

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
ESCUELA NACIONAL DE CIENCIAS QUIMICAS

Estudio sobre el Acido Aconítico en
los productos del Ingenio de San
Cristóbal y Anexas, S. A.

T E S I S
que para su examen profesional de
Q U I M I C O
presenta el alumno
Tomás García Borrás



MEXICO
Agosto 1950

QUIMICA

1425



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

A MIS PADRES Y HERMANOS.

AL C. GRAL. LAZARO CARDENAS

*con mi más profunda
estimación, agradecimiento y respeto.*

A LA SRA. DOLORES CASERO VDA. DE GONZALEZ E HIJOS.

A LA MEMORIA DE SU FINADO ESPOSO.

AL ING. QUIMICO DON HECTOR M. LOPEZ
con afecto y reconocimiento por los favores recibidos.

AL ING. QUIMICO LUIS CARLOS ROJAS
con sumo agradecimiento y aprecio por su valiosa ayuda y consejos en el desarrollo del presente trabajo.

AL INGENIO SAN CRISTOBAL.
por haberme proporcionado todo el material necesario para esta tesis.

A MIS MAESTROS

A MIS AMIGOS.

A MIS COMPAÑEROS.

CAPITULOS

- I.—Introducción.
- II.—Materiales y Métodos.
- III.—Procedimiento seguido.
- IV.—Datos experimentales.
- V.—Conclusiones.
- VI.—Bibliografía.

CAPITULO PRIMERO
INTRODUCCION

INTRODUCCION

El ácido aconítico o ácido 1, 2, 3, propentricarboxílico, ha ido adquiriendo más y más importancia como materia prima en la química moderna. Por ahora la fuente principal de este ácido orgánico es por deshidratación del ácido cítrico, lo que da al primero un precio demasiado alto (de aproximadamente \$ 7.00 por kilogramo), pero su obtención a partir de fuentes naturales, como la caña de azúcar y el sorgo, haría que el consumo del ácido fuera más extenso y abriría nuevos campos a la química industrial. Además se calcula que el consumo industrial del ácido está asegurado para todo el que logre obtenerse a partir de la caña de azúcar (27), ya que industrias como la de los plásticos usan ésteres del ácido aconítico, que también encuentran uso en la fabricación de hules sintéticos del tipo "Buna". Cantidades importantes de ácido aconítico se consumen para la obtención del ácido itacónico o metilén-succínico, por simple descarboxilación. Los ésteres de este último ácido pueden usarse en la fabricación de plásticos incoloros, hules sintéticos, etc.

Se tiene conocimiento del ácido aconítico desde 1820, en que fué descubierto por Peshier (7) en la *Aconitum Napellus*. Cincuenta años más tarde Behr (5) dá cuenta de su presencia en los guarapos y mieles de la caña de azúcar. A raíz del descubrimiento de Behr, los estudios del ácido aconítico en la caña de azúcar se sucedieron; así Yoder (31), encontró en sus investigaciones que el ácido aconítico era el ácido orgánico predominante en la caña, excepción hecha de los aminoácidos. Unos años más tarde, Taylor (24), mostró su presencia tanto en cañas sanas como enfermas, haciendo uso de la reacción cualitativa con anhídrido acético, llegando ambos a la conclusión de que el aco-

nitato de calcio es menos soluble en agua caliente que en fría. Zarban (32) en 1919 logró aislar el ácido del jugo de caña.

Otros investigadores, Prinsen-Geerligs (18) y Nelson (16), enfocaron sus estudios con respecto al ácido aconítico en las mieles de las fábricas de azúcar de Cuba y Puerto Rico.

Cabe el honor a McCalip y Seibert (14) ser los primeros investigadores en analizar cuantitativamente el ácido orgánico en los productos de la fabricación del azúcar de caña.

El interés en la obtención comercial del ácido como subproducto de las fábricas de azúcar fué creciendo hasta que en la zafra 1944-45 en Luisiana, una fábrica de azúcar, pudo ya obtener unas cuantas toneladas de aconitato de calcio (28). Este éxito industrial animó a los técnicos de la Godchaux Sugar Company's Raceland (12) en la obtención de 500.000 kilogramos de aconitato de calcio, usando como materia prima las mieles B. Las condiciones de precipitación y recuperación del aconitato de calcio fueron dadas a conocer por Ventre y Furs (30), adaptando ciertos procesos desarrollados para la precipitación del aconitato como sal de calcio y magnesio en la miel de sorgo. Estos dos investigadores, llegaron a la conclusión de que diluyendo las mieles B a 50° Brix aproximadamente, neutralizando y agregando cloruro de calcio, calentando después a 90°-95° centígrados, se obtenía una recuperación máxima de 50% para mieles que contenían hasta 4-5% de ácido aconítico en sólidos. Además observaron que este proceso intermedio no afectaba en modo alguno el proceso de fabricación del azúcar, ni influía en la pureza de las mieles.

El éxito ya obtenido por algunas fábricas de azúcar en la obtención del aconítico como subproducto, da muy buenos augurios para que muchos de los ingenios de la República procedan a su explotación, que desde luego representa una ganancia segura, ya que el mercado mundial consumirá cualquier cantidad que se produzca.

En vista de la posibilidad de su obtención en el Ingenio de San Cristóbal y Anexas, S. A., para la próxima zafra de 1950-51, se hizo un estudio del contenido del ácido desde el guarapo diluido, hasta la miel final, con objeto de saber la probable concentración que sufre el contenido de ácido al pasar desde el producto inicial, hasta el último o miel final.

CAPITULO SEGUNDO
MATERIALES Y METODOS

MATERIALES Y METODOS

Se analizó cuantitativamente el contenido de ácido aconítico en guarapos, meladura y mieles de la fábrica de crudo. Las muestras fueron tomadas del modo siguiente:

Se tomaron muestras de guarapos y meladura durante ocho horas, a partir de las cuales se homogeneizaron respectivamente y se procedió a su análisis.

Para el muestreo de mieles se tomó una muestra de miel correspondiente a cada tacho, de modo que fueron muestreados de 30 a 40 tachos para las mieles A y B. Simultáneamente se muestreó la miel C o final por un tiempo igual al de los dos anteriores.

METODOS PARA EL CUANTEO DEL ACIDO ACONITICO

Una vez listas las muestras se pueden seguir varios caminos para la determinación cuantitativa del ácido aconítico.

Hasta el año de 1947 en que Roberts y Ambler (19) descubrieron un método de descarboxilación aplicado solamente al cuanteo del ácido aconítico, todas las demás investigaciones cuantitativas se basaban casi exclusivamente en su extracción con éter, y titulando las extracciones secas con solución valorada de sosa (3, 4, 15, 32).

Existen otros métodos para el cuanteo del ácido aconítico que no han tenido tan favorable acogida, como los dos mencionados primera-

mente, como el método colorimétrico descubierto por Ventre (29), que da resultados solamente aproximados. Además en algunos casos, se aplicaron con cierto éxito métodos polarográficos y conductimétricos (13, 21, 22, 26). Como método analítico se observó que la descarboxilación pirolítica no dió resultados prácticos (8, 17).

En estudio comparativo de los dos principales métodos del cuanteo de ácido aconítico, el de descarboxilación de Roberts y Ambler, y el de extracción con éter, llegaron a la conclusión de que es mucho más práctico y en general más exacto, el método de descarboxilación descubierto por ellos, que el de la extracción con éter, ya que este último es muy tardado y las grasas y ceras solubles en éter hacen la titulación con sosa bastante incierta y a veces hasta imposible. El método de descarboxilación resultó halagadoramente aplicable a los productos de la fábrica de azúcar, no habiendo interferencia atribuida a los ácidos urónicos encontrados por Browne y Phillips (6) en la caña de azúcar, ni de las pequeñas cantidades de ácido cítrico (16, 23); el ácido oxálico y sus oxalatos no se descarboxilan por este método.

La descarboxilación del ácido aconítico en soluciones acuosas resultaría muy lenta (3, 4, 19), pero Roberts y Ambler, observaron que en medio acético su descarboxilación es muy rápida para los aconitatos alcalinos, los cuales son muy solubles, pero es más lenta para los aconitatos ligeramente solubles de cadmio, calcio y de sal doble de calcio y magnesio; siendo la misma descarboxilación mucho más lenta con el aconitato de plomo insoluble, pero agregando a esta última suspensión un exceso de acetato de sodio o potasio, al calentar a ebullición los aconitatos se disolvían rápidamente y la descarboxilación procedía de modo casi tan rápida como la de los aconitatos solubles, es decir de 30 a 40 minutos.

Esto último se explica por la formación del muy soluble acetato de plomo en el intercambio iónico entre el aconitato de plomo y el acetato de sodio (9, 10, 11).

CAPITULO TERCERO
PROCEDIMIENTO SEGUIDO

PROCEDIMIENTO SEGUIDO:

METODO DE DESCARBOXILACION (19)

Precipitación del aconitato de plomo.—Para proceder al análisis cuantitativo del ácido aconítico o sus sales en los productos que los contienen, es necesario separarlos como sal insoluble, y para tal objeto es necesario seguir los siguientes pasos generales:

Para sustancias líquidas:

Se toma el grado Brix de la sustancia, y se pesa tal cantidad de modo que al llevarla a un volumen de 200 ml con agua libre de bióxido de carbono, se obtenga una solución de 20—25 grados de Brix; se ajusta el pH alrededor de 6.0, convenientemente con ácido acético o con sosa; se calienta a baño de vapor y se agregan 50 ml de solución saturada de acetato de plomo neutro agitando y se recoge el precipitado filtrando con vacío con un embudo Boechner que contiene debajo del papel filtro una pequeña capa de asbesto ácido. El precipitado así colectado se lava una vez con agua, se succiona totalmente, se corta el vacío y se llena el papel con acetona, se abre el vacío y succiona completamente; este último lavado se repite y se deja succionar totalmente hasta que el papel filtro y su precipitado sequen, lo cual se completa poniéndose una media hora o más a la estufa a 100—150° C. Una vez completamente secos se ponen el papel y precipitado en un matraz Erlenmeyer de 250 ó 500 ml, se agregan 100 ml de ácido acético y 10 g de acetato de potasio o sodio y se procede a la descarboxilación como se indica más abajo.

Para la determinación del contenido de ácido aconítico en los guarapos diluido y claro, se homogeneizaron respectivamente las muestras tomadas durante ocho horas, se determinó su grado Brix con refractómetro a 20° C., inmediatamente se pesaron 200 g, se ajustó el pH alrededor de 6.0 con potenciómetro y se procedió a la precipitación del aconitato de plomo como se indicó anteriormente con su subsecuente descarboxilación.

Para la meladura se homogeneizaron las muestras de las ocho horas y se determinó su Brix con refractómetro, se pesaron 100 g, los mismos que fueron diluidos a 200 ml con agua destilada libre de bióxido de carbono; se ajustó el pH a 6.0 con potenciómetro y se siguieron los mismos pasos indicados anteriormente.

Para los análisis de las mieles A, B y C (miel final) se homogeneizaron las muestras individuales y su grado Brix se determinó por doble dilución con Brixómetro, corregido a 20° C. Se tomaron 100 g y diluyeron a 200 ml con agua destilada libre de bióxido de carbono, ajustando el pH con potenciómetro y se procedió como con las muestras anteriores.

APARATO DE DESCARBOXILACION

El aparato de descarboxilación del aconitato de plomo, consta de las partes siguientes, como se indica en el esquema de la figura No. 1:

- APARATO DE DISCARBOXILACION.**
- A. - MUESTRA CON SUBSTANCIAS REACCIONANTES.
 - B. - AGUA
 - C. - SOLUCION SATURADA DE DICROMATO DE POTASIO.
 - D. - VOLUMEN MEDIDO DE SOSA VALORADA.
 - E. - VACIO
 - F. - ENTRADA DE AIRE
 - G. - ASCARITA.

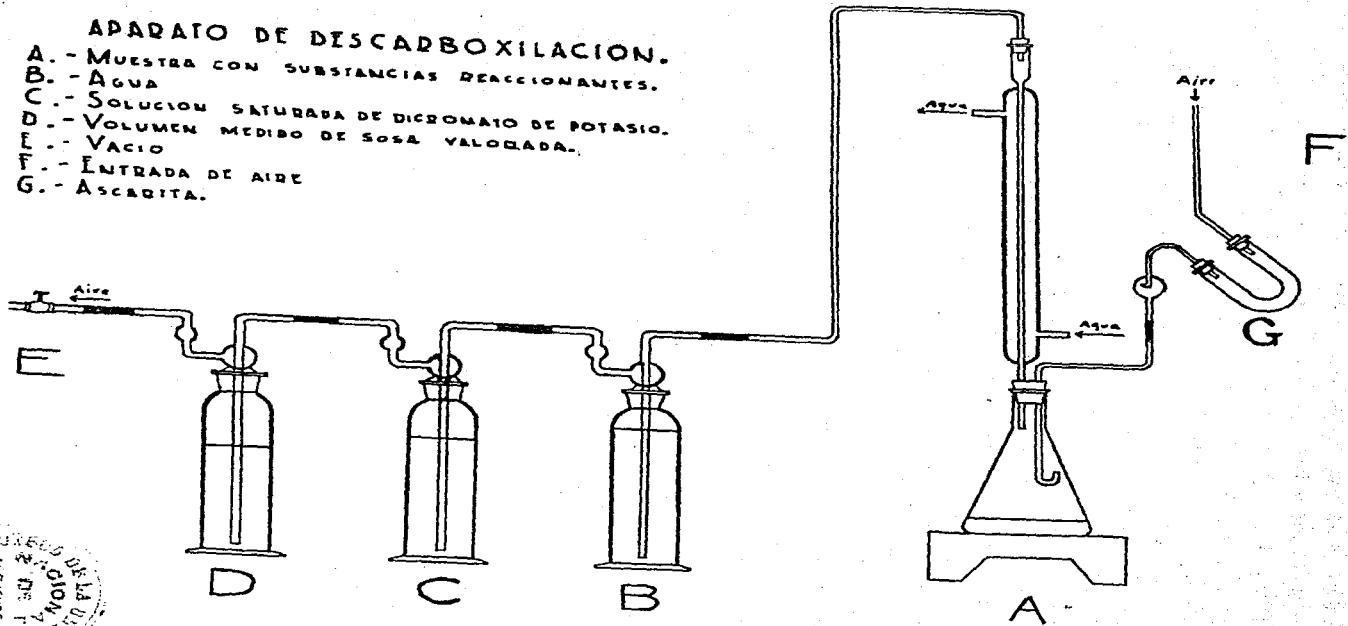


FIGURA 1

QUIMICA



En el matraz Erlenmeyer A se introduce el papel filtro con el aconitato de plomo bien secos, con 100 ml de ácido acético glacial y 10 g de acetato de potasio y unas cuentas de vidrio. Este matraz tiene dos conexiones: una que es la entrada de aire por F, el cual pasa a través de un tubo en U ocupado por dos tercios de ascarita (sosa en asbesto) o cal sodada, seguidos de un tercio de dehidrita o cloruro de calcio o cualquier material secante. El aire que entra por F al pasar por el tubo en U es liberado del bióxido de carbono que contiene; como la reacción producida entre la sosa y el bióxido de carbono produce agua, esta última se absorbe en el material secante. A continuación del tubo en U viene una bola de Kjeldahl seguida de un tubo de vidrio que se introduce en el matraz Erlenmeyer, en cuyo interior termina en forma de gancho. El objeto de la bola de Kjeldahl es evitar que algunos vapores de acético que logran introducirse bruscamente por el tubo en gancho, lleguen hasta el tubo en U, obturándolo y paralizándolo la operación de descarboxilación.

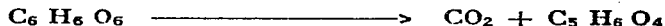
La otra conexión del matraz Erlenmeyer es un refrigerante a reflujo, el cual por medio de un tubo de vidrio comunica a un matraz lavador B, que contiene agua destilada saturada de CO_2 ; el objeto de este matraz con agua es recoger los vapores de acético que no refluja y fueron arrastrados con el aire y CO_2 . El siguiente matraz lavador C contiene solución saturada de dicromato de potasio acidulada con sulfúrico, cuyo objeto es lavar los gases eliminando la presencia del ácido sulfuroso (1), lo cual es debido a que en la sulfitación del guarapo diluido se forman sales solubles del ácido, y al agregar la solución saturada de acetato de plomo neutro, sobreviene la precipitación del sulfato de plomo insoluble simultáneamente a la precipitación del aconitato; el primero reacciona en el matraz Erlenmeyer A con el acetato de potasio en medio acético, liberando anhídrido sulfuroso, el cual hay que eliminar porque daría resultados muy altos al reaccionar con la solución de sosa. Por último, el matraz D contiene un volumen medido de sosa valorada, disuelta en agua libre de CO_2 , a fin de aumentar la altura del líquido por el cual va a burbujear el aire con el CO_2 desprendido en la descarboxilación. El matraz D está conectado en el extremo opuesto con una llave de vacío E.

Para evitar entradas de aire, las conexiones deben ser perfectamente

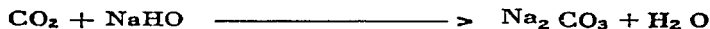
te ajustadas, teniendo además cuidado de apretar la conexión de tubo de goma con alambre. Las partes del aparato expuestas a la entrada de aire fueron tapadas con masa de harina de linaza. Una vez efectuadas esas operaciones se procede a probar el aparato para ver si tiene entradas de aire todavía (25). Una vez asegurado esto último, y con el matraz Erlenmeyer con las sustancias ya listas para principiar la operación, se hace pasar una corriente de aire libre de CO_2 , por 15—20 minutos para desalojar todo el CO_2 que haya dentro del aparato, abriendo la llave del vacío E, y con agua destilada en el matraz D.

Inmediatamente y con las precauciones debidas, se substituye el agua destilada del matraz D por un volumen determinado de solución de sosa valorada. Manteniendo abierta la llave del vacío se hierve el contenido del Erlenmeyer durante una hora. La intensidad del vacío está determinada por la velocidad del burbujeo en el primer matraz, que debe ser aproximadamente de dos burbujas de aire por segundo. Terminado el tiempo necesario se cierra el vacío y procede rápidamente a precipitar el carbonato de sodio formado con solución saturada de cloruro de bario (20, 25), titulando el exceso de sosa con solución de ácido clorhídrico valorada usando como indicador la fenoltaleína.

La ecuación fundamental de la descarboxilación del ácido aconítico es:



y la reacción siguiente de absorción del CO_2 en solución de sosa:



de esas dos ecuaciones se deduce que 1 ml de sosa IN equivale a ... 0.087 g de ácido aconítico.

CAPITULO CUARTO
DATOS EXPERIMENTALES

DATOS EXPERIMENTALES

Las pesadas de todas las muestras fueron hechas en una balanza con una sensibilidad de 5 mg. Las muestras fueron pesadas con aproximación de una gota, o sea, 0.05 g aproximadamente.

La aproximación de las titulaciones se hizo en 0.02 ml.

Tomando en consideración las dos aproximaciones, la de pesada y la de titulación, habrá el siguiente error posible en cada determinación:

Error en la pesada: $0.5 \text{ g} + 0.005 \text{ g} = 5.5\% / \text{g}$ pesados.

Error en la titulación: $0.02 \text{ ml} = 2\% / \text{ml}$ gastados.

Pesada = G gramos.

Volumen = V ml.

El error posible es, por lo tanto:

$$\text{Error posible: } \frac{5.5}{G} + \frac{2}{V}$$

Dado que el porcentaje de error es solamente significativo en la tercera decimal, los porcentajes de ácido acético se dan solamente con dos cifras decimales, redondeando la tercera.

Ejemplo: El % de error posible en la cantidad de ácido acético en la miel C de la tabla No. 1, es:

$$\frac{5.5}{100} + \frac{2}{7.80} = 0.055 + 0.256 = 0.311\% \text{ de error posible.}$$

Para los guarapos diluido y claro se trabajó con soluciones de sosa y ácido clorhídrico, décimo normales, mientras que para las muestras de meladura y mieles se trabajó con soluciones normales. En todos los casos se puso un volumen de sosa en el matraz D de la figura No. 1, vez y media mayor que el aproximadamente necesario.

Antes de dar principio a la primera operación de descarboxilación se hizo una prueba para determinar si había entradas de aire, poniendo en el matraz Erlenmeyer 100 ml de ácido acético glacial con unas cuentas de vidrio, y en el matraz D se pusieron 10 ml de sosa décimo normal con 50 ml de agua descarboxilada que no dió precipitación de carbonato de bario al agregarle solución saturada de cloruro de bario. Con todas las precauciones necesarias y usuales en el método de descarboxilación se procedió a hervir a reflujo el ácido acético del matraz Erlenmeyer por una hora, exactamente igual como si contuviera también el aconitato de plomo.

Después se desconectó la parrilla y al agregar 10 ml de solución saturada de cloruro de bario se observó que no hubo precipitación del carbonato, por lo que se consideró al aparato en buenas condiciones para las determinaciones cuantitativas del ácido aconítico.

A fin de encontrar las condiciones óptimas para el desarrollo del presente trabajo, se hicieron experimentos para determinar la influencia de la humedad que queda en el papel filtro junto con el precipitado de aconitato de plomo después de un secado imperfecto en la estufa a 100-105° C. En la tabla No. 1 se observan los tiempos de secado del papel filtro y precipitado en miel C o final de 92.12 grados Brix.

TABLA No. 1

| Experimento No. | Por ciento Acido Aconítico en sólidos | Tiempo en la estufa en minutos |
|-----------------|---------------------------------------|--------------------------------|
| 1 | 0.83 | 0 |
| 2 | 1.10 | 15 |
| 3 | 1.43 | 25 |
| 4 | 1.48 | 35 |
| 5 | 1.48 | 45 |
| 6 | 1.48 | 60 |

De ahí se concluye que en 35 minutos se obtiene un secado perfecto y que un tiempo de secado mayor no afecta los resultados.

Además se observó en una serie de experimentos que es muy necesario succionar a sequedad después de cada lavado, como indica el método, ya que de no ser así, por mucho tiempo que se dejaron las muestras de papel con el precipitado en la estufa los resultados no fueron correctos, pues siempre dieron bajos, según se observa en la tabla No. 2. Los valores que se dan como correctos fueron obtenidos por duplicado.

TABLA No. 2

| Experimento No. | Material | Tiempo en la estufa en minutos | Por ciento Acido Acético en sólidos | OBSERVACION |
|-----------------|----------|--------------------------------|-------------------------------------|------------------------|
| 1 | Miel A | 90 | 1.06 | Succionado Imperfecto. |
| 2 | Miel A | 35 | 1.29 | Succionado Correcto. |
| 3 | Miel B | 80 | 0.93 | Succionado Imperfecto. |
| 4 | Miel B | 35 | 1.21 | Succionado Correcto. |
| 5 | Miel C | 80 | 1.22 | Succionado Imperfecto. |
| 6 | Miel C | 35 | 1.41 | Succionado Correcto. |

Una vez hechas estas experiencias se procedió a tomar las muestras como se indicó con anterioridad, haciendo las determinaciones cuantitativas en las mejores condiciones posibles.

Dada la magnitud del Ingenio San Cristóbal, el muestreo fué difícil e imperfecto, ya que no se instalaron aparatos que tomaran muestras continuas de guarapos y meladura, pero éstas fueron tomadas de una manera regular por los obreros encargados del muestreo. En el caso del muestreo de las mieles no hubo dificultad ninguna porque como ya se dijo con anterioridad se tomó una muestra de miel correspondiente a cada tacho.

A continuación se dan los resultados obtenidos en las determinaciones de los materiales analizados durante la zafra 1949-50.

ANALISIS DEL GUARAPO DILUIDO

| Grado Brix | Acido Aconítico % en 100 g de muestra | Acido Aconítico % en sólidos |
|------------|---------------------------------------|------------------------------|
| 16.53 | 0.11 | 0.65 |
| 13.43 | 0.08 | 0.57 |
| 16.28 | 0.12 | 0.73 |
| 16.47 | 0.11 | 0.67 |
| 16.86 | 0.11 | 0.65 |
| 15.90 | 0.10 | 0.63 |
| 17.00 | 0.11 | 0.65 |
| ----- | ----- | ----- |
| Promedios: | 16.08 | 0.11 |
| | | 0.64 |

GUARAPO CLARO

| Grado Brix | Acido Aconítico % en 100 g de muestra | Acido Aconítico % en sólidos |
|------------|---------------------------------------|------------------------------|
| 15.47 | 0.07 | 0.45 |
| 14.44 | 0.11 | 0.78 |
| 15.28 | 0.10 | 0.64 |
| 15.96 | 0.09 | 0.57 |
| 15.88 | 0.09 | 0.57 |
| 15.43 | 0.08 | 0.52 |
| 15.75 | 0.10 | 0.64 |
| ----- | ----- | ----- |
| Promedios: | 15.46 | 0.09 |
| | | 0.60 |

MELADURA

| Grado Brix | Acido Aconítico % en 100 g de muestra | Acido Aconítico % en sólidos |
|------------|---------------------------------------|------------------------------|
| 55.66 | 0.32 | 0.57 |
| 63.32 | 0.46 | 0.73 |

| | | | |
|------------|-------|-------|-------|
| | 63.00 | 0.43 | 0.67 |
| | 62.11 | 0.39 | 0.63 |
| | 57.10 | 0.40 | 0.70 |
| | <hr/> | <hr/> | <hr/> |
| Promedios: | 60.23 | 0.40 | 0.66 |

MIEL "A"

| | Grado Brix | Acido Aconítico % en 100 g de muestra | Acido Aconítico % en sólidos |
|------------|------------|---|---------------------------------|
| | 83.68 | 0.90 | 1.08 |
| | 83.88 | 0.88 | 1.05 |
| | 83.92 | 0.92 | 1.10 |
| | 83.68 | 0.85 | 1.02 |
| | 81.80 | 0.75 | 0.92 |
| | 84.22 | 0.86 | 1.02 |
| | <hr/> | <hr/> | <hr/> |
| Promedios: | 83.53 | 0.86 | 1.03 |

MIEL "B"

| | Grado Brix | Acido Aconítico % en 100 g en sólidos | Acido Aconítico % en sólidos |
|------------|------------|---|---------------------------------|
| | 83.40 | 0.91 | 1.09 |
| | 83.90 | 1.03 | 1.27 |
| | 82.88 | 1.00 | 1.21 |
| | 84.12 | 1.06 | 1.26 |
| | 88.96 | 0.99 | 1.11 |
| | 88.46 | 0.97 | 1.10 |
| | 87.68 | 1.00 | 1.12 |
| | 87.92 | 1.04 | 1.23 |
| | 88.10 | 0.99 | 1.12 |
| | <hr/> | <hr/> | <hr/> |
| Promedios: | 86.16 | 1.00 | 1.17 |

MIEL "C" (MIEL FINAL)

| Grado Brix | Acido Aconítico % en 100 g de muestra | Acido Aconítico % en sólidos | |
|-------------------|---|------------------------------------|------|
| 92.12 | 1.36 | 1.48 | |
| 94.20 | 1.21 | 1.29 | |
| 92.82 | 1.31 | 1.41 | |
| 92.12 | 1.28 | 1.39 | |
| 93.54 | 1.30 | 1.40 | |
| 93.18 | 1.31 | 1.41 | |
| Promedios: | 89.66 | 1.29 | 1.39 |

CAPITULO QUINTO
CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

- 1.—La interferencia producida por el agua, se elimina fácilmente succionando y secando perfectamente el papel filtro junto con el precipitado de aconitato de plomo.
Lo mismo sucede con el desprendimiento del ácido sulfuroso del matraz Erlenmeyer, que se elimina absorbiéndolo en solución saturada de dicromato de potasio acidulada con sulfúrico.
- 2.—Trabajando en condiciones óptimas de precipitación y secado, y usando el aparato descarboxilador de la figura No. 1, la única posibilidad de obtener resultados erróneos (altos) en las determinaciones, es por entradas de aire al aparato, lo cual se evita probando el aparato antes de cada determinación. (Capítulo III).
- 3.—El contenido de ácido aconítico en los productos analizados se mantuvo más o menos constante toda la zafra.
- 4.—La concentración del ácido aconítico va en línea ascendente desde el producto inicial, guarapos, hasta el final, miel C, en que adquiere un máximo.
- 5.—Una comparación con los datos obtenidos por Balch (3) y colaboradores con respecto al contenido de ácido aconítico en los productos de las fábricas de azúcar de Louisiana, muestran que el contenido del mismo en los productos de este Ingenio es bastante más bajo.

6.—Dado que en la presencia del ácido aconítico de la caña, influyen tanto la naturaleza de la misma (3) como las condiciones geográficas y climatéricas de la región donde se cultiva la caña, se deduce que,
o bien:

la caña de la variedad Co. 213, por formar el 99% de la que muele este Ingenio, posee un bajo contenido de ácido aconítico,

o las condiciones geográficas y climatéricas de esta región del Estado de Veracruz, influyen desfavorablemente en el desarrollo del ácido en esta variedad de caña,

o que tanto la variedad Co. 213, así como las condiciones geográficas y climatéricas, no son propicios para el desarrollo del aconítico en esa misma caña.

CAPITULO SEXTO
BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

- 1.—Ambler, J. A. and Roberts, E. J., *Analytical Chemistry*, Vol. 1^c p. 877. Nov. (1947).
- 2.—A. O. A. C., *Official and Tentative Methods of Analysis*, 6a. Ed., A. O. A. C., Washington 4, D. C., U. S. A. (1945).
- 3.—Balch, R. T., Broeg, C. B. and Ambler J. A., *Sugar*, Vol. 40, No. 10. Octobre (1945).
- 4.—Balch, R. T., Broeg C. B., and Ambler, J. A., *Sugar* 41, No. 1, 46 (1946).
- 5.—Behr, B., *Deut. Chem. Gessell.*, 10, 351 (1877).
- 6.—Browne, C. A., and Phillips, M., *Intern. Sugar J.* 41, 430, (1939).
- 7.—Buchner, *ANN.*, 28, 243 (1838).
- 8.—Crasso, G. L., *ANN.*, 34, 63 (1840).
- 9.—Davidson A. W., *Chemical Reviews*, Vol. 8, p. 175, The Williams & Wilkins Company, Baltimore, U. S. A. (1931).
- 10.—Evans, W. V., *Chemical Reviews*, Vol. 8, 167, Id.
- 11.—Hall, N. F., *Chemical Reviews*, Vol. 8, 191, Id.
- 12.—Godchaux, L., *Sugar*, p. 50, New York, U. S. A., Nov. (1949).
- 13.—Malachowsky, R., *Bull. Intern. Acad. Polonaise*, 1931 A, 369.
- 14.—McCalip, M. A., and Seibert, A. H. *Div. Sugar Chem. and Tech.*, A. C. S., Detroit, Mich. U. S. A. (1940).
- 15.—McCalip, M. A., and Seibert, A. H., *Ind. Eng. Chem.*, 33, 637, Mayo (1941).
- 16.—Nelson, K. K., *J. Am. Chem. Soc.*, 51, 2808 (1929).
- 17.—Pebal, L., *ANN.*, 98, 67 (1856).

- 18.—Prinsen-Geerligs, H. C., Arch. Suikerind, 41, 720-1, (1933).
- 19.—Roberts E. J. and J. A. Ambler, Analytical Chemistry, Vol. 19, p. 118, Febrero (1947).
- 20.—Roberts E. J., Analytical Chemistry, Vol. 19, 616, Agosto (1947).
- 21.—Semerano, G., and Sartori, L., Mikrochemie, 24, 130 (1938).
- 22.—Schwaer, L. Collection Czechoslov. Chem. Commun., 7, 326 (1935).
- 23.—Tanabe, T., Rept. Govt. Sugar Exp. Sta., Tainan, Formosa, No. 4, 33 (1937).
- 24.—Taylor, C. S., J. Chem. Soc., 115, 886 (1919).
- 25.—Treadwell F. P., Analytical Chemistry. 9 Ed., Vol. 2, p. 325, John Wiley & Sons, Inc., New York (1942).
- 26.—Umbdenstock, R. R., and Bruins, P. F., Ind. Eng. Chem., 37, 963 (1945).
- 27.—Vázquez, E. A., Bol. Of. de la Asoc. de Técnicos Azucareros de Cuba, Vol. 8, p. 331, Nov. (1949).
- 28.—Ventre, Ambler, Byall and Henry, U. S. Patent 2, 359, 537, Octubre 13, (1944).
- 29.—Ventre, E. K., Ambler, J. A., Byall, S., and Paine, H. S., Ind. Eng. Chem., 38, 201 (1946).
- 30.—Ventre K. Emil and Furse J. R., Sugar, p. 50, New York, Octubre (1949).
- 31.—Yoder, Ind. Eng. Chem., 3, 640-46 (1911).
- 32.—Zerban F. W., Ind. Eng. Chem., 11, 1034 (1919).