos Industriales y la Dirección de QUIMICA INDUSTRIAL no siempre se solidarizan con las ideas y juicios emitidos en los artículos de los cuales son responsables sus autores.

Cálculo del Rendimiento de la Caña de Azúcar

Quím. Ind. JOSE P. ARGENZIO

I) INTRODUCCION

El presente trabajo tiene por fin informar sobre el método para determinar el rendimiento teórico de la caña de azúcar, que fué estudiado con vistas al cálculo del precio.

Interesa decir algunas palabras previas de cómo se ha desarrollado este estudio, por cuanto plantea un procedimiento de trabajo que se considera útil en las condiciones actuales de nuestro país, sin experiencia industrial y en etapa de desarrollo.

Sobre un informe elaborado a pedido de la gerencia de la Comisión Honoraria del Azúcar (noviembre de 1955) (1 - pág. 334) se realizaron consultas a técnicos nacionales y extranjeros, se dió vista a las partes interesadas y se discutió en mesa redonda con delegados de industriales y plantadores.

En base a los acuerdos llegados en dicha mesa redonda, la C.H.A. aprueba, con carácter provisorio, la fórmula a aplicar en la zafra 1956, para determinar el rendimiento en sacarosa de la caña, a los efectos de su liquidación (1 - p. 385).

El mecanismo se continúa. Con posterioridad a las zafra se reúnen los técnicos de las empresas, de los agricultores y del ingenio El Espinillar, de A.N.C.A.P. con los de C.H.A., para discutir a la luz de la experiencia realizada, el resultado de la aplicación de la fórmula, hacer las correcciones, ajustes y complementos que se creyeran necesarios para su próxima aplicación. La C.H.A. recibe y oficializa los acuerdos arribados.

Como consecuencia de ello se ha estructurado un conjunto de disposiciones sobre condiciones de recepción de caña y fórmula de determinación de su rendimiento a los efectos de su liquidación.

Los fundamentos de la fórmula son los mismos del informe original, las variaciones introducidas concurren a su mayor adaptación a las condiciones del país, a su simplificación y a completarla en función de la finalidad perseguida.

Sigue siendo válido lo que se expresa en la "Introducción" del Capítulo IX, de la Memoria de la C.H.A. (1 - pág. 333).

"El rendimiento obtenible de una caña dada, elaborada mediante instalación y procesos dados, debe ser un valor dado. El método de determinarlo debe tender a la mayor aproximación posible, con la máxima sencillez y claridad operatoria; propendiendo a la conjunción del valor técnicocientífico del método, su aplicabilidad en el ingenio y su fácil comprensión por el agricultor, lego en prácticas y fundamentos de la industria.

"La contemplación de los intereses económicos de los productores y elaboradores, corresponde en la legislación actual, al Poder Ejecutivo, en actos de fijación de precios, costos, subsidios, etc.

"Pero no se pudo llegar a una solución ampliamente satisfactoria. Las condiciones que impusimos a esta solución, las dificultades propias del problema —no han permitido solucionarlo en definitiva, ni aún en lugares técnicamente más desarrollados— y las insuficiencias propias del medio en que nos desenvolvimos, constituyeron limitaciones hasta ahora insalvables.

"Creemos haber logrado:
—Un planteamiento lógico de una forma satisfactoria de encarar el problema sobre bases técnicamente aceptables y fecundas.
—Un procedimiento (estudio, consultas, discusiones, recopilación de datos, etc.) que ya ha dado frutos, y segu-

“ ramente los seguirá dando no sólo ha-
“ cia el objetivo limitado del problema
“ encarado, sino en uno más general de
“ superación de prácticas de agricultura
“ e industrialización de la caña de azú-
“ car en nuestro país.
“—Una solución al problema legal, que
“ aunque no plenamente satisfactoria,
“ es superior a las manejadas hasta el
“ momento”.

II) CONDICIONES DEL ESTUDIO

Entre las dificultades planteadas para la solución de la forma de determinar el valor de la caña, se presentaron:

- 1) Legales, por contradicciones de los textos legales y reglamentario. En el entendido que no correspondía al informante pronunciarse en ese aspecto, en el informe del 16.XI.55, luego de diversas consideraciones el trabajo se orientó a la elaboración de una fórmula que exprese en sacarosa, el rendimiento teórico obtenible de la caña.
- 2) Personales, consecuencia de la limitada experiencia en la industria y de lo complejo de un problema frente al cual aún se debaten autoridades técnicas de prestigio, sin haberse llegado a la uniformidad.
- 3) Locales. La condición de país subtropical, trae aparejadas una serie de diferencias con las zonas típicamente cañeras y de mayor desenvolvimiento técnico. Las grandes variaciones en las purezas de los jugos trabajados y la influencia pronunciada de las heladas, frente a la uniformidad de condiciones de las zonas tropicales, impusieron la revisión de la forma de aplicación de las posibles fórmulas para determinar la recuperación en la casa de calderas.

El relativamente corto tiempo de vida y las deficientes condiciones (en lo que a nuestro interés se refiere) del control técnico en la industria, privaron de muchos e importantes antecedentes para el trabajo realizado.

- 4) Dificultades normales, tanto a la determinación como correcta aplicación de una fórmula de rendimiento:
—control de proceso de una partida determinada de caña, en un ingenio

que elabora materia prima de diversos orígenes,
—inseguridad de la representabilidad de las muestras,
—complejidad y prolongación del tiempo insumido por ciertos análisis.

III) DEDUCCION DE LA FORMULA

Se expresa en el ya mencionado informe de noviembre de 1955:

“En conclusión el sistema para determinar el rendimiento debe ser tal que suponiendo condiciones de instalación y procesos eficientes, dependa sólo de las condiciones propias de la caña.

“ Evidentemente el logro integral de lo anterior, es del orden de lo imposible. Así lo aceptan autorizados autores, cuando limitan las exigencias de las fórmulas.

“ No otra cosa cabe, cuando subsisten distintos criterios sobre el grado de influencia de la fibra de la caña en la extracción, sobre la forma de relacionar la sacarosa entrada en el jugo y la pérdida en melaza, o el grado de agotamiento de esta última, etc.

“ Se une a lo anterior el hecho de las dificultades de ciertas determinaciones que imponen el empleo de métodos no muy exactos (molinos de laboratorio) o sustitución de un concepto por otro (sólidos, sacarosa, pureza verdadera; por brix, pol y pureza aparente), etc.

Es decir, se busca —con todas las limitaciones ya mencionadas— un valor teórico, pero accesible en condiciones industriales determinadas.

Por lo tanto se debe caracterizar la caña, y determinar las exigencias a la instalación fabril: extracción y retención en función de dicha característica.

LA CAÑA. La sacarosa (pol) en la caña se calcula en base al jugo absoluto. (Jugo absoluto: todos los sólidos disueltos de la caña, más el total de agua de la caña; caña menos fibra. (2)

Designando por:

Sc : Sacarosa (Pol) por unidad de caña

Bo : Brix % del jugo absoluto

Po : Pureza % del jugo absoluto

B : Brix % del jugo de primera presión

P : Pureza % del jugo de primera presión

f : fibra por unidad de caña
Se tiene:

$$1) Sc = (1-f) \frac{Bo \times Po}{100}$$

Como el jugo absoluto es un jugo teórico, cuya composición no es directamente determinable, se acepta una relación fija (que se designa por K_1 y cuyo valor se establece — ver más adelante — en 0,900) entre la sacarosa (pol) del jugo absoluto y la del jugo de primera presión de fábrica.

$$2) K_1 = \frac{Bo \times Po}{B \times P} = 0,900$$

La fórmula 1) se transforma en:

$$3) Sc = K_1 (1-f) \frac{B \times P}{100} = 0,900 (1-f) \frac{B \times P}{100}$$

EXTRACCION DE SACAROSA (POL). — Sacarosa (Pol) en jugo mixto por ciento sacarosa (Pol) en caña — (2).

De acuerdo al planteamiento de Noël Dærr adoptado por el I.S.S.C.T., la extracción de sacarosa es función de la fibra de la caña.

Sec = sacarosa (pol) extraíble de la unidad de caña.

e = sacarosa (pol) extraíble de la caña de fibra f, por unidad de sacarosa (pol) contenida en dicha caña.

Er = sacarosa (pol) extraíble de una caña tipo de fibra 12,5 %, por unidad de sacarosa (pol) contenida en dicha caña.

Según las expresiones más divulgadas para calcular la extracción reducida, se tiene:

$$4) Er = 1 - (1-e) \frac{1-f}{7f} \text{ de donde}$$

$$5) e = 1 - (1-Er) \frac{7f}{1-f} \text{ . Multiplicando 3) por 5) resulta:}$$

$$6) Sec = K_1 (1-f) \frac{B \times P}{100} \left[1 - (1-Er) \frac{7f}{1-f} \right] = 0,900 (1-f) \frac{B \times P}{100} \left[1 - (1-Er) \frac{7f}{1-f} \right]$$

Esta forma de deducir la sacarosa (pol), extraíble de una caña de fibra cualquiera en función de una extracción reducida dada, resulta más sencilla que la expuesta por E. Hugot (3) y tiene además sobre ésta, la ventaja de no depreciar ningún término.

La extracción reducida que se considera exigible a la instalación industrial — por motivos que se dan más adelante — está dada por:

$$7) Er = 91 + 0,06P - \left(\frac{100}{P} \right)^3$$

SACAROSA (POL) RECUPERABLE EN CASA DE CALDERAS. — A los efectos de su cálculo se optó por la fórmula S.J.M. Es necesario pues el conocimiento de las purezas de jugo mixto y la exigible a la melaza.

La pureza del jugo mixto, se asumió en una relación constante al del jugo de primera presión.

8) $K_2 = P/J = 1,030$. (J = pureza jugo mixto)

y la pureza final de la melaza se calcula de acuerdo a la fórmula siguiente, en la cual:

J = pureza jugo mixto.
M = pureza de melaza.

9) $M = 0,009 (J - 60)^2 + 26$.

De acuerdo a lo anterior y llamando:

Sr = sacarosa (pol) recuperable en azúcar, por unidad de sacarosa (pol) entrada en jugo tenemos:

De acuerdo a lo anterior y llamando:
Sr = sacarosa (pol) recuperable en azúcar, por unidad de sacarosa (pol) entrada en jugo tenemos:

$$10) Sr = \frac{J - M}{J(100 - M)} \times 100$$

Sustituyendo J y M, según 8) y 9) se tiene:

$$11) \text{ Sr} = \frac{\frac{P}{K_2} \left[\frac{(P)^2}{0,009 \left(\frac{P}{K_2} - 60 \right) + 26} \right]}{\frac{P}{K_2} \left\{ 100 - \left[\frac{(P)^2}{0,009 \left(\frac{P}{K_2} - 60 \right) + 26} \right] \right\}} \cdot 100$$

RENDIMIENTO OBTENIBLE DE LA CAÑA. — La sacarosa (pol) obtenible % de una caña dada será:

$$12) R = \text{Sec} \times \text{Sr} \times 160.$$

Sustituyendo en 12) según 6) y 11) se tiene:

$$13) R = (1-f) K_1 \frac{B \times P}{100} \left[\frac{7f}{1-f} \right] \frac{\frac{P}{K_2} \left[\frac{(P)^2}{0,009 \left(\frac{P}{K_2} - 60 \right) + 26} \right]}{\frac{P}{K_2} \left\{ 100 - \left[\frac{(P)^2}{0,009 \left(\frac{P}{K_2} - 60 \right) + 26} \right] \right\}} \cdot 10.000$$

Adjudicando los valores correspondientes, el rendimiento queda como una función exclusiva del Brix y la pureza del jugo de primera presión y de la fibra de la caña, que se consideran los elementos determinantes de la característica de ésta.

FORMULA FINAL. — Se llega así a la fórmula actualmente en uso. No se hicieron simplificaciones, posibles, prefiriendo dejar la fórmula en su forma estructural, para así poder usar sus distintas partes integrantes: extracción, ex-

tracción reducida y retención, y comparar los resultados teóricos y prácticos.

LA APLICACION. — La fórmula desarrollada es de cálculo molesto, por ello se recurrió a la confección de una tabla que en función de la fibra y la pureza del jugo de primera presión, da un factor, el que multiplicado por el brix da el rendimiento porcentual.

La extensión de la tabla no permite su inclusión íntegra, por lo cual se da el siguiente extracto parcial, para indicar su manejo:

| Fibra % | 11,0 | 11,5 | 12,0 | 12,5 | 13,0 | 13,5 | 14,0 | 14,5 | 15,0 | 15,5 | 16,0 | 16,5 | 17,0 |
|-----------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Pureza % | | | | | | | | | | | | | |
| 77,0 | 0,505 | ,501 | ,496 | ,492 | ,488 | ,483 | ,479 | ,475 | ,470 | ,466 | ,462 | ,457 | ,452 |
| 77,2 | 507 | 503 | 498 | 494 | 489 | 485 | 481 | 476 | 472 | 467 | 463 | 458 | 454 |
| 77,4 | 510 | 505 | 501 | 496 | 492 | 488 | 483 | 479 | 474 | 470 | 465 | 461 | 457 |
| 81,8 | 555 | 550 | 546 | 540 | 536 | 532 | 527 | 522 | 518 | 513 | 508 | 504 | 499 |
| 82,0 | 556 | 552 | 547 | 543 | 538 | 533 | 529 | 524 | 519 | 515 | 510 | 505 | 501 |
| 82,2 | 558 | 554 | 549 | 544 | 540 | 536 | 531 | 526 | 521 | 516 | 511 | 507 | 502 |
| 85,0 | 587 | 584 | 578 | 573 | 569 | 565 | 559 | 555 | 549 | 544 | 540 | 535 | 530 |
| 85,2 | 589 | 586 | 580 | 576 | 570 | 566 | 561 | 557 | 552 | 547 | 542 | 537 | 532 |
| 85,4 | 592 | 588 | 582 | 578 | 573 | 568 | 563 | 558 | 553 | 548 | 543 | 539 | 534 |
| 87,4 | 614 | 609 | 603 | 598 | 594 | 589 | 584 | 579 | 575 | 569 | 565 | 560 | 554 |
| 87,6 | 616 | 611 | 605 | 600 | 595 | 591 | 586 | 580 | 576 | 570 | 566 | 561 | 555 |
| 87,8 | 617 | 612 | 607 | 602 | 597 | 593 | 588 | 583 | 578 | 572 | 568 | 563 | 558 |
| 88,0 | 620 | 615 | 609 | 604 | 599 | 595 | 590 | 584 | 579 | 574 | 570 | 564 | 559 |
| 88,2 | 621 | 618 | 612 | 607 | 603 | 597 | 593 | 587 | 582 | 578 | 572 | 567 | 562 |
| 88,4 | 624 | 620 | 614 | 609 | 604 | 599 | 594 | 589 | 584 | 579 | 574 | 569 | 564 |

Así una caña de 14,5 % de fibra y jugo de primera presión de Brix = 17,5 y pureza = 85,0 da un rendimiento de $0,555 \times 17,5 = 9,7$ %.

En consideración a las condiciones de los laboratorios de control de los ingenios, se usa el brix y pureza aparente en lugar de sólidos y purezas verdaderas.

A los efectos de uniformizar las formas de cálculo y teniendo en cuenta el grado de exactitud posible del resultado, se determinó que el rendimiento se exprese aproximado a la primera cifra decimal, usando la pureza aproximada a la décima par y el brix a la décima.

IV) ALGUNAS CONSIDERACIONES

Sobre la estructura de la fórmula. — El objetivo inmediato era determinar el método y la forma de poder calcular el valor de la caña en función de sus características propias y con la máxima prescindencia de las condiciones y normas del establecimiento fabril en que se industrializara.

Las condiciones de desarrollo de la industria en el medio y las complejidades propias del problema determinan la imposibilidad de una fórmula definitiva. Por el contrario debería facilitarse al máximo la posibilidad de perfeccionamiento en la medida que nuevas técnicas aportaran mayores luces y posibilidades de uso de normas que ya aceptadas no son fácilmente aplicables por las dificultades operatorias, aparatos e instalaciones.

Tal objetivo se buscó realizarlo en condiciones de máxima aproximación en el resultado, sencillez y claridad operatoria.

En la fórmula los factores determinantes son los propios de la caña, con la mínima participación de la instalación fabril: fibra, brix y pureza del jugo de primera presión.

Por otra parte su estructura, comprendiendo tres términos diferenciados: caracterización de la caña, extracción y recuperación, permite y facilita el perfeccionamiento en cada uno de ellos en forma independiente. Así por ejemplo si se llega a poder determinar mediante métodos aptos, a estos efectos, la influencia cuantitativa del tipo o característica de la fibra, en la extracción, se

incluiría en el término correspondiente. De la misma manera si se quisiera tener en cuenta las pérdidas determinadas en cachaza se afectaría el factor de recuperación.

Es posible también referir los resultados prácticos de las distintas secciones del ingenio (extracción, retención) a los teóricos correspondientes, de forma de individualizar el de mayor incidencia en el apartamiento del rendimiento real del teórico. Es decir permite sectorizar y jerarquizar las eficiencias de planta y da una orientación a los esfuerzos de superación.

Sobre el jugo de primera presión. — Se usa el del trapiche de fábrica. Las dificultades de una muestra representativa de caña, y las diversas condiciones de los molinos de laboratorio (rayado, aberturas, presiones, etc.), motivaron la prescindencia de su uso.

El análisis del jugo de primera presión de fábrica corresponde a toda la partida de caña, ya sea porque se analiza una muestra continua de todo el jugo obtenido (moliendas pequeñas) o se promedian los resultados de los análisis realizados (moliendas prolongadas).

Evidentemente para una mayor exactitud se requeriría determinar rayado, aberturas, volúmenes horarios de fibra a trabajar, etc., pero ello además de las dificultades propias de adaptación de las instalaciones, presenta las de compatibilidad con las cambiantes condiciones de las cosechas (necesidad de acelerar una zafra por haberse dañado los cañaverales con las heladas, etc.) y sobre todo quedaría siempre la inseguridad del dato por el desconocimiento o posibilidad de hacer jugar adecuadamente todos los parámetros intervinientes.

Sobre la fibra. — La fibra es una variable de cada partida. Las múltiples dificultades de llegar a un dato aceptable (representabilidad de las muestras, impugnabilidad de las técnicas rápidas, carencia de aparatos, etc.) hicieron abandonar transitoriamente la posibilidad de la determinación directa. Se recurrió al criterio de emplear la fibra promedio de la molienda realizada en la fábrica, durante la corrida aproximadamente semanal.

En la búsqueda del sistema más racional y mientras no se pueda llegar a la determinación de la fibra directa de cada partida, se postula como soluciones más

perfeccionadas el uso de fibra según la variedad de la caña, su condición de soca o planta, del período de corte (anual o bianual).

En Australia (4 - pág. 45) para la aplicación de la C.C.S. se determinan los valores de fibra diariamente, cinco días por semana, para la clase o variedad de caña que se estima constituye el 50 por ciento o más del abastecimiento, dos veces por semana cuando es del 25 al 50 % y una vez por semana cuando es del 5 al 25 %. Las clases o variedades en menor porcentaje se agrupan en conjunto como "mezcla". Constituyen "clase" las cañas, plantas y socas, quemadas y no quemadas.

En Mauricio (Cane Payment in Mauritius. 5 - pág. 164) se determina el rendimiento (fibra, brix y pureza de jugo primera presión) a toda partida de caña suficiente para alimentar el trapiche más de 10 minutos.

Tanto en Australia como en Mauricio (5 - págs. 209 y 162) la determinación de la fibra es directa, sobre muestras sacadas del transportador; antes del primer molino (Australia) o cañas enteras (Mauricio).

Sobre contenido de sacarosa (Pol) en caña. — La constante K1. — Aceptada la definición del I.S.S.C.T. del "Jugo absoluto": "Todos los sólidos disueltos en la caña, más el agua total de la caña; caña menos fibra" (2) y como correctos los valores de fibra en caña, brix y pureza del jugo absoluto; es válida la expresión:

$$Sc = (1-f) \frac{Bo \times Po}{100}$$

en la cual (1-f) indica la cantidad de jugo absoluto en la unidad de caña y $\frac{Bo \times Po}{100}$ la cantidad de sacarosa (Pol) por unidad de jugo absoluto.

En un trabajo científico, el valor de fibra es obtenible. A las limitaciones de los métodos y posibilidades en la práctica industrial ya se aludió, así como a las soluciones adoptadas.

El conocimiento de los valores de brix y pureza del jugo absoluto, implica en la práctica normal de los ingenios, las determinaciones de brix y pol en el jugo mixto y en el bagazo, con la consiguiente

participación de las condiciones de trabajo y los errores de análisis (en particular en cuanto al bagazo).

Por otra parte se ha sostenido la existencia de una relación constante entre estos valores y los correspondientes al jugo de primera presión.

E. Hugot (3) expresa: "Es admitido que en un ingenio el brix del jugo absoluto está en una relación fija al brix del jugo de primera presión y que la pureza del jugo absoluto está en una diferencia pero también en una más o menos fija relación a la pureza del jugo de primera presión".

En las reuniones de técnicos para discutir la fórmula que ya se ha hecho referencia —realizada en octubre de 1956,— se planteó la hipótesis de que el valor de la relación entre los jugos absoluto y de primera presión, fuera dependiente de la condición de la caña y por lo tanto variase para cada región, variedad, etc.

B. B. Gairola (6 - pág. 19) aporta datos de la relación de los brix de lo que designa jugo absoluto (en realidad jugo normal) y jugo de primera presión. Las variaciones para distintos años y regiones son de un valor mínimo para Trinidad en 1949 —0,935— y un máximo para Natal en 1950 —0,952—. En cambio las relaciones de purezas de los mismos jugos oscilan entre 0,962 para Natal en 1950 y Mauricio en 1947 a 0,969 para Mauricio en 1948.

C. C. Redman (7) en un estudio realizado durante cinco zafras sobre cifras dadas por tres ingenios "que se sabe se han esforzado concienzudamente para reportear resultados exactos", da las relaciones entre brix del jugo absoluto y el de primera presión que oscila de un mínimo de 0,948 a un máximo de 0,979, con la característica de que el valor de la relación disminuye a medida que aumenta el de los brix.

J. D. de R. de Saint Antoine (5 - p. 164) informa para Mauricio, como resultado de varios años de control, la siguiente relación:

$$\begin{aligned} \text{Brix jugo absoluto} &= 0,89 \times \\ \text{Brix jugo 1ª presión} &+ 1,3 \end{aligned}$$

que se usa en dicha isla para el cálculo de rendimiento. Respecto a las purezas se encontró que el coeficiente de correlación es mucho menor; aceptándose que las diferencias de purezas del jugo de

primera presión y absoluto es la misma para el colono que para el total de la molienda:

$$P_o = P_1 - (P_{ot} - P_t)$$

P_o = Pureza jugo absoluto de la caña del colono

P_1 = Pureza jugo de primera presión de la caña del colono

P_{ot} = Pureza jugo absoluto de la caña total molida

P_t = Pureza jugo de primera presión de la caña total molida

Agrega que la relación de brix, es afectada por la variedad.

Los valores que hemos manejado, de la relación de brix por pureza del jugo absoluto sobre brix por pureza del jugo de primera presión, de distintos países y años oscilan desde más de 0,860 a menos de 0,950. Los valores de los ingenios de Tucumán (clima sub-tropical, en general variedades de caña similares y sistema de corte anual, como en Uruguay) oscila de 0,910 a 0,930.

En el ingenio de CAINSA los valores son del orden de 0,865 a 0,890.

Aceptando que la constante estudiada, sea una característica de la caña; variedad, clima, etc., correspondería su determinación para cada tipo. En nuestro país donde hay gran cantidad de variedades, ello sería casi imposible por el momento. Cuando la lógica evolución de la industria lleve a una reducción de las variedades y se conozca para cada una de ellas, los valores de la constante, si estos son sensiblemente diferentes, se podrá adoptar varios (según el número de variedades o condiciones) en lugar de uno solo como actualmente.

Sobre el cálculo de la extracción. —

Admitido el concepto de "jugo absoluto" (caña menos fibra) y una relación constante entre la sacarosa (pol) % del jugo absoluto y la del jugo de primera presión (que se tomó como igual a 0,900) el contenido en sacarosa (pol) por unidad de caña, queda dado por la fórmula 3):

$$S_c = (1-f) K_1 \frac{B \times P}{100} = (1-f) 0,900 \frac{B \times P}{100}$$

Para determinar la extracción a exigir al trapiche de fábrica, se optó por referirla a una caña tipo.

El valor cuantitativo de la fibra, en la fórmula, se fundamenta en la atribuida incidencia determinante de la extracción. Sin embargo ello no es totalmente cierto. Si bien la I.S.S.C.T. aceptando la sugerencia de Deerr aprobó el empleo de las expresiones: "Extracción Reducida" y "Jugo absoluto en bagazo por ciento de fibra", ello es objetable como elemento de medida de la eficiencia del trapiche.

"Muy probablemente, la considerable diferencia en el jugo contenido en el bagazo de cañas blandas o duras, cuando son molidas en el mismo molino, en camas de igual espesor, es ocasionada por el diferente poder de absorción de la fibra" (8 - pág. 125).

"No es poco frecuente que suceda que mientras que el contenido de fibra permanece en un porcentaje constante, la extracción varía grandemente, permaneciendo las mismas condiciones de molienda. Tal variación puede ser fácilmente entendida, presumiendo que mientras la cantidad total de fibra permanece la misma, su distribución entre la médula y la corteza varía, un aumento en la proporción en la última es acompañado por un decrecimiento en la extracción". (Noël Deerr. Hawaiian Sugar Planter's Expt. Stat. Bull. 30.41, citado en 9, pág. 48).

Otros autores insisten en otras características (además de la cantidad) de la fibra que participan en el resultado de la extracción. Sin embargo hasta ahora no se ha expresado la forma de avaluar cuantitativamente esta incidencia. Esto último, unido al reconocimiento del I.S.S.C.T. del concepto de extracción reducida, hizo que se adoptara como caña tipo a los efectos de la extracción, aquella de fibra 12,5 % ($f = 0,125$).

Para establecer el valor de extracción reducida, en el informe inicial ya aludido (1 - pág. 334) se proponía adoptar un valor fijo e igual a 95 %.

La frecuencia en el país de las heladas, así como posibilidades de enfermedades u otras deterioraciones, que pueden abatir las purezas de los jugos de las cañas a valores muy bajos, determinó que se limitara el máximo de extracción exigible, en vistas a evitar un excesivo aporte de impurezas a la casa de calderas. Es decir, se tuvo en cuenta que

desde el punto de vista de la economía industrial, podría no ser conveniente la máxima extracción —prácticamente posible— en cañas de jugos de baja pureza. En consecuencia, actualmente el valor de extracción reducida, se calcula en función de la pureza del jugo de primera presión, según la fórmula 7) ya indicada.

Sobre retención de la casa de calderas.

— La fórmula 6) sustituyendo Er por el dado por la fórmula 7) permite calcular (en conocimiento del brix y la pureza del jugo de primera presión y la fibra de la caña) la cantidad de sacarosa por unidad de caña, que entra en la casa de calderas.

Para calcular la retención, se adoptó la fórmula SJM. La estructura matemática de ésta le da especiales ventajas: exactitud y generalidad sobre toda otra fórmula empírica. La aceptación general en los controles y cálculos de la industria y la I.S.S.C.T. la hacen recomendable. Además es usada normalmente en el país (el ingenio de CAINSA y en los dos ingenios de la compañía RAUSA —procesan remolacha—), lo que indica la familiaridad con su empleo.

La fórmula de Deer, al calcular el producto final como sacarosa ($S = 100\%$) en función de la unidad de sacarosa en

$$\text{trada, se expresa } \frac{100 (J-M)}{J (100-M)}$$

Según Spencer (9 - pág. 612) en la exposición original de esta fórmula Deer expresaba que debía usarse con sacarosa y sólidos verdaderos: pureza real. Agrega el mismo autor que la fórmula ha encontrado amplia aplicación con purezas aparentes, citando especialmente su aplicación e nel caso de cálculos de rendimiento para el pago de caña. (Un ejemplo fue informado hace algunos años de un cálculo así para el pago justo de caña helada. (9 - pág. 613).

La aplicación de la fórmula implica una pureza del jugo o material de que se parte y de la melaza a que se llega.

Pureza del jugo mezclado - Constante K_2

La pureza del jugo mezclado debe ser la del que se trabaja, la pureza de la melaza debe ser un valor técnicamente exigible.

El uso de la pureza determinada del jugo mezclado en proceso, merece entre otras las siguientes consideraciones:

a) El agricultor puede ser afectado por las condiciones en fábrica (infecciones, retorno de cachaza a los molinos...) de las que no tiene responsabilidad.

b) Implicaría cortes en la molienda, para separar e individualizar los jugos correspondientes a las distintas partidas de caña.

c) Importa una determinación analítica más.

Diversos autores relacionan las purezas de los jugos de primera presión y mezclados.

Hugot (3) adopta un valor constante e igual a 30 para el producto de la pureza obtenible de la melaza por el cociente de purezas de jugo de primera presión y clarificado. Ello implica aceptar otra constante que considere las pérdidas indeterminadas y en cachaza y sobre todo una pureza de melaza constante.

Con respecto a las pérdidas en barros e indeterminadas es corriente no tenerlas en cuenta y ha sido aceptado en congresos (10).

La pureza de la melaza —como se verá más adelante— se impone vincularla a la de los jugos.

Los valores de varios ingenios de Tucumán —Argentina— dan una relación de purezas de jugos de primera presión a jugos mezclados del orden de 1,020. Valores de Sud Africa (11) promedian también 1,020. Otros países (12) acusan una relación más próxima a 1,030. Los ingenios del Uruguay, en general han tenido valores francamente superiores, del orden de 1,050 e incluso mayores.

Al fin se adoptó la relación de 1,030, aun cuando se considera como en el caso de la relación de jugo absoluto y de primera presión, la posible incidencia de factores regionales o variedades y condiciones de la caña.

La pureza de la melaza. — Dada la estructura matemática de la S.J.M. afecta fuertemente los resultados de las retenciones calculadas, de jugos de baja pureza y relativamente poco cuando se trata de jugos de altas purezas.

Si en zonas tropicales, donde las purezas de los jugos no sólo tienen relativamente pocas variaciones, sino que además ellas se producen en el nivel de las altas purezas, el considerar —a los efectos del cálculo— una melaza fija, pudiera

ser aceptable, ello no lo es en nuestro medio donde los jugos presentan no sólo grandes variaciones sino que además éstas se producen frecuentemente en el nivel de los bajos valores, es decir en una zona de fuerte incidencia de pequeñas variaciones de la pureza de la melaza.

La fórmula de Copp (13 - pág. 484):

$$\text{Pureza melaza} = \frac{\text{Pureza de jugo}}{3}$$

da valores francamente inalcanzables en el país.

Se clasificaron melazas obtenidas en el país y en el extranjero, de acuerdo a distintos criterios (9 -pág. 223, 247 y 224, y 14). Con los mejores valores así obtenidos y las purezas de los jugos correspondientes se construyó una gráfica, cuya media responde a la fórmula 9).

Sustituyendo en la fórmula 10) el valor de M por el dado en la fórmula 9) se obtiene el valor de la retención correspondiente al jugo mezclado dado. Sustituyendo el valor de J por el que resulta de la fórmula 8) adoptando para K₂ el valor de 1,030 se obtiene la retención en función de la pureza del jugo de primera presión.

V) RESUMIENDO

El valor de la caña, según los decretos del Poder Ejecutivo y normas de la Comisión Honoraria del Azúcar, depende del rendimiento de la misma.

El rendimiento debe ser el obtenible en una instalación técnicamente eficien-

te y depender de las condiciones propias de la materia prima.

La caña, con vistas a su industrialización, se caracteriza por su contenido de sacarosa (pol) y fibra y por la pureza de su jugo.

Se determina el brix (B) y la pureza (P) del jugo de primera presión de cada partida de caña, y se calcula la fibra (f) para cada corrida de fábrica.

La sacarosa (pol) en caña viene dada por:

$$3) \text{ Sc} = K_1 (1-f) \frac{B \times P}{100}$$

en que K₁ = 0,900 es la relación de la sacarosa (pol) del jugo absoluto a sacarosa (pol) del jugo de primera presión.

La extracción (e) exigible por unidad de sacarosa en caña es:

$$5) e = 1 - (1 - Er) \frac{7f}{f}$$

donde Er = 91 + 0,06 P - $\left(\frac{100}{P}\right)^3$ es la

extracción reducida para una caña de fibra 0,125.

La recuperación se calcula aplicando la S.J.M. y asumiendo una pureza (J) de jugo mezclado igual a la del jugo de primera presión dividida por 1,030 y para la melaza una pureza (M) según la siguiente fórmula: M = 0,009 (J-60)² + 26. La retención (Sr) en función del jugo de primera presión resulta entonces:

$$11) \text{ Sr} = \frac{\frac{P}{K_2} \left[\frac{(P)^2}{\left[0,009 \left(\frac{P}{K_2} - 60 \right) + 26 \right]} \right]}{\frac{P}{K_2} \left\{ 100 - \left[\frac{(P)^2}{\left[0,009 \left(\frac{P}{K_2} - 60 \right) + 26 \right]} \right] \right\}} \times 100$$

El rendimiento (R) resulta del producto de 3) por 5) y por 11) con las correspondientes sustituciones.

Para facilitar el cálculo, la fórmula ha sido tabulada.

BIBLIOGRAFIA

- 1) Comisión Honoraria del Azúcar. — Memoria correspondiente a los años azucareros 1953-54 a 1956-57. Tomo 1.
- 2) System of Cane Sugar Factory Control of de International Society of Sugar Cane Technologist. Ed. 1942.
- 3) The International Sugar Journal. — Julio 1955. pág. 187.
- 4) The regulation of Sugar Cane Prices, Acts, 1915 to 1935.
- 5) Proceedings of the 10th Congress of the International Society of Sugar Cane Technologists. — Hawaii, 1959.
- 6) El Mundo Azucarero. — Julio 1953.
- 7) El Mundo Azucarero. — Julio 1946.
- 8) Cane Sugar and its Manufacture. — H. C. Princen Geerligs.
- 9) Cane Sugar Handbook. — Spencer Meade. — Eighth Edition.
- 10) The International Sugar Journal. — Noviembre 1954.
- 11) The South African Sugar Journal — Vol. 39, Nº 6.
- 12) The International Sugar Journal. — Diciembre 1953, pág. 338.
- 13) La Sucrerie de Cannes. — E. Hugot, 1950.
- 14) The International Sugar Journal. — Febrero 1955.

La Dirección de la Revista

"Química Industrial",

se complace en anunciar que a partir del

próximo número, nuestra publicación

aparecerá bajo el título de Revista de

"Ingeniería Química".