

**Instituto Tecnológico y de Estudios
Superiores de Monterrey**

ESCUELA DE INGENIERIA

**EXTRACCION Y COMPARACION DE CAFE
INSTANTANEO OBTENIDOS DE MEZCLAS
DE TRES VARIEDADES DE CAFE**

**TESIS QUE PRESENTA
DULCE MARIA PEREZ PEREZ
EN OPCION AL TITULO DE
INGENIERO QUIMICO**

040.66
TEC.10
1962
c.2

1962

INSTITUTO TECNOLOGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY

ESCUELA DE INGENIERIA

EXTRACCION Y COMPARACION DE CAFE INSTANTANEO OBTENIDOS DE
MEZCLAS DE TRES VARIEDADES DE CAFE

TESIS QUE PRESENTA

DULCE MARIA PEREZ PEREZ

EN OPCION AL TITULO DE

INGENIERO QUIMICO

MONTERREY, N. L.

JUNIO DE 1962

Este trabajo fué realizado en
CAFES SOLUBLES DE MONTERREY,
S. A. bajo la dirección del
señor Ing. Héctor López Ramos
M.ch.E.

I RESUMEN

El objeto de este trabajo fué estudiar el efecto que en el producto final de café soluble producen distintas proporciones de mezclas de diferentes cafés. Los cafés empleados fueron Cerezo de Chiapas, Desmanche y Atoyac y las proporciones empleadas aparecen en las Tablas de Datos.

Para la extracción y el secado se usaron una batería de extracción de una planta piloto y un secador industrial fabricados -- por la Niro Atomizer, S. A., Copenhagen, Dinamarca. Se usó un equipo auxiliar del laboratorio para realizar las pruebas físicas y químicas.

Cada una de las muestras obtenidas se analizaron para observar sus cualidades y la influencia que tuvieron sobre ellas las distintas mezclas.

Al comparar los resultados se observó que cada tipo de café le dá al producto final características diferentes.

II INTRODUCCION

Cuando al grano de café verde tostado se le extraen las sustancias solubles en una batería de extracción, se obtiene una cantidad de sólidos solubles mayor que la que se pudiera extraer por una percolación normal. El extracto de la batería de extracción es atomizado en un secador dando un polvo soluble en agua de café puro.

Económicamente el café soluble debe bajar las ventas del café tostado ya que muchas más tazas de bebida se pueden obtener de 1 Kg. de café verde procesado en forma de café instantáneo que de 1 Kg. de café tostado extraído en un percolador. Sin embargo, a pesar de las conveniencias y el bajo costo del café soluble, la proporción en consumo de este café se ha mantenido alrededor del 20% del consumo total de café en los últimos 2 ó 3 años; la razón más aparente para mantenerse en este nivel es el insuficiente sabor y aroma a café tostado. Muchas de esas cualidades se pierden y destruyen durante el proceso de preparación del café soluble. En la extracción de una mezcla seleccionada de 2 ó 3 variedades de café es posible hacer un extracto que producirá una taza de café mucho mejor que la que se obtendría por los métodos convencionales. Una vez obtenido ese extracto de buen sabor y aroma el problema de producir café soluble con aroma y sabor mejorado está resuelto hasta la mitad la otra mitad es secar el extracto conservando sus propiedades. El grano de café verde contiene un cierto número de sustancias

orgánicas más o menos solubles en agua, el conjunto de estas sustancias orgánicas dan al café hervido su sabor y aroma característico.

Entre estas sustancias la cafeína es la responsable del efecto estimulante del café.

Cuando al seguirse una técnica oficial (1) se obtiene el contenido de sólidos solubles en agua en una muestra dada de café tostado, el resultado es aproximadamente de 25%, sin embargo, en una extracción en batería es posible obtener un porcentaje mucho más grande; esto es debido a que la parte residual del café tostado consiste principalmente en carbohidratos que son convertidos en una forma soluble por hidrólisis. En el proceso de extracción, el producto obtenido es la suma de las sustancias solubles en agua y las que fueron convertidas en solubles por medio de la hidrólisis; existe la desventaja que las sustancias convertidas en solubles por la hidrólisis apenas -- contienen sabor y aroma de café; debido a esto la extracción del producto industrialmente debe ser un balance entre la necesidad de una producción costeable y la demanda del mercado para un producto de café soluble de alta calidad.

Las características del café soluble dependen del tipo de café tostado molido que se usó para su extracción. El objeto de este trabajo consistió en mezclar en diferentes proporciones tres variedades de café y comparar los productos obtenidos.

La extracción fué llevada a cabo en un proceso a contracorriente en una batería de extracción de ocho extracciones.

El extracto fué evaporado y secado en un secador de espreas de tipo industrial.

III ANTECEDENTES

Las primeras referencias a productos de café soluble se remontan a más de 100 años atrás. En el año 1838, cuando el Congreso de Estados Unidos de Norte América buscaba un sustituto para el ron en las raciones del Ejército y de la Marina de ese País, se sugirió un extracto de café combinado con leche y azúcar; sin embargo este producto no entró en producción hasta el año 1867. El arte actual de hacer café soluble se ha desarrollado con una serie de pequeños pasos sucesivos.

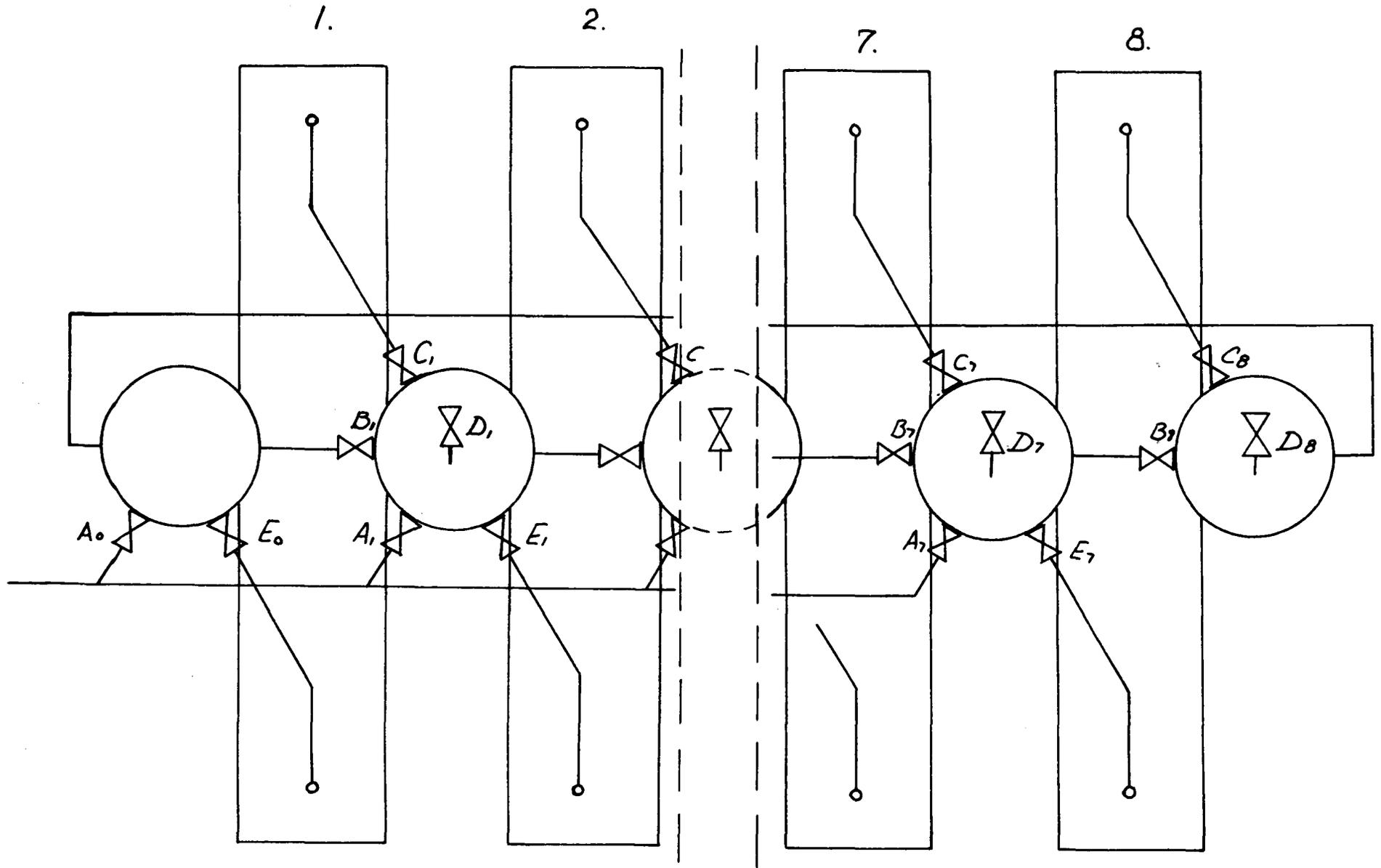
En el año 1887, el proceso de extracción del café se realizaba en tres pasos: en el primero eran eliminados los aceites aromáticos volátiles; en el segundo la cafeína, y en el tercero, o paso de alta temperatura se eliminaban los ácidos astringentes, estos extractos eran obtenidos a altas presiones. La primera orden de café soluble fué para el capitán E.B. Baldwin, quien la usó en la expedición ártica Ziegler en 1901, este café fué hecho por el Dr. Sartori Kato, un químico japonés residente en Chicago. En su patente el Dr. Kato describió un proceso para extraer las grasas del café tostado molido, después de lo cual los aceites eran separados del café por destilación; en este proceso se logró por primera vez que el extracto fuera secado a una sustancia granular dura. El siguiente paso aparece en 1915, cuando los constituyentes aromáticos volátiles del café fueron destilados con vapor del café tostado y molido; estos constituyentes se separaban de la solución en agua por un sol-

vente; cuando el solvente era evaporado los constituyentes se añadían al extracto de café soluble en agua, el cual era secado a una forma sólida y luego molido en forma de polvo.

En los años siguientes aparecen modificaciones e innovaciones del mismo proceso. Hasta el año 1943, es que aparece un proceso completo para preparar café soluble desde la extracción - hasta el secado por atomización; este proceso es el que se sigue con algunas variaciones en la producción actual de café soluble.

En el año 1959 se observó que son 30 los componentes volátiles de aroma de café que han sido aislados e identificados, sin embargo, aunque se han realizado considerables trabajos para aislar los componentes del sabor y aroma del café, estos análisis están incompletos y actualmente "el sabor y aroma del café constituye una de las inversiones en investigación más grandes del mundo" (10).

FIGURA No 1.- BATERIA DE EXTRACCIÓN.



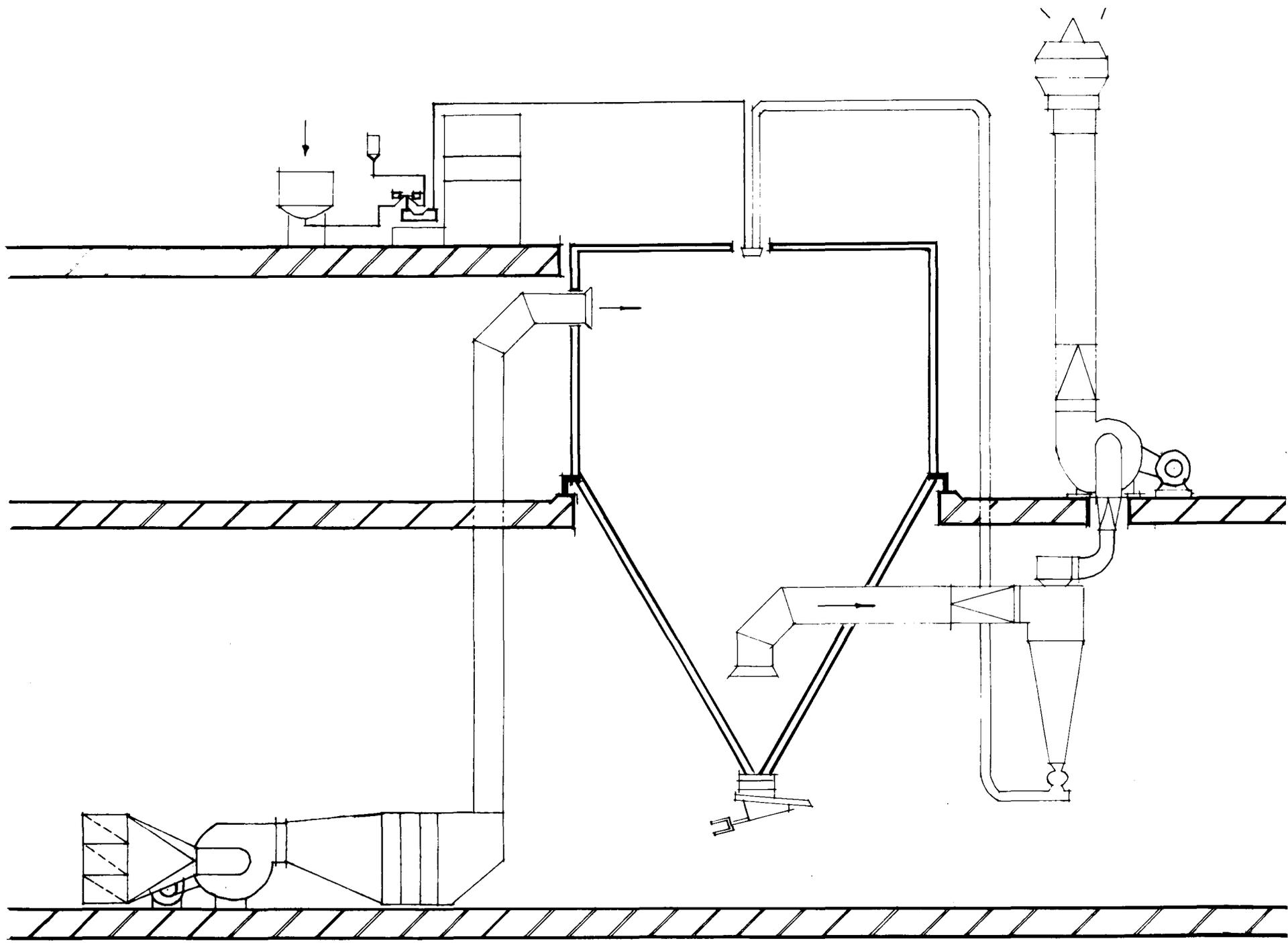
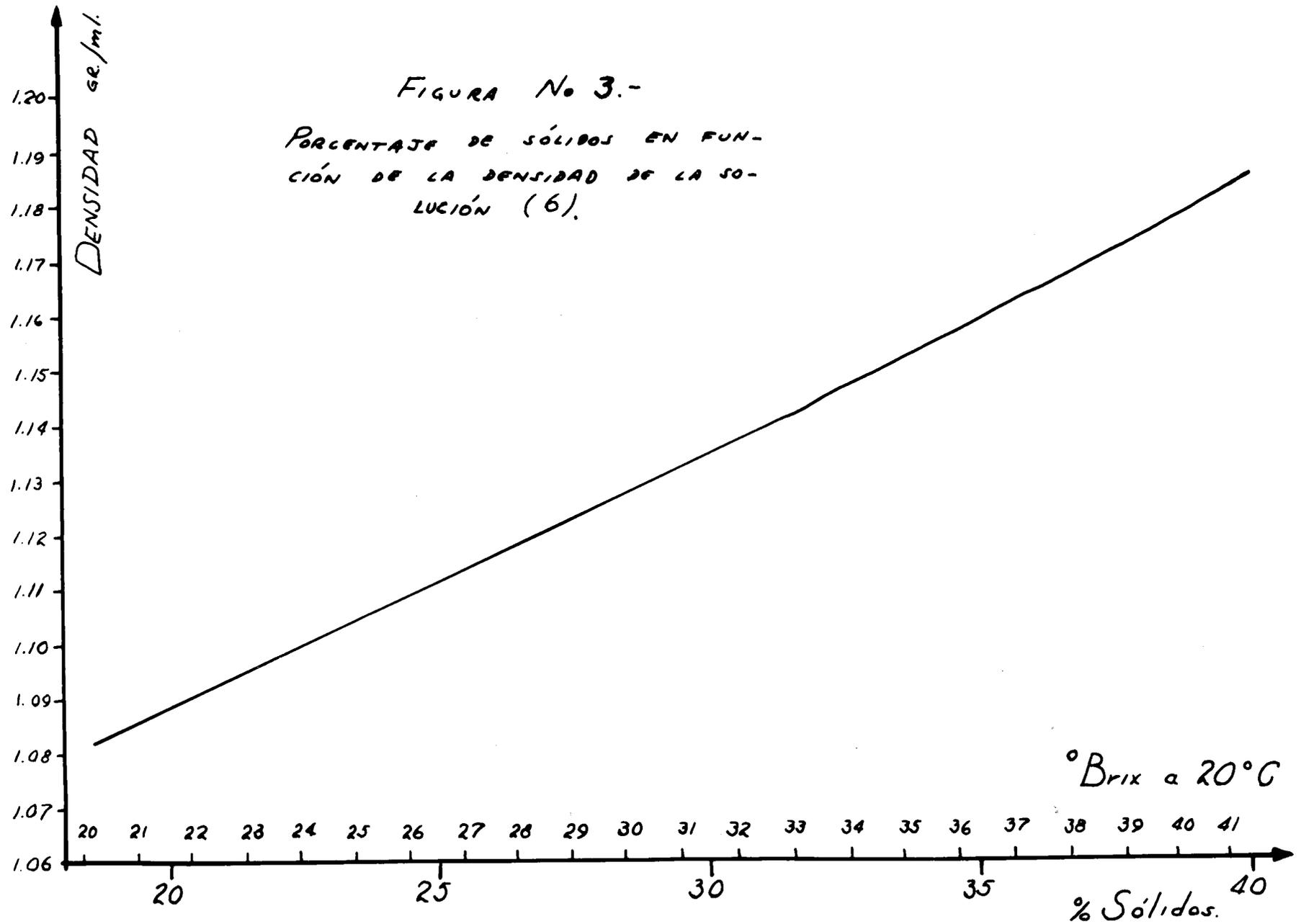


DIAGRAMA del SECADOR.

FIGURA 2

FIGURA No 3.-

PORCENTAJE DE SÓLIDOS EN FUN-
CIÓN DE LA DENSIDAD DE LA SO-
LUCIÓN (6).



°Brix a 20°C

% Sólidos.

IV EQUIPO EXPERIMENTAL

Las pruebas descritas en este trabajo fueron realizadas en un equipo de extracción sólido-líquido y un secador instantáneo - por atomización fabricados ambos por la Niro-Atomizer, S. A. La batería de extracción fué una planta piloto consistente en ocho columnas extractoras de acero inoxidable de 9 cm. de diámetro y 80 cm. de alto (ver Figura No.1).

Cada extractor estaba provisto de dos chaquetas concéntricas. Por la chaqueta interior se recirculó aceite que era calentado en un cambiador de calor utilizando para tal efecto un elemento de calentamiento eléctrico de 2 fases y 1.5 Kw. Este cambiador estaba provisto de un termómetro y un termostato. En la chaqueta exterior se hizo pasar agua para lograr el enfriamiento del aceite y, por tanto del extracto en el extractor. - Para evitar pérdidas de calor al exterior cada extractor estaba aislado con una cubierta de lana de vidrio y protegida ésta con otra de aluminio. Cada extractor constaba de un manómetro con escala de 0 a 10 Kg/cm².

El secador utilizado fué de tamaño industrial. Consistió en una cámara secadora en forma cilíndrica de 4.10 m. de diámetro y de 11.48 m. de alto con un fondo cónico de 3 m. de alto y con un diámetro inferior de 0.5 m.

El material de construcción de este secador era acero inoxidable. (Figura No. 2)

El dispositivo para atomizar el extracto en el secador consiste en una tobera de presión. La tobera consta de un cuerpo u

orificio y una tapa o cámara; el extracto entra por la abertura de la cámara y sale por el cuerpo formando el ángulo de rotación. Las velocidades del extracto en la tobera son gobernadas por las dimensiones de los orificios del cuerpo y de la tapa, el orificio del cuerpo gobierna la velocidad tangencial y el orificio de la tapa la velocidad axial.

El aire exterior es aspirado por un ventilador a través de un filtro que retiene las partículas de polvo contenidas en el -- aire pasando después a un calentador de vapor de donde es conducido por un conducto aislado a una parte superior lateral de la cámara secadora. La cámara secadora está diseñada de manera que permite que las partículas de polvo recién producidas -- floten en el aire algunos segundos antes de llegar al fondo cónico de la cámara. El polvo seco se desliza por la paredes cónicas de la cámara y es vaciado a un depósito de polvo.

La cámara está provista de cuatro martillos eléctricos y uno -- mecánico para golpear las paredes del cono con objeto de desprender el polvo adherido a ellas.

El aire de secado deja la cámara por un conducto que parte del centro de la cámara secadora llevando el vapor de agua y generalmente cierta cantidad de polvo muy fino. Por este motivo -- el aire fué conducido a un separador en que la rotación del -- aire a gran velocidad causó que las partículas de polvo se proyectaran contra la pared cilíndrica del separador deslizándose hacia el fondo; desde ahí, por medio de un transportador neumático este polvo se regresó a la cámara secadora con objeto de

redisolverlo ya que por ser demasiado fino no tiene utilidad -
comercial.

El aire utilizado en el secador, libre de las partículas de pol
vo, es aspirado por un ventilador y soplado hacia afuera por un
conducto de salida.

V PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

El proceso de convertir café verde en café soluble envuelve los siguientes pasos:

- 1.- Tostado del grano del café
- 2.- Molienda del grano tostado
- 3.- Pesado del café y el extracto para prehumedecimiento.
- 4.- Prehumedecimiento
- 5.- Carga de los extractores
- 6.- Extracción
- 7.- Evaporación y secado del extracto.

El tostado y la molienda del grano son cosas sencillas y conocidas por todos.

Es deseable pesar el café para conocer la cantidad de producto que vamos a obtener y además, porque la relación entre el café y el líquido de humedecimiento debe ser mantenida constante.

El prehumedecimiento se lleva a cabo porque el café en contacto con el agua la absorbe resultando un aumento de volumen del café; si el extractor fuese llenado con el café seco una vez en contacto con el agua se expande y la masa se comprimiría mucho creando resistencia al paso del líquido. Para el humedecimiento se usa extracto débil en una relación aproximada de 500 cc. de extracto por 1000 g. de café, el cual, ya humedecido se deja reposar de 10 a 20 minutos; al comenzar la operación como no hay extracto aún, se humedece con agua.

La carga de los extractores se realiza utilizando embudos de acero inoxidable, presionándose dos o tres veces con una varilla que tiene en un extremo un disco plano de diámetro inferior al exterior.

La extracción es realizada cargando el extractor No. 1, como se indicó anteriormente y colocando las válvulas en las siguientes posiciones (Figura No. 1): A_0 , E_0 , C_1 y D_1 , abiertas y A_1 , B_1 y E_1 cerradas.

El agua entra al extractor a través de A_0 y E_0 y tanto el aire que quedó atrapado entre las partículas de café como el extracto salen a través de C_1 y D_1 .

Después de 10 ó 20 minutos es llenado el extractor No. 2 y las válvulas colocadas en las siguientes posiciones: C_2 y D_2 abiertas y A_2 , B_2 y E_2 cerradas.

Cuando comienza a salir el extracto del extractor No. 1, se extrae una cantidad suficiente para prehumedecer la carga del extractor No. 3, cerrándose entonces la válvula D_1 y abriendo E_1 , el extracto pasa ahora del extractor No. 1 al No. 2, y así se continúa la operación. La temperatura en la primera parte de la extracción es baja, aumentándose gradualmente. Cuando comienza a fluir el agua en el extractor No. 1, el sistema de circulación de aceite se coloca aproximadamente a 40°C ; cuando comienza la entrada del extracto al extractor no. 2, su termostato se coloca a 40°C y se sube el del No. 1 a 70°C ; cuando se comienza con el No. 3, se ajusta a su temperatura a 40°C , el No. 2 a 70°C , y el No. 1, a 100°C . Es importante mantener en el ex-

tractor que se encuentre a 100°C una presión superior a la presión de vapor saturado para evitar que la ebullición del agua cause obstrucciones en la masa de café.

Cuando se comienza la entrada al extractor No. 6, las temperaturas deben quedar aproximadamente en la siguiente forma:

Extractor No. 1	140°C
No. 2	140°C
No. 3	140°C
No. 4	100°C
No. 5	70°C
No. 6	40°C

Como podrá observarse en la Tabla No. 1, estas temperaturas varían en la práctica en intervalos hasta de 20°C . Cuando el extractor No. 7 es puesto en servicio, la temperatura del No. 1, es bajada aproximadamente a 90°C desconectando su sistema de calentamiento enfriando el aceite por circulación de agua de enfriamiento. Una vez que se vá a comenzar a operar el extractor No. 8, el No. 1 es puesto fuera de circuito, cerrándose las válvulas A_0 , E_0 y C_0 y abriendo A_1 , para dejar que el agua pase directamente al extractor No. 2; el extractor No. 1 es vaciado. - El extracto final que ha pasado a través de los 8 extractores - es sacado del extractor No. 8 a través de la válvula D_8 , esperando primero que eliminen la presión alcanzada; esta presión - es mantenida durante el proceso más o menos constante a 6 Kg/cm^2 . Este proceso se repite las veces que sea necesario. Los extrac-

tos obtenidos por las válvulas D₈, D₁, etc., se van almacenando en hielo hasta obtener la cantidad que va a ser secada.

Se le determina la densidad en grados Brix por medio de un densímetro, haciéndosele la corrección por temperatura. Con el valor de la densidad del extracto y con el uso de la Figura No. 3, se determinó el porcentaje de sólidos en el mismo.

Cuando se ha reunido la cantidad de extracto necesaria, se procede a secarse en el secador. Las condiciones de secado se encuentran en la Tabla de Datos.

Entre una y otra operación de secado el secador fué limpiado perfectamente para evitar contaminación de las distintas combinaciones de café. El polvo obtenido en el secador es pesado y almacenado, pasándose muestras al laboratorio para determinar:

- 1.- Humedad final, por diferencia de pesado a 100°C.
- 2.- PH, a una solución de café en polvo al 3% para lo cual se pesaron 3.000 g. de café en polvo y se le añadieron 97.000 g. de agua destilada. Se usó un medidor marca Photovolt Corp. modelo 115.
- 3.- Color, con un medidor de reflexión fotoeléctrica marca Photovolt Corp. modelo 610, el cual está calibrado para indicar 0 con el color negro y 100 con el color blanco.
- 4.- Cafeína, por el método de Bailey-Andrew descrito en el A.O.A.C. (1)
- 5.- Densidad, pesando el polvo en una medida cilíndrica con un volumen de 100 mls.

6.- Sabor y aroma. El sabor y aroma se apreciaron disolviendo café soluble en agua al 3% en peso de sólidos por el catador oficial de Cafés Solubles, S. A.

VI DATOS EXPERIMENTALES

En las Tablas siguientes aparecen los datos obtenidos experimentalmente.

PROPORCIONES DE LAS MEZCLAS DE CAFE DE LAS TRES VARIEDADES UTILIZADAS

Prueba No. 1	Cerezo de Chiapas	100 %
Prueba No. 2	Cerezo de Chiapas	80 %
	Atoyac	20 %
Prueba No. 3	Atoyac	100 %
Prueba No. 4	Desmanche	62.5 %
	Atoyac	25.0 %
	Cerezo de Chiapas	12.5 %
Prueba No. 5	Desmanche	100 %
Prueba No. 6	Desmanche	91 %
	Atoyac	9 %
Prueba No. 7	Desmanche	83 %
	Atoyac	85 %
	Cerezo de Chiapas	8.5 %
Prueba No. 8	Desmanche	90 %
	Atoyac	10 %
Prueba No. 9	Atoyac	15 %
	Desmanche	15 %
	Cerezo de Chiapas	70 %

TABLA No. 1

Batería de Extracción

No. Prue ba	Kg. Totales cargados	Litros de extracto	Temperatura de extracción en Extractores
1	25.60	29.10	50-80-120-150-150-150
2	25.60	26.00	40-86-120-150-150-150
3	32.00	36.600	50-80-120-155-155-155
4	27.20	22.75	40-80-120-155-155-155
5	22.75	18.30	40-80-120-160-160-160
6	25.60	22.35	40-80-120-155-155-155
7	25.60	22.35	40-80-120-155-155-155
8	26.30	18.225	40-80-130-155-155-155
9	25.60	25.60	40-80-120-160-160-160

Grados Brix extracto	Densi- dad del extracto	% de Sólidos	Kg.de sólidos totales extraídos	Rendimiento de Extracción
30.1	1.127	28.5	8.35	32.5
28.9	1.121	27.3	7.11	27.8
22.8	1.094	21.2	7.76	24.3
30.4	1.128	28.9	6.57	24.1
28.6	1.118	26.4	4.83	21.2
30.7	1.130	29.1	6.50	25.4
28.0	1.118	26.4	5.90	23.4
33.1	1.142	31.6	5.76	21.9
30.0	1.125	28.4	7.27	28.4

TABLA No. 2

Condiciones de operación en el secador

No. Prueba	Temp. aire entrada °C	Temp. aire de salida °C	Litros Extracto	Temp. del extracto °C	Tobera D ₁ /D ₂ * mm/mm.
1	220	117	29.0	22.0	2/6
2	240	120	26.0	26.0	3/5
3	220	110	36.0	24.0	3/5
4	230	120	22.5	20.0	2/6
5	240	120	18.0	26.0	3/5
6	240	125	22.0	23.0	3/5
7	235	125	22.0	24.0	3/5
8	230	122.5	18.0	23.0	2/7
9	210	120	25.0	31.0	2/7

* D₁ = Diámetro del tubo de entrada de la tobera

D₂ = Diámetro del tubo de salida de la tobera

TABLA No. 3

Propiedades físicas y químicas del Café Soluble obtenido

No. Prueba	Densidad del polvo g/100 ml	pH Sol. 3%	Color	humedad %	sabor	aroma	cafeína %
1	23.0	5.2	12	3.3	bueno	poco	1.1
2	22.9	5.0	14	4.10	bueno	poco	2.38
3	22.0	4.5	18	2.5	ácido	bueno	2.2
4	23.1	5.5	9	4.16	ordinario	sin aroma	2.77
5	22.5	5.68	10	3.16	bueno	sin aroma	3.1
6	26.8	5.60	16	3.66	bueno	débil	3.0
7	26.5	5.50	15	4.16	débil	débil	3.0
8	23.5	5.5	15	4.83	débil	sin aroma	2.98
9	24.5	4.68	14.5	4.16	bueno	débil	2.2

EJEMPLOS DE CALCULOS

Con la densidad obtenida con el densímetro en grados Brix se calcula con la Figura No. 3 el % de sólidos en el extracto.

Se tomaron los datos de la Prueba No. 1

A, % de sólidos en el extracto 0.285

B, litros totales de extracto obtenidos 29.10

$$A \times B = C$$

C, Kg. totales sólidos 8.35

D, Kg. totales cargados 25.60

$$\frac{C}{D} \times 100 = R$$

R, rendimiento de extracción 32.5 %

VII DISCUSION DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES

El trabajo presentado incluye los resultados obtenidos en la extracción de sólidos solubles de las tres variedades de café mencionadas para observar la influencia que ha tenido cada tipo de café sobre el producto final.

La densidad del producto depende de las condiciones a que es operado el sistema de atomización e indirectamente de la temperatura a que se encuentra el extracto ya que si el extracto está frío, las gotas al secarse dan una partícula más grande que si el extracto está caliente. Las densidades obtenidas variaron de 22.0 a 26.8 g/100 ml. Las densidades recomendadas para café soluble son de 20 a 23 g/100 ml. Se observa que las pruebas 6, 7 y 9 dieron densidades mayores de las recomendadas.

Las humedades obtenidas en este trabajo fueron mayores de 3% con excepción de la prueba No. 3, la cual dió una humedad de 2.5%. No se considera que las diferentes proporciones de cada variedad influya en la humedad final del producto, ya que ésta puede variarse al cambiar las condiciones de operación del secador.

La cafeína y la acidez tienen gran influencia en el sabor del café. Se observa de los resultados dados en la Tabla No. 3 que los contenidos de cafeína son más altos en las pruebas 5, 6, 7 y 8 en las cuales la proporción de café Desmanche es más alta. El contenido más bajo en cafeína lo proporcionó el café Cerezo de Chiapas como se reporta en la prueba No. 1.

Es interesante hacer notar que el café Atoyac es el principal responsable de la acidez en estas mezclas.

Si se observa el comportamiento del café Cerezo de Chiapas se vé que este café sirve para darle cuerpo o consistencia al producto de café soluble y el café Desmanche proporciona el sabor y suaviza el efecto ácido del café Atoyac.

Con el café Atoyac se obtiene mucha cantidad de extracto pero con un porcentaje de sólidos muy bajo, esto se observa claramente en la prueba No. 3 (Atoyac 100%) en que el % de sólidos es el más bajo.

Con el café Cerezo de Chiapas se obtienen los mayores rendimientos en la batería de extracción y tiene la ventaja de dar un alto % de sólidos, pudiéndose preparar un café soluble de Cerezo de Chiapas 100% con buenas cualidades aunque con bajo contenido de cafeína (1.1%), lo cual pudiera ser una ventaja para su venta.

VIII BIBLIOGRAFIA

- 1.- Association of Official Agricultural Chemists, 9a. Ed., - Washington 4, D.C., 1960.
- 2.- Appleman G. "Soluble Coffee extraction equipment" Coffee & Tea Industries, Julio (1959).
- 3.- Batey R. W. "Will coffee of the 1960's be synthetic" Tea & Coffee Trade Journal, Febrero (1960)
- 4.- Batey, R. W. "Operating Factors in Spray Drying coffee" Tea * Coffee Trade Journal. Marzo (1959).
- 5.- Batey, R. W. "Drying Techniques to improve instant coffee Flavor and aroma" Coffee and Tea Industries. Junio (1960)
- 6.- Boletín publicado por la Niro Atomizer Ltd. Copenhagen, Dinamarca (1960).
- 7.- Brown, G. G. Operaciones Unitarias, Manuel Marín & Cía., Barcelona, España. 1956.
- 8.- Fogler y Kleinschmidt, Ind. Eng. Chem. 30, 1372 (1938)
- 9.- Hardy, W. L. "Manufacturing soluble coffee, Coffee & Tea Industries, Octubre (1957).
- 10.- Kaufman, C. W. "Recent Advances in Coffee Technology" Food Technology (1951)
- 11.- Perry J. H., "Manual del Ingeniero Químico", Unión Tipográfica, Editorial Hispano Americano, México (1958)
- 12.- Treybal R. E., "Mass Transfer Operations", Mc.Graw Hill - Book Co. New York . 1955.

Centro de Información-Biblioteca



30002005360482