

214

UNIVERSIDAD IBEROAMERICANA  
Incorporada a la Universidad Nacional Autónoma de México  
ESCUELA DE CIENCIAS QUIMICAS

INFLUENCIA DEL CONTENIDO DE  
ACIDOS Y SALES MINERALES EN EL  
PH DE LA LECHE

---

TESIS

JOAQUÍN POZA Y DÍAZ.

MEXICO, D. F.  
1961



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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.

UNIVERSIDAD IBEROAMERICANA  
Incorporada a la Universidad Nacional Autónoma de México  
ESCUELA DE CIENCIAS QUIMICAS

---

INFLUENCIA DEL CONTENIDO DE ACI  
DOS Y SALES MINERALES EN EL PH  
DE LA LECHE

TESIS  
que  
para obtener el título de  
QUIMICO  
presenta

JOAQUÍN POZA Y DÍAZ.

MEXICO, D. F.  
1961

*A mis padres y hermanas*

*A los Sres. Directores de los Laboratorios de Investigación y Control de la Sociedad Mexicana de Crédito Industrial, S. A., por los medios y colaboración que me han prestado para la realización de este trabajo.*

*Al Sr. Prof. Quím. e Ing. Quím.  
VICENTE SAN JOSE por sus  
valiosas orientaciones al dirigir  
esta Tesis.*

# INDICE

## I.—INTRODUCCION.

## II.—GENERALIDADES.

La leche.

Composición de la Leche.

Algunas Observaciones sobre la Acidez de la Leche.

Acidez en Leches Mezcladas.

Promedio de Acidez.

Aplicación Práctica de la Acidez Titulable.

Acidez Titulable de la Leche.

Reacciones Secundarias en la Titulación de la Leche.

## III.—PARTE EXPERIMENTAL.

Determinación de la Acidez de la Leche.

Determinación del Acido Láctico en la Leche por el Método de Meyer.

Determinación del Acido Cítrico.

Determinación de la Caseína.

Determinación del Azufre.

Determinación de Cenizas.

Determinación del Calcio.

Determinación del Magnesio.

Determinación de Cloruros.

Determinación del Silicio.

Determinación del Fósforo.

Determinación del Hierro.

Determinación del Sodio.

Determinación del Potasio.

Variaciones del pH en Disoluciones tipo, en agua, de Sales de la Leche.

Variaciones del pH de la Leche, por adición acumulativa de cantidades extra de distintas sales.

## IV.—DISCUSION.

## V.—CONCLUSIONES.

## VI.—BIBLIOGRAFIA

## INTRODUCCION

Considerando que la leche es una sustancia fundamental en la dieta del hombre y sabiendo que el pH de la misma refleja indices de pureza en su compleja composición, tratamos de investigar la influencia de algunos de sus componentes en el pH de la leche.

A través de este estudio se tratará de establecer la influencia de las sales normales contenidas en la leche sobre el pH de la misma.

Sabido es que el pH de la leche depende, en primer lugar, de los ácidos orgánicos que contiene y muy particularmente del ácido láctico. No obstante, otros ácidos contenidos en el líquido lácteo, como el ácido cítrico y el ácido tartárico ejercen también, aunque en escala muchísimo menor, su influencia sobre el índice de acidez del producto que se estudia.

La existencia conjunta de ácidos y sales, en la heterogénea composición de la leche, produce una serie de acciones amortiguadoras sobre los compuestos más activos en la producción de hidrogeniones y de hidroxiliones, de tal suerte que determinan cierto equilibrio y estabilidad en el mantenimiento del pH de la leche en sus cifras normales de pH 6.3-6.6 para la leche pura proveniente de vacas sanas.

Se van a estudiar, sobre una leche de establo recién ordeñada, los porcentajes de ácido láctico, ácido cítrico, caseína, cenizas, calcio, magnesio, silicio, fósforo, hierro, sodio, potasio y cloro.

De los resultados obtenidos se tratará de establecer la influencia entre los distintos compuestos determinantes del pH y aquellos que como

las sales neutras intervienen en el equilibrio ácido-básico del producto objeto de este trabajo.

Para mejor establecer la influencia que separadamente cada uno de los componentes de la leche ejercen sobre el pH de la misma, se estudiará éste en relación con distintas concentraciones de los mismos compuestos, pero por separado y en soluciones tipo.

Así mismo, se tratará de estudiar el índice que alcanza el pH en disoluciones tipo de diferentes mezclas elaboradas con los componentes que realmente determinan el pH de la leche.

En esta ordenación se incluye el estudio gráfico, por métodos potenciométricos, de las variaciones del pH de la leche y de las soluciones tipo que, con los compuestos que la integran se harán por separado.

A su vez, en este estudio gráfico se plasmarán las variaciones del pH de una leche recién ordeñada por adición de porcentajes fijos de los componentes de la misma.

De igual modo, se establecerá el citado pH por adición acumulativa de las sustancias que pueden determinar mayores influencias en las variaciones de los índices del pH estudiado.

En resumen, se trata de establecer la influencia conjunta de los ácidos y sales minerales en el pH de la leche, ya que algunos de estos componentes por separado y en las cantidades contenidos en el producto estudiado, presentarían un pH por encima del normal de la leche, y otros presentarían un pH por debajo del citado índice normal de la misma.

Por último, se hará un estudio analítico espectrofotométrico y flourométrico de los componentes de la leche para cuyo estudio están indicados estos métodos, como sucede con el Fe, P, K y Na.

## GENERALIDADES

**LA LECHE.**—La leche, como es sabido, es uno de los alimentos más completos y necesarios para la alimentación del hombre y de las crías de los animales. En la generalidad de los países del orbe la leche, para consumo humano, se obtiene de la vaca; pero en algunos lugares se utiliza además la de oveja, cabra, yegüa y otros animales.

Hasta tal punto se ha extendido el consumo de la leche de vaca y sus derivados, que en la actualidad en todos los países medianamente desarrollados, la industria de la leche alcanza potenciales económicos de extraordinaria importancia.

Durante muchos siglos la leche de vaca ha contribuido a mejorar la ración alimenticia del hombre, y con ello su salud y bienestar.

La leche es producida por las glándulas mamarias de los mamíferos hembras, y en la vaca, que es el animal cuya leche nos ocupa, aparece en las ubres después del parto.

El pequeño becerro mama unos días o unas semanas, alimentándose después con pastos adecuados, dejando a la madre libre para suministrar la leche, que el hombre extrae por diversos medios.

El hombre necesita una alimentación compleja para subsistir y está demostrado que el valor nutritivo de la leche puede atender todas las necesidades del metabolismo humano, pues su composición rica en grasas, agua, proteínas, azúcares, sales minerales y vitaminas principalmente, asegura la subsistencia por largos períodos de vida.

No todas las leches tienen el mismo valor alimenticio, pues su composición, siendo casi uniforme, varía en algunos factores de acuerdo con

la salud y calidad del ganado, y con la calidad de los pastos y de los piensos.

Se estima de gran interés el estudio de la faceta de su composición en el orden químico, ya que del contenido en sales y ácidos depende mucho su valor nutritivo.

**COMPOSICION DE LA LECHE.**—La leche natural de las distintas procedencias conocidas se compone esencialmente de albuminoides, grasas, hidratos de carbono, sales y ácido láctico.

Estas sustancias se encuentran unas en solución natural, otras en solución coloidal, otras en suspensión y otras en emulsión natural.

En solución natural se encuentran la lactosa y la mayor parte de las sales y el ácido láctico, ya que restos no disueltos de las sales se encuentran en estado de suspensión.

Los albuminoides se encuentran en solución coloidal, en forma de fina dispersión, particularmente la albúmina; en cambio, la caseína se encuentra en forma de gruesa dispersión.

Aunque nuestro estudio está dedicado exclusivamente a la leche de vaca, se transcribe a continuación la composición media de distintas clases de leche más conocidas:

RAZAS	AGUA	GRASA	PROTEINA	AZUCAR	RAZAS	CENIZA
	%	%	%	%		%
Holandesa	87.88	3.51	3.28	4.69	Holandesa	0.64
Jersey	85.66	4.78	3.96	4.85	Jersey	0.75
Ayrshire	87.30	3.68	3.48	4.88	Ayrshire	0.70
Van Slyke	87.10	3.90	3.20	5.10	Van Slyke	0.70
Richmond	87.10	3.90	3.40	4.75	Richmond	0.75
Rogers	87.27	3.66	3.47	4.91	Rogers	0.69

## ALGUNAS OBSERVACIONES SOBRE LA ACIDEZ DE LA LECHE

La concentración de iones hidrógeno de la leche es aproximadamente  $10^{-6.5}$  g./litro y su pH aproximadamente 6.5. Esta concentración se refiere a la acidez considerando pH 7 como el punto neutro.

La leche fresca sacada de las ubres de la vaca posee una cierta acidez que puede denominarse *acidez natural*, para distinguirla de la *acidez desarrollada* en forma de ácido láctico.

Si 10 c.c. de leche fresca recién ordeñada se titulan con una solución de NaOH 0.1 N, usando fenolftaleína como indicador, se requerirá para conseguir la neutralización del ácido un promedio de 1.6 c.c. del álcali. Esto, expresado en términos de ácido láctico, en la forma acostumbrada, corresponde al 0.16%.

Esta es una propiedad normal de la leche, siendo esta acidez causada, en primer término, por la caseína, fosfatos ácidos y citratos, y en un grado menor por la albúmina, globulina y  $\text{CO}_2$ . La acidez natural, así como el pH, varían de una vaca a otra.

Caulfield y Riddell examinaron la acidez natural de 811 muestras de leche, excluyendo las de temprana y tardía lactación, y encontraron variaciones para muestras individuales de 0.08-0.30 por ciento expresadas en ácido láctico.

Los valores promedio para cuatro razas fueron los siguientes: Ayrshire 0.16%, Holstein 0.16%, Guernsey 0.17% y Jersey 0.18%.

### ACIDEZ EN LECHE MEZCLADAS

Se encontró, en un estudio de leches mezcladas, que el 80% de la acidez natural era debida, por partes iguales, a la caseína y a los constituyentes del suero (fosfatos ácidos y citratos, proteínas del suero y  $\text{CO}_2$ ).

Se encontró también que el restante 20% de la acidez era debida a las reacciones secundarias que se llevan a cabo durante la titulación.

Algunas importantes consideraciones prácticas surgen de una apreciación de las observaciones anteriores. Una de ellas se refiere a la

práctica común de usar la acidez titulable para expresarla como ácido láctico.

Cuando la leche se titula con un álcali valorado, usando como indicador la fenolftaleína, el valor de la titulación está dado por la suma de la acidez natural + la acidez desarrollada.

Valor de titulación de la leche = Acidez natural + Acidez desarrollada.

### PROMEDIO DE ACIDEZ

Por las razones expuestas, no es posible aceptar un valor promedio general para la acidez natural y por lo tanto no hay medios de convertir el valor de la titulación total en términos de ácido láctico.

En la práctica lechera es común expresar la acidez total como ácido láctico, pero estamos obligados a notar que, aunque este procedimiento es conveniente prácticamente, las objeciones químicas al mismo son innegables.

El valor de la titulación solo representa la cantidad de álcali valorado requerido para hacer variar el pH de la muestra a 8.4, que es cuando el cambio de color del indicador se hace perceptible. Hasta ahora todavía no se conoce un procedimiento simple para estimar la cantidad de ácido láctico en la leche y en los productos lácteos.

### APLICACION PRACTICA DE LA ACIDEZ TITULABLE

Otra faceta de considerable importancia es el uso de la acidez titulable como un medio rápido de examen para rechazar leches que no son aptas para poderlas convertir en leche evaporada. Por ello, se ha considerado de extraordinaria importancia el estudio de la influencia de los ácidos y sales en el pH de la leche.

No habiendo un medio rápido de pruebas para valorar el ácido láctico en la leche, las plantas procesadoras de leche condensada y evaporada están obligadas a depender de observaciones tales como el sabor y el olor, así como del pH y la acidez titulable.

Un máximo arbitrario del 0.18-0.19% de ácido láctico se toma como

línea divisoria entre las leches satisfactorias y las no satisfactorias.

Leches con un alto contenido de acidez natural, generalmente poseen un contenido elevado de sólidos totales. Los constituyentes responsables de que la leche requiera más de la cantidad normal de NaOH para neutralizar su acidez, son aquellos que poseen una capacidad buffer acusada.

Este fenómeno se ha probado al hacer el tratamiento general de las proteínas. Se ha probado que sustancias como las proteínas, fosfatos y citratos, son capaces de resistir cambios de pH que normalmente ocurrirían cuando se añadieran ácidos o álcalis a volúmenes equivalentes de agua destilada, pruebas que aparecen representadas en las gráficas No. 3-5 en la parte experimental de este trabajo.

Leches de alta acidez natural son más altamente amortiguadas que las demás. Así sucede que en dichas leches se debe desarrollar más ácido láctico antes que el pH llegue al punto isoeléctrico de la caseína (4.6), lo cual indica que se requerirá mayor tiempo para que estas muestras cuajen a temperaturas ordinarias.

Es una observación común que las leches de alta acidez natural cuando se comparan con leches de baja acidez natural de igual índice higiénico, muestran mejor calidad y mayor capacidad de conservación al almacenarlas por un lapso de tiempo más o menos largo.

Existen varios factores que modifican la acidez de la leche, entre los cuales podemos citar el período de lactación, la influencia de la alimentación, influencia de la mastitis, influencia de la raza, etc.

### ACIDEZ TITULABLE DE LA LECHE

El método más común para determinar la acidez de la leche es por medio de la titulación con un álcali standard, que frecuentemente da la lectura de su contenido de ácido láctico. Veremos, sin embargo, que esta suposición es errónea, pero la determinación se practica de esta manera.

El ácido láctico se titula con una solución valorada de NaOH usando fenolftaleína como indicador.



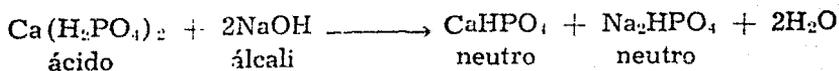
Por lo tanto, como se ve en esta reacción, una molécula gramo de sosa cáustica neutraliza una molécula gramo de ácido láctico. Así, 40 g. de NaOH neutralizan 90 g. de  $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$ . Como una solución normal de NaOH contiene 40 g. de esta sustancia en un litro de disolución, se tiene que un litro de NaOH normal neutraliza 90 g. de ácido láctico, y un litro de NaOH N/9 neutraliza 10 g. de ácido láctico. Un centímetro cúbico de NaOH N/9 neutraliza 0.01 g. de ácido láctico.

Suponiendo que 10 c.c. de leche se titulan con NaOH N/9 y que se necesitaron 2.6 c.c. de esta solución para neutralizar los 10 c.c. de leche, si toda la acidez fuera debida al ácido láctico, 2.6 c.c. de NaOH N/9 neutralizarían 0.026 g. de ácido láctico, y 100 c.c. contendrían 0.26 g. Así el porcentaje 0.26, se obtiene muy fácilmente dividiendo la cantidad actual de NaOH N/9 entre 10.

Es importante reconocer que el método de titulación no distingue entre el ácido láctico desarrollado y aquellos otros constituyentes de la leche que también se combinan con el álcali. Estos últimos incluyen la caseína, fosfatos ácidos, citratos y el  $\text{CO}_2$  que dotan a la leche de una *Acidez Natural* que contrasta con el ácido láctico que es *Acidez Desarrollada*.

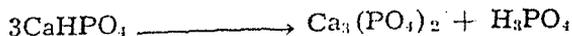
## REACCIONES SECUNDARIAS EN LA TITULACION DE LA LECHE

Durante la titulación de la leche, ocurren algunas reacciones secundarias que se resumer en las siguientes ecuaciones:



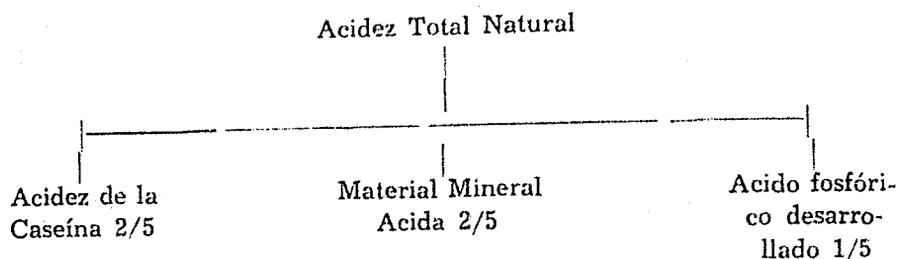
El fosfato cálcico neutro, a su vez, precipita dando fosfato tricálcico y liberando simultáneamente ácido fosfórico.

Esta reacción puede representarse así:



Debido a estas reacciones secundarias se necesita más álcali para neutralizar el ácido fosfórico desarrollado.

Ling encontró que la acidez natural de la leche determinada por medio de la titulación con álcali, se distribuye de la siguiente manera:



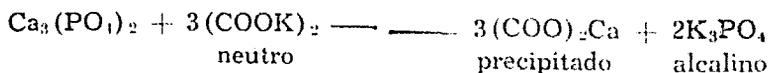
Aunque para leche mezclada, el promedio de la acidez natural es aproximadamente 0.16% expresada como ácido láctico, hay variaciones considerables alrededor de este valor que hacen imposible calcular el porcentaje de ácido láctico con un mínimo de seguridad, sin embargo, se toma como correcto aproximado que:

$$\% \text{ de acidez desarrollada} = \text{Acidez total} - \text{Acidez natural.}$$

Se ha sugerido que el ácido fosfórico formado puede ser eliminado añadiéndole a la leche, antes de la titulación, una pequeña cantidad de solución neutra de oxalato potásico.

El oxalato potásico hará precipitar el calcio soluble en forma de oxalato cálcico insoluble, evitando así las reacciones secundarias del fosfato cálcico neutro.

Sin embargo, no se obtiene ninguna ventaja por medio de este procedimiento, pues en adición a la precipitación del calcio soluble, el oxalato potásico añadido reacciona con el fosfato tricálcico coloidal de acuerdo con la siguiente reacción:



El fosfato potásico alcalino producido introduce un factor que entorpece la subsecuente titulación de la leche. Esta reacción se puede efectuar con el objeto de saber cuál es el tanto por ciento de fosfato tricálcico en la leche.

PARTE EXPERIMENTAL

## DETERMINACION DE LA ACIDEZ DE LA LECHE

Se tomó una muestra de 10 c.c. de leche y se tituló con una solución de NaOH 0.1 N usando como indicador dos gotas de una solución alcohólica neutra al 1% de fenolftaleína.

El viraje se obtuvo a un pH de 8.2 al tomar el líquido una coloración rosada. Se emplearon 1.9 c.c. de NaOH 0.1 N.

Esto quiere decir, si se expresa de acuerdo con la tabla dada por Rosell-Dos Santos que relaciona la sosa gastada con la cantidad de ácido láctico, que 1.9 c.c. de NaOH 0.1 N equivalen a 0.171 g./100 g. de leche.

De la tabla dada también por Rosell-Dos Santos que relaciona los grados de acidez con el porcentaje de ácido láctico, tenemos que 0.171% de ácido láctico equivale a 7.5 grados de acidez Soxhlet-Henkel.

Ahora, para convertir los grados de acidez Soxhlet-Henkel a grados de acidez Dornic y teniendo en cuenta la siguiente fórmula:

$$\text{Grados Dornic} = 9 \times \text{grados S. H.} / 4 = 2.25 \times \text{grados S. H.}$$

$$\text{Grados Dornic} = 2.25 \times 7.5 = 16.85.$$

La determinación del pH nos dio un valor de 6.5, el cual coincide con la relación aproximada entre el pH en la leche y los grados de acidez valorable dada por Rosell-Dos Santos:

pH	c.c. NaOH 0.1N gastada	°S.H.	°Dornic
6.5	1.9	7.5	16.85

## DETERMINACION DEL ACIDO LACTICO EN LA LECHE POR EL METODO DE MEYER

El método de Meyer para la determinación del ácido láctico en la leche se basa en que el ácido láctico tratado con una solución de  $\text{KMnO}_4$  en solución sulfúrica es oxidado por el acetaldehído hirviendo; el aldehído liberado se destila recogiénolo en el recipiente que contiene una cantidad exactamente medida en solución 0.1 ó 0.01 N. de bisulfito potásico.

El aldehído se combina con el bisulfito potásico.

El exceso de bisulfito potásico se valora con solución de yodo, respectivamente 0.1 ó 0.01 N, sirviendo de indicador una solución de almidón al 1%.

Cada átomo de yodo se corresponde con 1/2 molécula de bisulfito potásico y, por consiguiente, también con 1/2 molécula de acetaldehído y con 1/2 molécula de ácido láctico.

Un centímetro cúbico de solución de yodo 0.1 N. equivale a 0.0045 g. de ácido láctico.

Cálculos:

Muestra.— 300 c.c.

Densidad = 1.02.

Muestra:  $300 \times 1.02 = 306$  g. de leche.

Cantidad de  $\text{I}_2$  0.1 N. = 104.5 c.c.

$104.5 \times 0.0045 = 0.46$  g. de ácido láctico.

En 100 g. de leche hay

$0.46 \times 100/306 = 0.1505$  g. de ácido láctico.

## DETERMINACION DEL ACIDO CITRICO

*(Método de la Association of Official Agricultural Chemists).*

Preparación de la muestra: A 50 g. de leche puestos en un matraz Erlenmeyer se le añaden alrededor de 100 mg. de ácido tartárico y 6 c.c. de solución de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  1 N y se calienta a baño de vapor durante 15 minutos. Inmediatamente después se añaden 3 c.c. de una solución al 20% de ácido fosfotúngstico, se mezcla el conjunto y se vuelve a poner al

baño de vapor durante 5 minutos más. El conjunto se transfiere a un matraz volumétrico de 250 c.c. que contenga algo de alcohol, se enfría la mezcla y se diluye ésta con alcohol hasta el aforo. Se mezcla bien el conjunto y se filtra. A continuación se trasladan 20 c.c. del filtrado claro a una centrifuga.

*Determinación.*—A la solución que está en la centrifuga se le añaden 10 c.c. de sol. de acetato de plomo (Solución que se hizo disolviendo 75 g. de acetato de plomo en agua, se añadió 1 c.c. de ácido acético y se diluyó a 250 c.c. con agua) se agita el conjunto vigorosamente durante 2 minutos y se centrifuga a 1,000 r.p.m. durante un tiempo de 15 minutos.

Cuidadosamente se decanta el líquido sobrenadante del precipitado de las sales de plomo. Como al añadirle al líquido sobrenadante más sales de plomo no se formó ningún precipitado, se repite la centrifugación durante 20 minutos más aumentando la velocidad.

A las sales de plomo en la centrifuga se le añaden 150 c.c. de agua. se agita el conjunto con energía y se satura con  $H_2S$ . El conjunto se transfiere a un matraz volumétrico de 250 c.c. y se diluye con agua hasta el aforo. Esta mezcla se agita y se filtra.

A continuación se pasan 200 c.c. del filtrado a un matraz de 500 c.c. y se evapora la solución hasta tener un volumen de 75 c.c. Se enfría la solución y se le añaden 10 c.c.  $H_2SO_4$  (1 + 1) y 5 c.c. de una solución de KBr (esta solución se prepara disolviendo 15 g. de KBr en 40 c.c. de agua). Se calienta la mezcla a  $50^\circ C$ . se deja reposar durante 5 minutos y se le añaden 50 c.c. de solución de  $KMnO_4$  (se disuelven 5 g. de  $KMnO_4$  en agua y se diluye a 100).

Se mezcla bien el conjunto y se deja reposar durante 1 min. Se agita y se deja reposar otros 3 minutos. (Durante este tiempo se forma un depósito de  $MnO_2$ . El  $MnO_2$  se remueve de la solución con 20 c.c. de una solución de  $FeSO_4$  (esta solución se obtuvo disolviendo 40 g. de  $FeSO_4$  en 100 c.c. de agua que ya contenía 1 c.c. de ácido sulfúrico conc.) y se enfría el conjunto hasta  $15^\circ C$ , se agita éste vigorosamente durante algún tiempo y se deja en el refrigerador durante toda una noche.

Se filtra el conjunto y se anota el volumen del filtrado V.

El precipitado se lava con 50 c.c. de agua fría. Se seca el precipi-

tado en un desecador de vacío y se pesa. La pentabromacetona se remueve tratando el precipitado con 3 porciones cada una de 20 c.c. de alcohol y 3 porciones cada una de 20 c.c. de éter. Otra vez se seca y se pesa. Para estas operaciones se ha usado un mismo crisol Gooch.

Diferencia entre las dos pesadas = peso de la pentabromacetona

$$\text{Ac. Cítrico} = 0.695P + 0.028V$$

(P = peso de la pentabromacetona).

$$\text{Pesada No. 1} = 27.14342$$

$$\text{Pesada No. 2} = 27.04619$$

$$P = 0.09723 \text{ g.} = 97.23 \text{ mg. de pentabromacetona.}$$

$$V = 157.8 \text{ c.c.}$$

$$\text{mg. Ac. Cítrico} = 0.695 P + 0.028 \times 157.8$$

$$= 0.695 \times 97.23 + 0.028 \times 157.8$$

$$= 67.8 + 4.4$$

$$= 72.2 \text{ mg.}$$

Cantidad de Acido Cítrico en 50 g. de leche: 72.2 mg.

Cantidad de Acido Cítrico en 100 g. de leche:  $72.2 \times 2$

$$= 144.4 \text{ mg.}$$

$$= 0.1444 \text{ g.}$$

Cantidad teórica de ácido cítrico: 0.19%.

## DETERMINACION DE LA CASEINA

(Metodo de la Association of Official Agricultural Chemists).

Se toman 5 g. de la muestra y se diluye con agua a 50 c.c. a 40°C, añadiéndosele a la muestra inmediatamente 1.5 c.c. de ácido acético (1 + 9). Se agita y se deja reposar el conjunto durante toda una noche. Se filtra, decantando primero y teniendo mucho cuidado de que el precipitado no se mezcle con el líquido, pues si esto ocurre la filtración se dificulta mucho. La operación se completa lavando con agua destilada el papel filtro donde se encuentra el precipitado.

El papel filtro con el precipitado (que es la caseína) se transfiere a un matraz Kjeldahl y se determina el porcentaje de nitrógeno que contiene esa muestra. El resultado se multiplica por 6.38 para obtener el por ciento de caseína en la muestra original.

En el matraz Kjeldahl se digiere la muestra añadiendo 0.3 g. de

H<sub>2</sub>O, 2.7 g. de K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> y 7 c.c. de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrado y se calienta durante cinco horas hasta que la totalidad de la materia orgánica haya quedado destruida.

Al cabo de estas cinco horas, cuando el líquido está completamente incoloro, se deja enfriar y se le agrega al conjunto 15 c.c. de H<sub>2</sub>O y un poco de Zn en polvo.

El matraz Kjeldahl se conecta con un refrigerante y con un embudo de separación, y a través del embudo se le agrega al conjunto del interior del Kjeldahl 20 c.c. de NaOH al 50% para alcalinizarlo, y 10 c.c. de una solución de Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> al 40%.

El matraz Kjeldahl se calienta, y el amoníaco desprendido se recoge en una solución de 20 c.c. de H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> al 4%, usando como indicador una mezcla de una parte de rojo de metilo al 0.2% y cinco partes de verde de bromocresol al 0.2%.

El amoníaco contenido en la solución de ácido bórico se titula con una solución de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0.02 N.

La cantidad de caseína se obtiene multiplicando la cantidad de nitrógeno obtenida del resultado de la valoración por 6.38.

Cálculos:

5 g. de leche

Cantidad de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0.02 N empleada: 22 c.c.

5 c.c. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0.02 N = 1 c.c. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0.1 N.

Cantidad de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0.1 N empleada; 22/5 = 4.4 c.c.

H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> al 4% neutralizado = 20 - 4.4 = 15.6 c.c.

de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0.1 N.

1000 c.c. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1 N = 14 g. de Nitrógeno.

1 c.c. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1 N = 14/1000 = 0.014 g. de Nitrógeno.

1 c.c. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0.1 N = 0.0014 g. de Nitrógeno.

15.6 c.c. × 0.0014 = 0.02184 g. de Nitrógeno en

5 g. de muestra.

% de Nitrógeno en la muestra =  $0.02184 \times 100/5$   
= 0.436 % de N.

% de Caseína en la muestra =  $0.436 \times 6.38 = 2.78\%$ .

Caseína en la muestra = 2.78%.

#### DETERMINACION DEL AZUFRE (Método de Eschka).

Se toman 50 c.c. de la muestra de leche, se ponen en una cápsula

de porcelana, se agregan 2.5 g. de mezcla Eschka (2 partes en peso de MgO ligeramente calcinado y 1 parte en peso de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  anhidro), se mezcla bien el conjunto y se evapora a sequedad. Una vez seco el conjunto se pasa a un crisol de Zn y se calcina a  $650^\circ\text{C}$ . A las cenizas se les agregan agua caliente agitando ocasionalmente durante un lapso de tiempo de treinta minutos.

Se filtra el conjunto y se lava el precipitado varias veces con agua caliente. El filtrado se trata con agua de bromo 10 c.c.) y se acidifica el conjunto con 5 c.c. de HCl conc. Además se añaden tres gotas de  $\text{HNO}_3$  conc. y se calienta la solución hasta la eliminación total de los vapores de bromo y nítricos. En caliente se añaden 10 c.c. de una solución al 10% de  $\text{BaCl}_2$ , se filtra, se lava, se seca y se calcina, pesándose el residuo calcinado como  $\text{BaSO}_4$ .

Cálculos:

Gramos de leche de la muestra = 51.07.

Gramos de  $\text{BaSO}_4$  obtenidos después de la calcinación = 0.0902.

Factor para convertir  $\text{BaSO}_4$  en S: 0.1373

$0.0902 \text{ g.} \times 0.1373 = 0.0124 \text{ g. de S.}$

$$\begin{array}{r} 0.0124 \dots\dots\dots 51.07 \\ \times \dots\dots\dots 100 \\ \hline \end{array} \quad \times = \frac{0.02425 \text{ g. de S}}{100 \text{ g. de muestra}}$$

Cantidad de Azufre: 0.02425 g. ó 24.25 mg. de S/100 g. muestra.

Cantidad teórica de Azufre: 30 mg./100 g. de muestra.

### DETERMINACION DE CENIZAS

Se tomó una cantidad medida de muestra de leche y se evaporó a sequedad sobre una plancha caliente a muy poca temperatura. A continuación se tomaron muestras de este extracto seco y se calcinaron en una mufla a una temperatura máxima de  $600^\circ\text{C}$ .

Cálculos:

Muestra de 500 c.c. de leche de densidad 1.02

Peso de la leche:  $500 \times 1.02 = 510 \text{ g.}$

Peso del extracto seco: 57.3 g.

Factor para hacer conversiones del extracto seco a la leche pura:  $57.3 \times = 510$ ;  $\times = 510/57.3 = 8.9$

57.3 g. de extracto seco al calcinarse producen 2.85 g. de cenizas.

100 g. de leche pura producen  $57.3 \times 100/510 = 11.25$  g. de extracto seco.

57.3 ..... 2.85

$\times = 0.56$  g. de cenizas.

11.25 ..í.....  $\times$

Porcentaje de cenizas = 0.56%.

Porcentaje teórico de cenizas: 0.65%.

### DETERMINACION DEL CALCIO

Se pesa una parte de las cenizas y se disuelve en ácido clorhídrico concentrado agregando después agua para diluir hasta un volumen de 100 c.c.

Se agregan 10 c.c. de  $\text{NH}_4\text{Cl}$  al 10% y en caliente se vuelven a añadir 10 c.c. de  $\text{NH}_4(\text{C}_2\text{O}_4)_2$  (oxalato amónico).

Por último se agregan 5 c.c. de  $\text{NH}_4\text{OH}$  concentrado y se deja precipitar. El precipitado se filtra, se lava con agua caliente y se disuelve con  $\text{H}_2\text{SO}_4$  al 1/5, y se valora con solución de  $\text{KMnO}_4$  0.1 N.

Cálculos:

Peso de las cenizas 0.56 g.

1 c.c.  $\text{KMnO}_4$  0.1 N equivale a 0.002 g. de Ca.

Cantidad  $\text{KMnO}_4$  empleada en la titulación: 48.2 c.c.

$48.2 \text{ c.c.} \times 0.002 \text{ g.} = 0.0963 \text{ g. de Ca.}$

Cantidad de Calcio: 0.0963 g. ó 96.3 mg. de Ca/100 g. de muestra.

Cantidad teórica de Calcio: 108 mg./100 g. de muestra

### DETERMINACION DEL MAGNESIO

Al filtrado eliminado después de la obtención del calcio, se agrega  $\text{HCl}$  concentrado hasta neutralidad de la fenolftaleína, más una gota de ácido en exceso.

A continuación se añaden 15 c.c. de  $(\text{NH}_4)_2\text{PO}_4\text{H}$  (fosfato diamónico) al 10% y 30 c.c. de  $\text{NH}_4\text{OH}$  concentrado.

Se deja reposar el conjunto durante toda una noche y se filtra, lava y calcina el precipitado. El resultado de la calcinación será  $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ .

Cálculos:

Peso de las cenizas = 0.56 g.

Peso obtenido de  $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7 \times 0.2185$  (factor) = peso de magnesio.

Peso de  $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ : 0.03976 g.

$0.03976 \times 0.2185 = 0.0087$  g. de Mg.

Cantidad de Magnesio: 0.0087 g. ó 8.7 mg. de Mg./100 g. de muestra.

Cantidad teórica de Mg: 10.8 mg. de Mg./100 g. de muestra.

### DETERMINACION DE CLORUROS

La parte destinada a la investigación de los cloruros en las cenizas se disuelve en la menor cantidad de  $\text{HNO}_3$  concentrado y se aferra a 100 c.c. con agua.

Se toman 50 c.c. de la disolución y se le agrega solución de sosa cáustica y carbonato de sodio en polvo, para que el pH llegue y se mantenga en 8.3.

Esta solución se titula con una solución valorada de  $\text{AgNO}_3$  0.1 N usando como indicador una solución de  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  (unas gotas solamente).

El viraje en la titulación se obtendrá cuando la solución cambie de color amarillo limón a anaranjado.

Cálculos:

Peso de las cenizas: 0.53 g.

1 c.c. de  $\text{AgNO}_3$  0.1 N equivale a 0.00355 g. de Cl

Se emplearon en la titulación 11.2 c.c. de  $\text{AgNO}_3$ .

$11.2 \times 0.00355 = 0.0398$  g. de  $\text{Cl}^-$ .

$0.0398 \times 2 = 0.0796$  g. de  $\text{Cl}^-$  en la muestra.

Cantidad de cloruros: 0.0796 g. ó 79.6 mg. de  $\text{Cl}^-$ /100 g. de la muestra.

Cantidad teórica de  $\text{Cl}^-$ : 80 mg. de  $\text{Cl}^-$ /100 g. de muestra.

## DETERMINACION DEL SILICIO

Se trató de investigar este elemento por métodos espectrofotométricos, pero debido a que existe una cantidad mucho mayor de iones de fósforo que de silicio, aquel enmascara al silicio, y por lo tanto este método fue impracticable en este caso.

La determinación de este elemento es bien sencilla. Lo único que se hace es separar de las cenizas aquellas partículas que no se disuelven en los ácidos clorhídrico o nítrico concentrados, calcinarlas y pesarlás como  $\text{SiO}_2$ .

El proceso de separación del silicio es el siguiente: Se disuelven las cenizas con ácido clorhídrico concentrado y se lleva el conjunto a sequedad, se vuelve a disolver esta masa con HCl conc. y se vuelve a llevar a sequedad, repitiendo esta operación cuatro veces. Por último se vuelve a disolver la masa seca en HCl y se separan las partículas que no se hayan disuelto, calcinando después las partículas separadas en la mufla.

Cálculos:

Peso de las cenizas: 0.53 g.

Factor para convertir  $\text{SiO}_2$  en Si: 0.4672

Peso de  $\text{SiO}_2$ : 0.01385 g.

$0.01385 \times 0.4672 = 0.0065$  g.

Cantidad de Silicio: 0.0065 g. ó 6.5 mg./100 g. de la muestra.

Cantidad teórica de Si: 9.2 mg./100 g. de la muestra.

## DETERMINACION DEL FOSFORO

Se trató de investigar este elemento por métodos espectrofotométricos, pero al tratar de construir la curva standard, las soluciones más concentradas precipitaron enturbiando con el polvillo amarillo característico del fosfomolibdato amónico las paredes de las celdas donde se colocan las soluciones problema en el espectrofotómetro.

Este método se hizo de la siguiente manera:

Se pesaron 0.22328 g. de  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  y se llevaron a 100 c.c. con  $\text{H}_2\text{O}$  destilada. A esta solución se le llama solución madre.

1 c.c. de esta solución equivale a 0.0022328 g. de  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ .

De esta solución se tomaron las siguientes diluciones:

- Sol. A.—1 c.c. de la Sol. madre + 9 c.c. de  $\text{H}_2\text{O}$  = 0.0022328 g.  $\text{KH}_2\text{PO}_4$   
Sol. B.—2 c.c. de la Sol. madre + 8 c.c. de  $\text{H}_2\text{O}$  = 0.0044656 g.  $\text{KH}_2\text{PO}_4$   
Sol. C.—3 c.c. de la Sol. madre + 7 c.c. de  $\text{H}_2\text{O}$  = 0.0066984 g.  $\text{KH}_2\text{PO}_4$   
Sol. D.—4 c.c. de la Sol. madre + 6 c.c. de  $\text{H}_2\text{O}$  = 0.0089312 g.  $\text{KH}_2\text{PO}_4$   
Sol. E.—5 c.c. de la Sol. madre + 5 c.c. de  $\text{H}_2\text{O}$  = 0.0111640 g.  $\text{KH}_2\text{PO}_4$

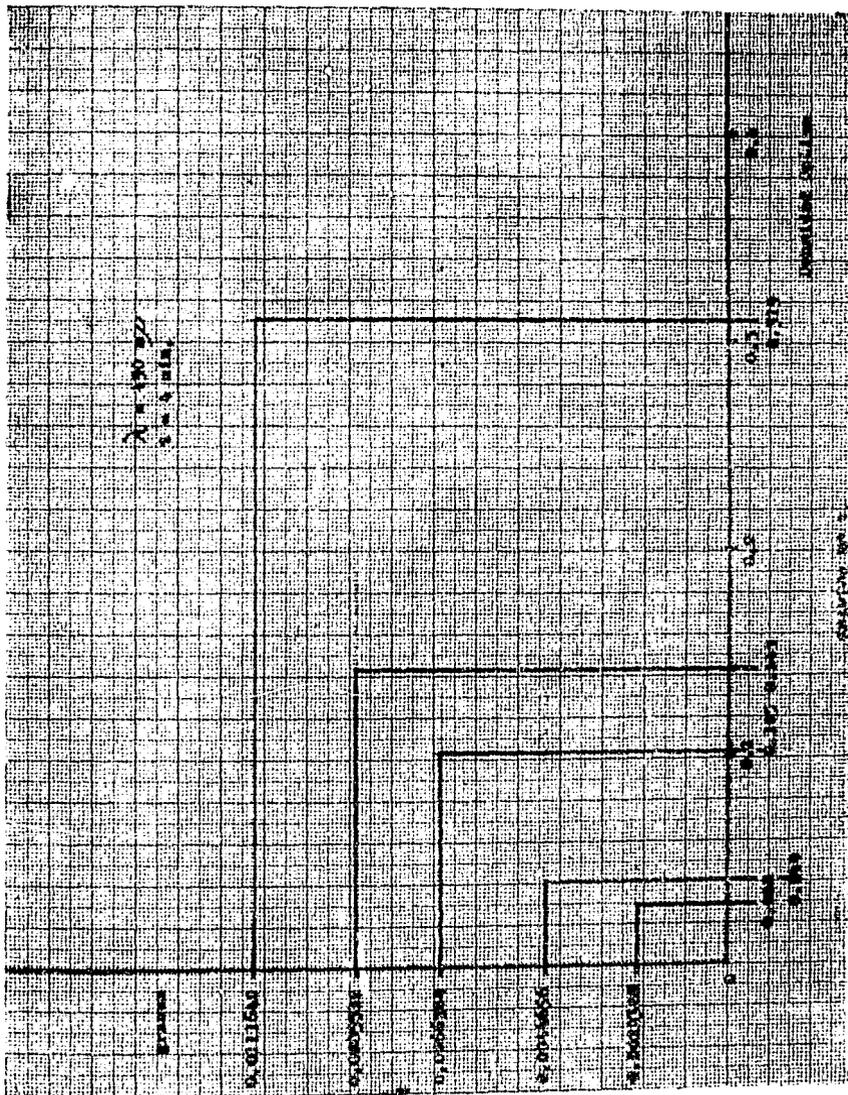
A cada una de estas soluciones se les agregan 5 c.c. de sol. de HCl al 1/5 y 5 c.c. de la solución reactivo de molibdato amónico.

Se tomaron las densidades ópticas respectivas de cada solución a una longitud de onda de 450  $m\mu$  usando filtro azul y dejando pasar entre lectura y lectura diferentes lapsos de tiempo.

A continuación aparecen los valores obtenidos a diferentes tiempos, a la misma longitud de onda, de la densidad óptica de cada una de estas soluciones, que son base para el trazado de la curva standard.

Filtro azul;  $\lambda = 450 m\mu$ .

	Concentración	Minutos	Densidad Óptica
Sol. A	0.0022328 g.	4	0.028
		5	0.075
		6	0.082
		7	0.093
Sol. B	0.0044656 g.	4	0.040
		5	0.105
		6	0.204
		7	0.300
Sol. C	0.0066984 g.	4	0.105
		5	0.290
		6	0.330
		7	0.410



Sol. D	0.0089312 g.	4	0.145
		5	0.194
		6	0.330
		7	0.510
Sol. E	0.0111640 g.	4	0.319
		5	0.510
		6	0.692
		7	0.800

Con estos datos se decidió hacer la gráfica de la curva standard para un tiempo de 4 minutos, haciendo la lectura de la densidad óptica precisamente 4 minutos después de haber añadido el reactivo de molibdato amónico.

#### Densidad Óptica

Sol. A.—0.0022328 g.	0.028
Sol. B.—0.0044656 g.	0.040
Sol. C.—0.0066984 g.	0.105
Sol. D.—0.0089312 g.	0.145
Sol. E.—0.0111640 g.	0.319

Como se verá en la gráfica que se incluye, los valores de la densidad óptica para este compuesto son muy inestables no obteniéndose seguridad alguna en los resultados.

NOTA.—La solución reactivo de molibdato amónico se preparó disolviendo 100 g. de  $\text{MoO}_3$  en una mezcla de 144 c.c. de  $\text{NH}_4\text{OH}$  y 271 c.c. de  $\text{H}_2\text{O}$ . Esta solución se vertió lentamente en una mezcla fría de 489 c.c. de  $\text{HNO}_3$  y 1148 c.c. de  $\text{H}_2\text{O}$ . La mezcla final se mantiene en un lugar caliente durante varios días. Al final de cuatro días se decanta la solución de cualquier precipitado amarillo.

Debido a todo lo anterior se ha procedido a determinar las sales de fósforo por un método gravimétrico.

*Método Gravimétrico.*—Se toman las cenizas después de eliminar el silicio (ya es una solución clorhídrica) y se le agrega al conjunto reactivo preparado de molibdato amónico. Se deja reposar durante una no-

che; se filtra, se lava el precipitado y se seca tres horas a 110°C, obteniéndose el precipitado seco como fosfomolibdato amónico.

Cálculos:

Peso de las cenizas: 0.53 g.

Factor para convertir el fosfomolibdato amónico a fósforo: 0.01668 g.

Peso del fosfomolibdato amónico: 3.25 g.

$3.25 \times 0.01668 = 0.0542$  g. de fósforo.

Cantidad de fósforo: 0.0542 g. ó 54.2 mg. de fósforo/100 g. de la muestra.

Cantidad teórica de P.: 86 mg. de P/100 g. de la muestra.

### DETERMINACION DEL HIERRO

Esta determinación se hizo por el método espectrofotométrico. Con la curva standard que se anexa se ha hecho la determinación de la densidad óptica del problema. A las cenizas se le agregaron HCl para convertir todo el Fe en  $FeCl_3$ . A continuación se le añadieron tres gotas de  $(Fe(CN)_6)K_3$  para producir el color azul propio del  $Fe_3(Fe(CN)_6)_3$ .

La lectura se efectuó a una longitud de onda de 885 m $\mu$ , utilizando la celda sensible a la parte roja del espectro y una celda de 40 mm.

Se obtuvo una densidad óptica de 0.073, la cual, si se ve en la gráfica anexada corresponde a 0.28 mg./litro.

La muestra se tomó de una disolución clorhídrica de las cenizas producto de llevar a sequedad y calcinar la leche pura.

Cálculos:

Peso de las cenizas: 0.53 g.

Peso de Fe en un litro de leche: 0.28 mg.

Peso de 1 litro de leche: 1000 c.c.  $\times$  1.02 = 1020 g.

1020 g. .... 0.28

100 g. ....  $\times$

$\times = 0.0275$  mg. de Fe.

Калибровочный спектральный график для железа

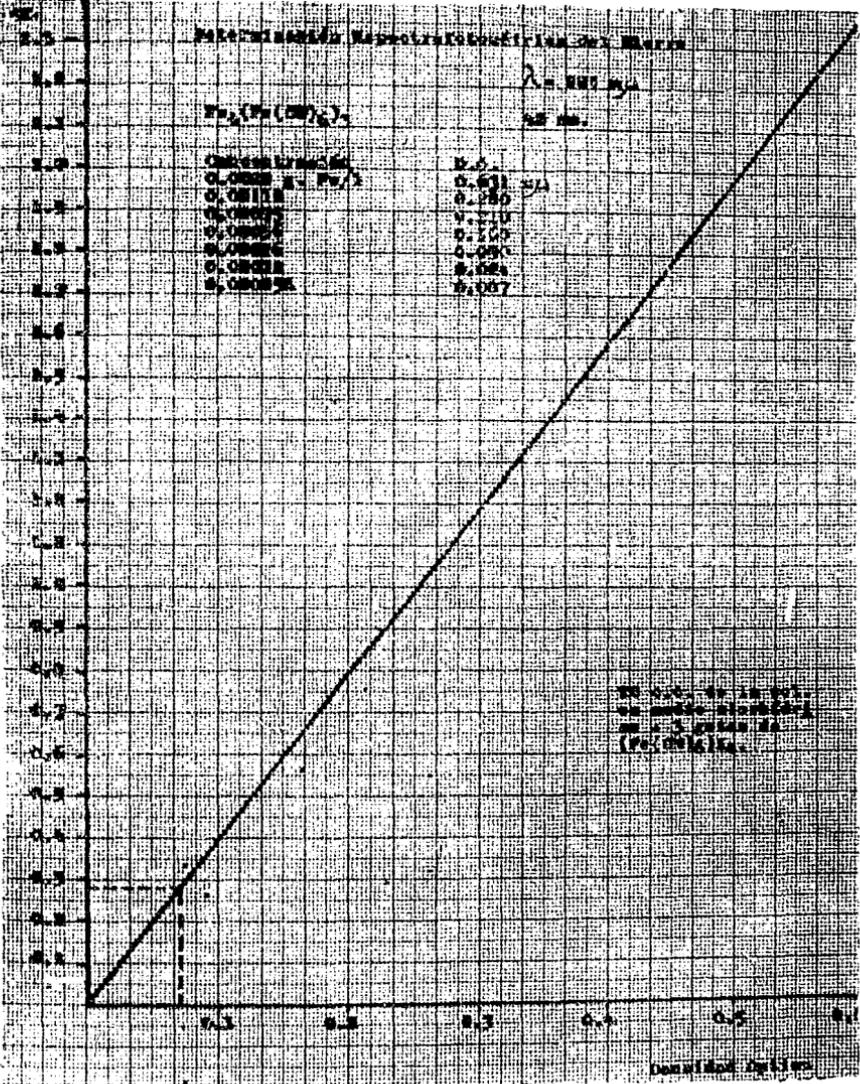
$Fe_2(Fe(OH)_2)_2$

$\lambda = 244,8 \text{ нм}$

25 мм.

Концентрация  
 0,0000 мг Fe/l  
 0,0010  
 0,0020  
 0,0030  
 0,0040  
 0,0050  
 0,0060  
 0,0070

О.С.  
 0,001  
 0,002  
 0,003  
 0,004  
 0,005  
 0,006  
 0,007



Этот график является  
 калибровочным  
 для определения  
 концентрации  
 $(Fe(OH)_2)_2$

Составлено 24.12.88

Cantidad de Hierro: 0.0275 mg. de hierro/100 g. de la muestra.  
 Cantidad teórica de Fe: 0.070 mg./100 g. de leche.

### DETERMINACION DEL SODIO

Se procedió a hacer esta investigación en el flamómetro.

Partiendo de 195 g. que equivalen a 190 c.c. se tomaron diversas diluciones de las cenizas obtenidas a partir de la misma leche.

Testigo de sodio de 5 ppm: Escala del flamómetro = 100

Se hizo una dilución de la solución de 1 a 100.

Lectura de la dilución problema: Escala del flamómetro = 93.

$$\begin{array}{rcl}
 100 & \dots\dots\dots & 5 \text{ ppm} \\
 & & \times = 4.65 \text{ ppm} \\
 93 & \dots\dots\dots & \times \text{ ppm}
 \end{array}$$

Cantidad de Na en la muestra:

$$\begin{aligned}
 & (4.65 \text{ mg./1000}) \times 100 \times 100 = \\
 & = \underline{\underline{46.5 \text{ mg./100 g. de muestra.}}}
 \end{aligned}$$

Cantidad teórica de Na: 46 mg./100 g. de leche.

### DETERMINACION DEL POTASIO

Como en el caso anterior esta determinación se efectuó por el método flamométrico.

Muestra de leche: 195 g. = 190 c.c.

Dilución de la muestra: Primero 1 a 100; de esta solución se tomaron 5 c.c. y se llevaron a 10 c.c. Con esta última solución se efectuó la determinación.

Testigo de Potasio de 10 ppm.—Escala del flamómetro standarizada en 100.

Dilución problema.—Escala del flamómetro = 79.

$$\begin{array}{rcl}
 100 & \dots\dots\dots & 10 \text{ ppm} \\
 & & \times = 8 \text{ ppm} \\
 79 & \dots\dots\dots & \times \text{ ppm}
 \end{array}$$

Cantidad de K en la muestra:

$$(8/1000) \times 2 \times 100 \times 100 = \\ = 160 \text{ mg./100 g. de muestra.}$$

Cantidad teórica de K: 155 mg./100 g. de leche.

## VARIACIONES DEL pH EN DISOLUCIONES TIPO, EN AGUA, DE SALES DE LA LECHE

Basándose en la clasificación de sales minerales de la leche, según W. Winkler, se tomarán cantidades medidas de estas sales, se disolverán, o tratarán de disolver, en 100 c.c. de agua y se medirá el pH de la solución con cada nueva adición de sales.

Primeramente se tomarán los pH en disoluciones con sales diferentes, y después se irán mezclando diversas soluciones con diferentes sales y se verán en cada caso las diferencias de pH que se registren.

De esta manera se observará el pH propio de cada sal cuando está aislada y la acción amortiguadora de unas sales con otras en el registro del pH.

Las sales cuyos pH vamos a investigar vienen en las proporciones teóricas que suministra Winkler y lo que se hará, será añadir unos ciertos porcentajes en exceso de cada una de las sales y ver la resistencia del pH a la acción acumulativa de estas sales.

Para 100 c.c. de H<sub>2</sub>O destilada (pH = 5.2)

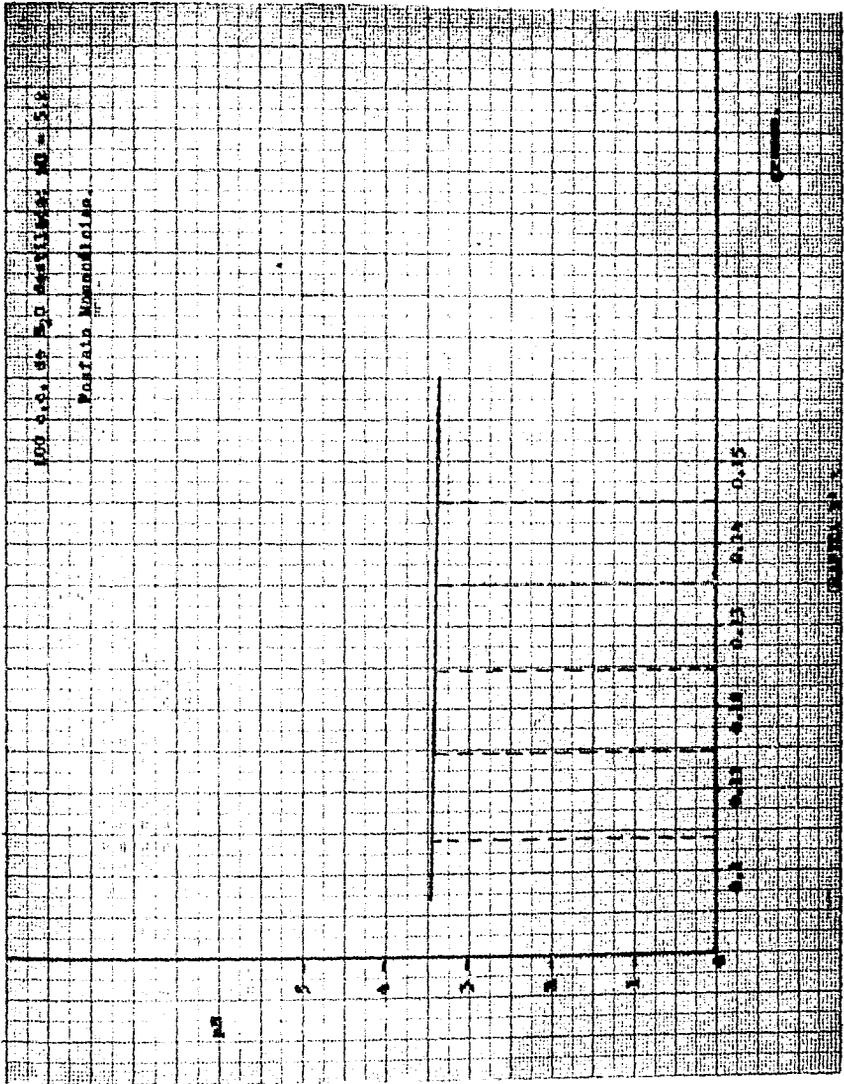
pH	Fosfato Monocálcico	gramos
3.45	" "	0.104
3.42	" "	0.1144
3.40	" "	0.1248
3.40	" "	0.1352
3.39	" "	0.1456

Para 100 c.c. de H<sub>2</sub>O destilada (pH = 5.2)

	Fosfato Dipotásico	
8.4	" "	0.0940
8.375	" "	0.1034

100 S.S. of P.D. Assisted, 40 - 512

Paralytic Meningitis.





8.39	"	"	0.1128
8.375	"	"	0.1232
8.395	"	"	0.1420
8.325	"	"	0.1702
8.40	"	"	0.23763

Para 100 c.c. de H<sub>2</sub>O, pH = 5.2

Difosfato Cálcico

6.8	(agitando, pH = 6.59)	"	"	0.0650
6.83	"	6.7	"	0.0715
6.85	"	6.675	"	0.0780
6.8	"	6.675	"	0.0845
6.8	"	6.61	"	0.0975
6.71	"	6.525	"	0.1170
6.7	"	6.6	"	0.2102

Para 100 c.c. de H<sub>2</sub>O, pH = 5.2

pH			gramos
6.7	Cloruro Sódico		0.106
6.7	"	"	0.2001
	Para 100 c.c. de H <sub>2</sub> O, pH = 5.2		
5	Citrato Magnésico		0.074
4.9	"	"	0.1377
	Para 100 c.c. de H <sub>2</sub> O, pH = 5.2		
7.75	Bicarbonato Sódico		0.204
7.875	"	"	0.334
	Para 100 c.c. de H <sub>2</sub> O, pH = 5.2		
5.45	Sulfato Potásico		0.017
5.6	"	"	0.04226
	Para 100 c.c. de H <sub>2</sub> O, pH = 5.2		
5.3	Cloruro Potásico		0.090
5.4	"	"	0.1415
5.6	"	"	0.04226

A continuación se agregan partes proporcionales de cada solución a una solución total, y conforme se vayan añadiendo más iones se irá rectificando el pH.

A un vaso se agregarán iguales volúmenes de cantidades diferentes y medidas (las cantidades son las teóricas que existen por cada 100 g. de leche).

De esta manera se verán los cambios de pH y la acción amortiguadora de cada una de estas sales con las demás, sin la intervención de los demás componentes de la leche.

Sol. A.—25 c.c. de una solución de  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$  (en estos 25 c.c. hay un equivalente de la sal de 0.026 g.) + 25 c.c. de una solución de  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  (en estos 25 c.c. existen 0.0235 g. de la sal).

pH de la sol. de $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ :	3.45
pH de la sol. de $\text{K}_2\text{HPO}_4$ :	8.4
pH DE LA SOLUCION A :	6.28

---

Sol. B.—Solución A + 25 c.c. de sol. de  $\text{CaHPO}_4$  (0.01625 g.)

pH de la sol. A:	6.28
pH de la sol. de $\text{CaHPO}_4$ :	6.8
pH DE LA SOLUCION B:	6.3

---

Sol. C.—Solución B + 25 c.c. de sol. de  $\text{NaCl}$  (0.0265 g.)

pH de la sol. B:	6.3
pH de la sol. de $\text{NaCl}$ :	6.7
pH DE LA SOLUCION C:	6.3

---

Sol. D.—Solución C + 25 c.c. de sol. de  $\text{Mg}_3(\text{C}_4\text{H}_5\text{O}_7)_2 \cdot 14\text{H}_2\text{O}$  (0.0185 g.)

pH de la sol. C:	6.3
pH de la sol. de $\text{Mg}_3(\text{C}_4\text{H}_5\text{O}_7)_2 \cdot 14\text{H}_2\text{O}$ :	5
pH DE LA SOLUCION D:	6.25

---

Sol. E.—Solución D + 25 c.c. de sol. de  $\text{NaHCO}_3$  (0.051 g.)

pH de la sol. D:	6.25
pH de la sol. de $\text{NaHCO}_3$ :	7.75
pH DE LA SOLUCION E:	6.9

---

Sol. F.—Solución E + 25 c.c. de sol. de  $\text{K}_2\text{SO}_4$  (0.00425 g.)

pH de la sol. E:	6.9
pH de la sol. de $\text{K}_2\text{SO}_4$ :	5.45
pH DE LA SOLUCION F:	6.85

---

Sol. G.—Solución F + 25 c.c. de sol. de  $\text{KCl}$  (0.0225 g.)

pH de la sol. F:	6.85
pH de la sol. de $\text{KCl}$ :	5.3
pH DE LA SOLUCION G:	6.55

---

pH DE LA SOLUCION TOTAL: 6.55

#### VARIACIONES DEL pH DE LA LECHE, POR ADICION ACUMULATIVA DE CANTIDADES EXTRA DE DISTINTAS SALES

Como se hizo anteriormente ahora se harán las mismas experiencias, pero ya en leche, Primero se disolverán diferentes sales minerales de las que entran en la composición de la misma, según Winkler, por separado en volúmenes iguales de leche, y a continuación se verá el efecto en el pH de la acción acumulativa de estas sales sobre la leche.

100 c.c. de leche; pH = 6.5

pH	Fosfato Monocálcico	gramos
6.44	" "	0.0112 (+10%)
6.41	" "	0.0336 (+30%)
6.38	" "	0.0560 (+50%)

100 c.c. de leche; pH = 6.5

	Difosfato Cálculo		
		0.0065	(+10%)
6.49	" "	0.0195	(+30%)
6.49	" "	0.0325	(+50%)
6.48	" "		

100 c.c. de leche; pH = 6.5

	Fosfato Dipotásico		
		0.0094	(+10%)
6.45	" "	0.0292	(+30%)
6.52	" "	0.0480	(+50%)
6.52	" "		

100 c.c. de leche; pH = 6.5

	Citrato Magnésico		
		0.0074	(+10%)
6.49	" "	0.0222	(+30%)
6.48	" "	0.0370	(+50%)
6.45	" "		

100 c.c. de leche; pH = 6.5

	Cloruro Sódico		
		0.0106	(+10%)
6.5	" "	0.0318	(+30%)
6.52	" "	0.0530	(+50%)
6.52	" "		

100 c.c. de leche; pH = 6.5

	Bicarbonato Sódico		
		0.0204	(+10%)
6.52	" "	0.0612	(+30%)
6.61	" "	0.1120	(+50%)
6.70	" "		

100 c.c. de leche; pH = 6.5

pH                      Cloruro Potásico                      gramos

100 g. of  $H_2O$  (distilled) at 25°C

Bifosfato Mónico

(aproximada)

0.06 0.07 0.08 0.09 0.10 0.11 0.12 0.13

gms.

0.01 0.02 0.03 0.04 0.05

100.0 g. Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> · 10H<sub>2</sub>O  
Porfinko Microalgaire.

A.

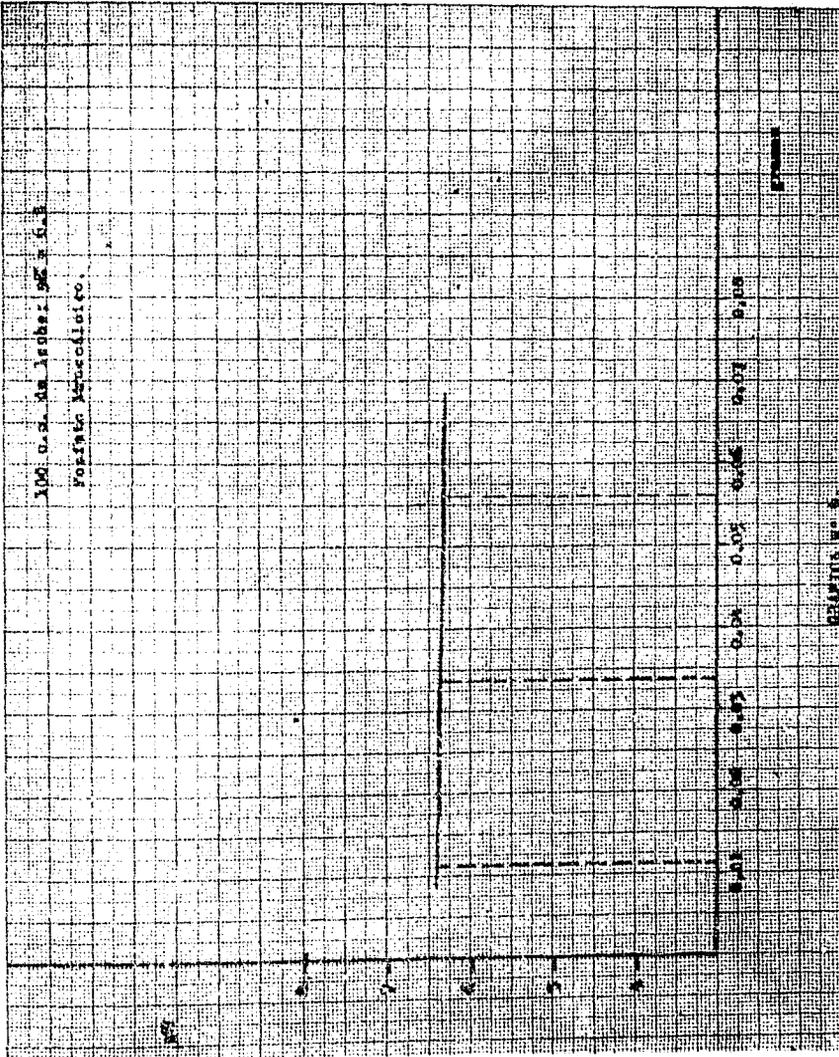
100

0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100

0.01 0.02 0.03 0.04 0.05 0.06 0.07 0.08

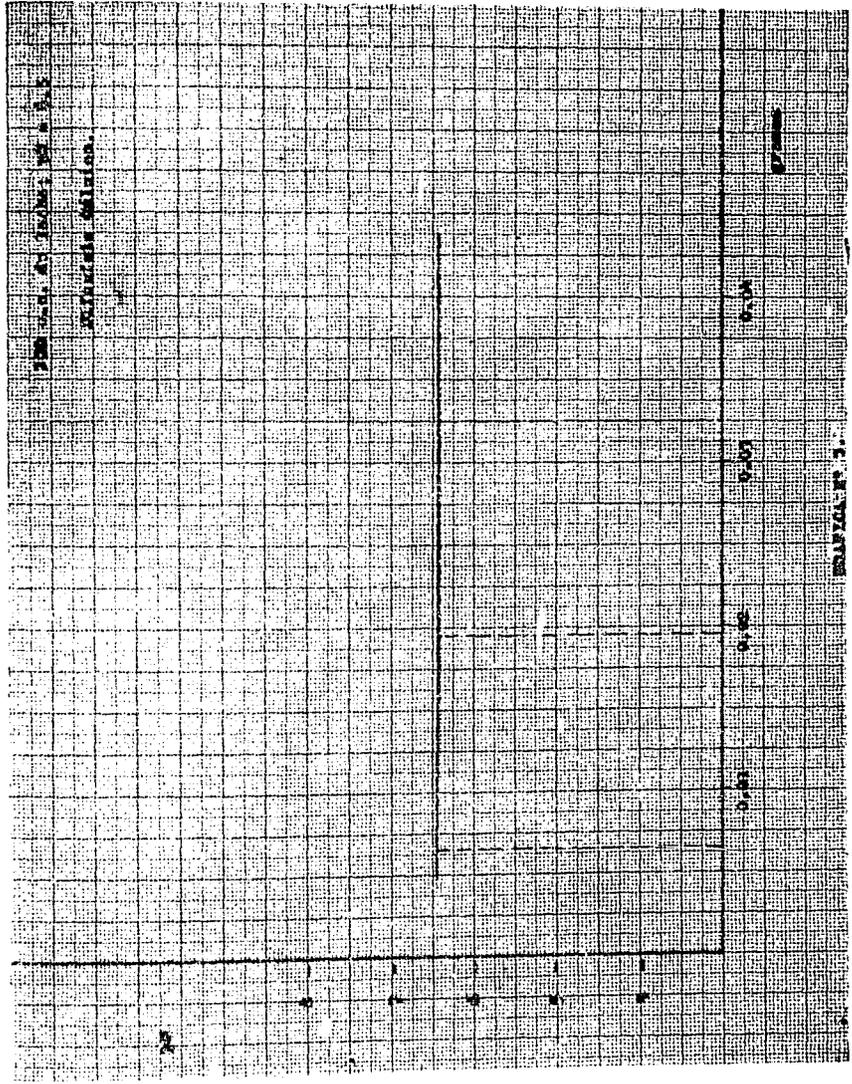
100

REAGENTS, W. G. S.

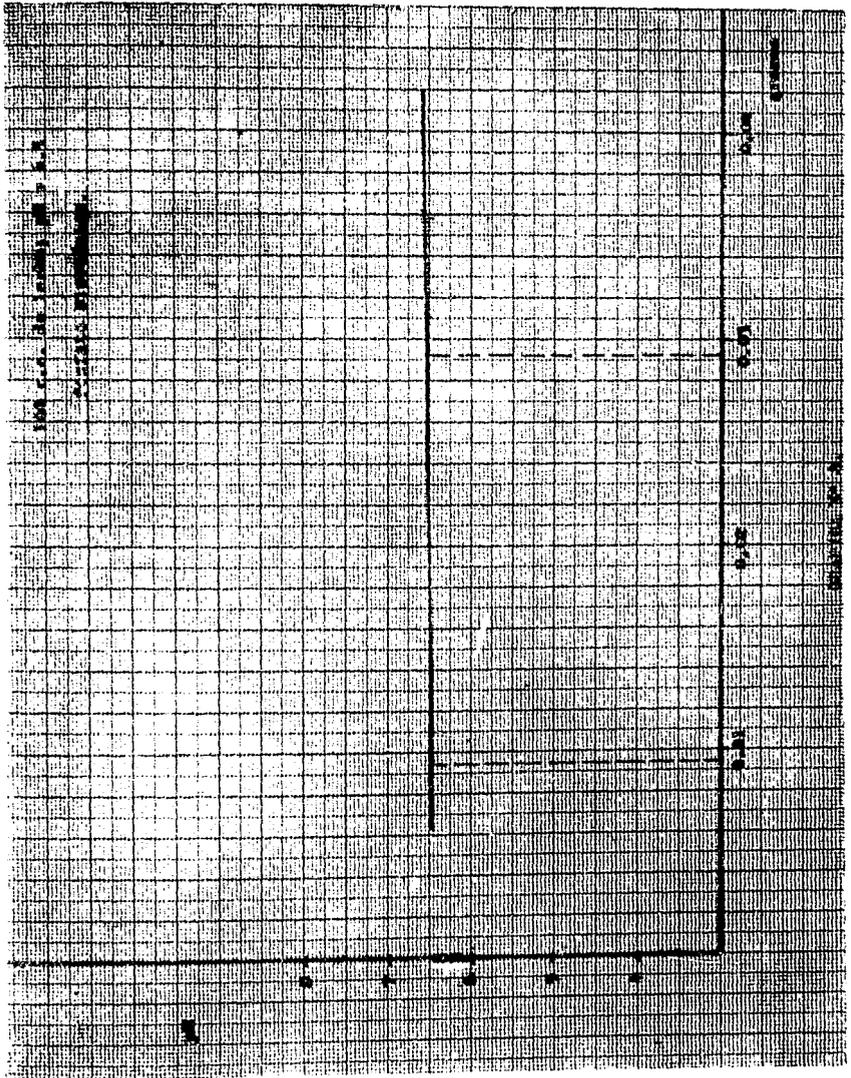


FOR THE A. T. T. CO. BY

ENGINEER



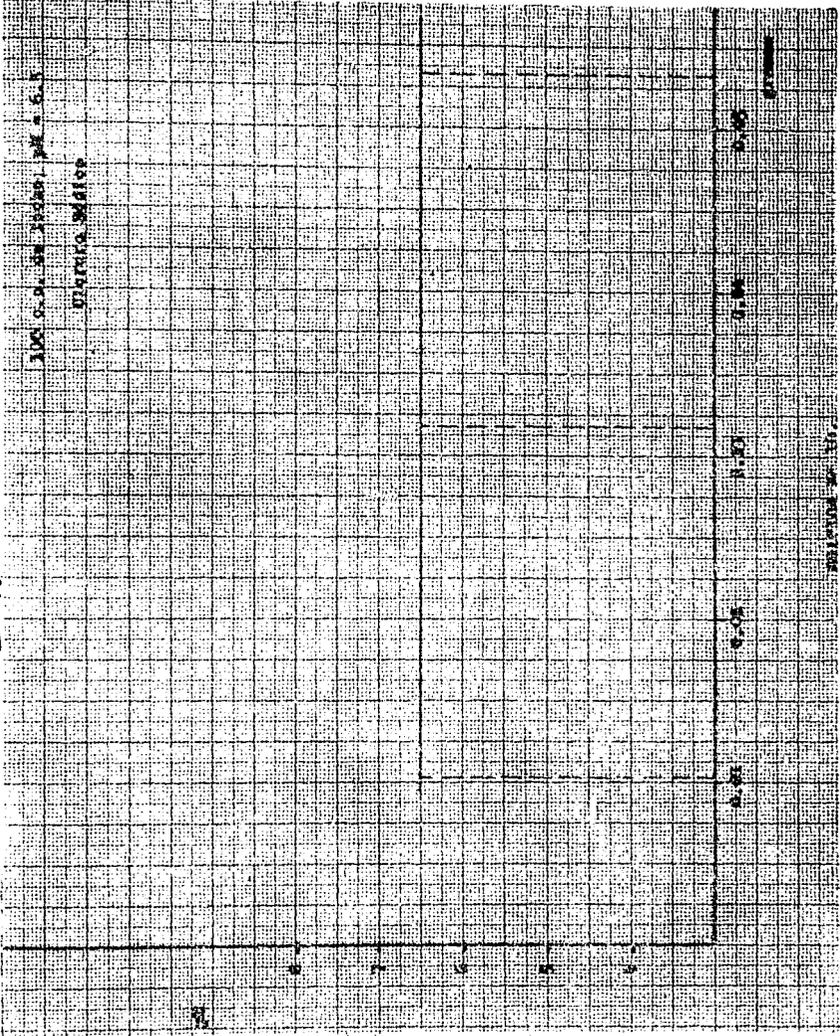
SCALE 1" = 1'





1000 S. D. de 1940, p. 1 - 5. 8

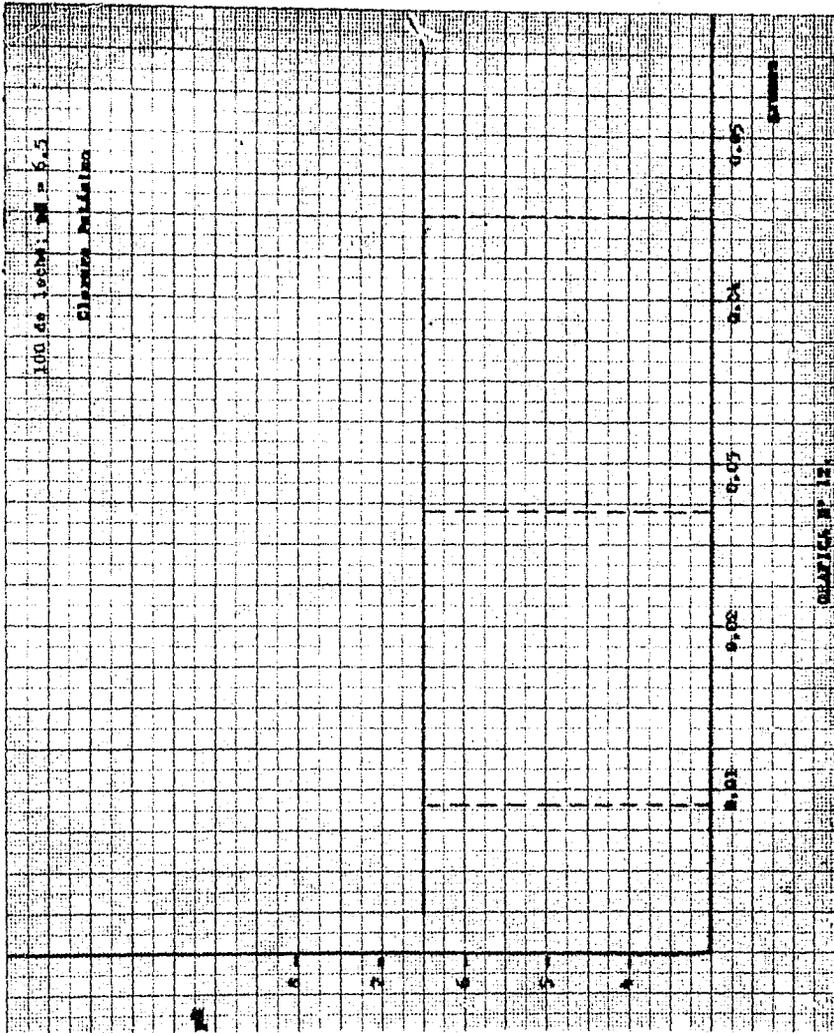
MARINA MILITAR





100 de tehn. nr = 6.5

Elemente de calcul



0.05 0.10 0.15 0.20 0.25 0.30 0.35 0.40 0.45 0.50 0.55 0.60 0.65 0.70 0.75 0.80 0.85 0.90 0.95 1.00

0.05

0.10

0.15

0.20

0.25

0.30

0.35

0.40

0.45

0.50

6.5	"	"	0.0090	(+10%)
6.5	"	"	0.0270	(+30%)
6.5	"	"	0.0450	(+50%)

100 c.c. de leche; pH = 6.5

	Sulfato Potásico			
6.49	"	"	0.0017	(+10%)
6.49	"	"	0.0051	(+30%)
6.51	"	"	0.0085	(+50%)

Acción sobre el pH de la leche por la adición acumulativa del 15% en exceso del contenido teórico de sales en 100 c.c. de leche

100 c.c. de leche; pH = 6.5

pH		grancs	
6.43	Fosfato Monocálcico	0.0168	(+15%)
6.41	Difosfato Cálcico	0.00975	(+15%)
6.42	Fosfato Dipotásico	0.0141	(+15%)
6.39	Citrato Magnésico	0.0111	(+15%)
6.41	Cloruro Sódico	0.0159	(+15%)
6.48	Bicarbonato Sódico	0.0306	(+15%)
6.49	Cloruro Potásico	0.0135	(+15%)
6.50	Sulfato Potásico	0.00255	(+15%)

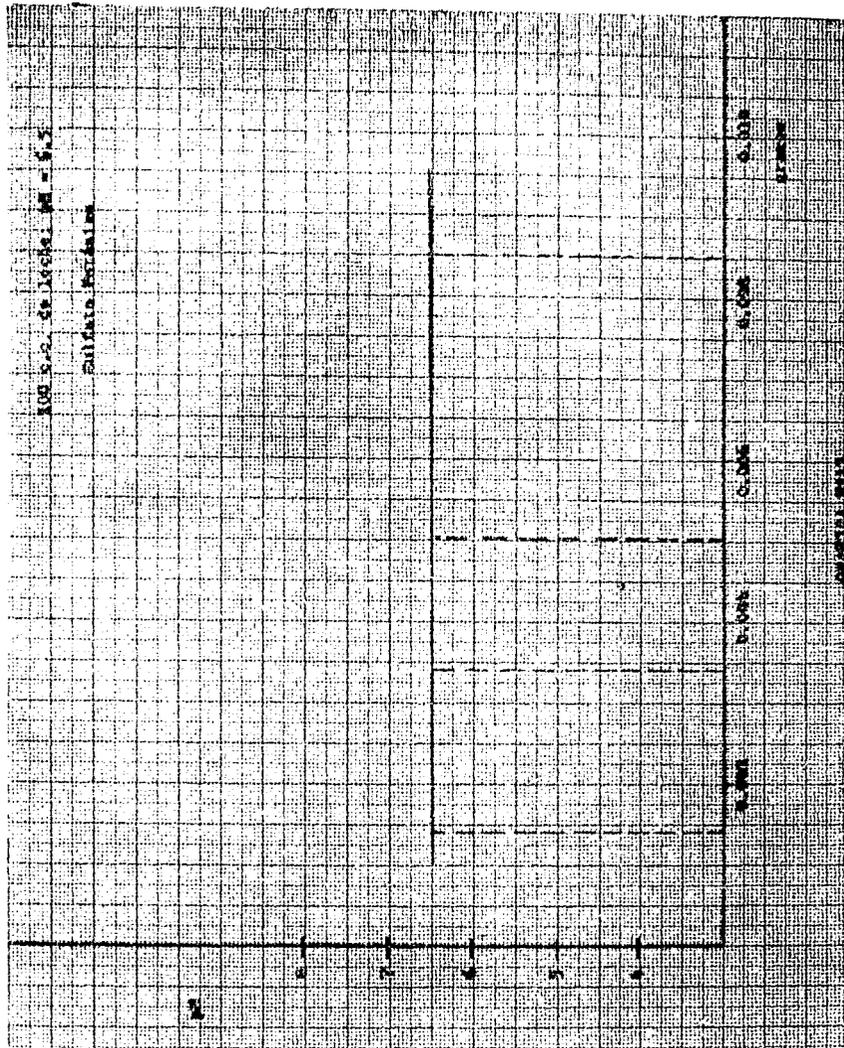
Como puede observarse, al empezar a añadir las sales, el pH bajó de 6.5, pero al terminar de añadir todas ellas, la acción amortiguadora de dichas sales hizo estabilizar la concentración de iones hidrógeno a su valor primitivo.

Según Winkler los porcentajes teóricos de sales minerales en la leche son los siguientes:

Fosfato Monocálcico .....	0.104
Difosfato Cálcico .....	0.065
Fosfato Dipotásico .....	0.094
Citrato Magnésico .....	0.074
Cloruro Sódico .....	0.106
Bicarbonato Sódico .....	0.204
Cloruro Potásico .....	0.090
Sulfato Potásico .....	0.017

100 5-2-56 Locke, W. - 5.5

Sulfate Perchlorate



## DISCUSION

En el presente estudio se ha hecho un análisis exhaustivo de las sales minerales y de algunos otros compuestos orgánicos, encontrándose valores más bajos que los teóricos que aparecen en la literatura científica.

Unicamente los iones sodio y potasio han dado resultados que están de acuerdo con los teóricos.

Es de suponer que los resultados bajos se deban a que la época en que se han hecho los análisis corresponde a la estación lluviosa en la ciudad de México, y debido a esto, la lluvia ha diluido el contenido de sales en el terreno en que crecen los pastos de los que se alimentan las vacas, y además el ganado al ingerir pasto con un contenido de humedad mayor, provoca una disminución en la cantidad de sólidos totales en la leche.

Con respecto a la determinación espectrofotométrica del fósforo, no se pudo llevar a cabo, pues la precipitación prematura del fosfomolibdato amónico enturbiaba la solución y los valores se alteraban constantemente.

Las variaciones del pH en las disoluciones tipo, en agua, de sales de la leche mostraron una regularidad bastante marcada, ya que estas sales actúan como buffers en la disolución y por lo tanto amortiguan las variaciones en las determinaciones del pH.

Las disoluciones de estas sales en un exceso del 10, 30 y 50 por ciento en 100 c.c. de leche, lograron alterar el pH de la misma a un

máximo de 6.7 y a un mínimo de 6.38, siendo el pH de la leche natural con que se trabajó de 6.5.

Cuando se agregaron todas estas sales, en un 15% teórico en exceso, a una misma muestra de 100 c.c. de leche, se obtuvo una variación mínima del pH.

Al final de todas estas adiciones, el pH de la leche volvió a ser el primitivo, después de haber pasado por toda la serie de cambios anotados en la parte experimental de este trabajo.

Se aprecia muy claramente que después de haber añadido todas las sales, exactamente en un 15% de exceso teórico, a la leche original, las acciones de todas estas sales entre sí, se amortiguan completamente por lo que respecta al pH. Separadamente estas sales acusan un pH diferente y muchas veces extremo, como sucede con los pH del fosfato monocálcico (3.4) y del fosfato dipotásico (8.4), observándose claramente que el pH final después de todas estas adiciones vuelve otra vez a ser 6.5 que es el primitivo de la leche en estudio.

El presente estudio se hizo con muestras de leche recién ordeñada provenientes de vacas de raza Holandesa.

## CONCLUSIONES

Las sales tienen un efecto amortiguador en el pH de la leche.

Un creciente contenido de sales en la leche determina un aumento en la capacidad buffer de la misma.

Un pequeño aumento de una de las sales de la leche produce en ésta una pequeña variación, casi despreciable, en los cambios del pH.

Las sales no tienen un índice cuantitativo permanente en la leche. Están sujetas, como ésta, a continuo cambio, el cual está en estrecha relación con su acidez.

El control del pH de la leche ayuda a seleccionar la calidad de la misma.

El pH de la leche es útil, en principio, para aceptar o rechazar, lctes de leches destinadas a su transformación en las plantas productoras de leche concentrada o en polvo.

## BIBLIOGRAFIA

- 1) Rosell-Dos Santos. Métodos Analíticos de Laboratorio Lactológico. Tomo 1. Ed. Labor. México, D. F. 1952.
- 2) Winton & Winton. Análisis de Alimentos. Ed. Hispano Americana. 2a. Ed. Buenos Aires. 1958.
- 3) Ling. 1937. J. Dairy Res. 8, 173.
- 4) American Public Health Association, Inc. Standard Methods for the Examination of Dairy Products. 10a. Ed. Nueva York. 1953.
- 5) Griffin R. Technical Methods of Analysis. 2a. Ed. McGraw-Hill Co. Nueva ork. 1955.
- 6) Röder G. Studien über die Säure-- und Salzverhältnisse in Milch und Molke. Verlag Hans Carl. Nürnberg. 1951.
- 7) Die Milchwissenschaft. 5./6 391-400. 1951.
- 8) Regina Vildziunaite. Moklas ir. Tech No. 1, 41-2 (1959). (Chem. Abs. 4, 1961).
- 9) Caulfield y Riddell, 1936. J. Dairy Sci., 19, 235.
- 10) Ewin. Instrumental Methods of Analyss. McGraw-Hill. Nueva York. 1954.
- 11) De Alba J. Alimentación del Ganado en la América Latina. La Prensa Médica Mexicana. México, D. F. 1958.
- 12) Hodgson. Manual de Lechería para la América Tropical. Secretaría de Agricultura. Washington D.C. E.U.A. 1959.
- 13) Willard & Merrit. Instrumental Methods of Analysis. 3a. Ed. D. Van Nostrand Co. Nueva York. 1958.
- 14) Eckles, Ccubs & Macy. Milk and Milk Products. 4a. Ed McGraw-Hill Co. Nueva York 1951.
- 15) Ullman. Enc. Quím. Ind. XI 131-135. Ed. G. Gili. Barcelona. 1933.

- 16) Aragón Leiva Leche y Productos Lácticos (Univ. de Wisconsin), México, D. F., 1945.
- 17) Ling E. A. Text Book of Dairy Chemistry. Vols. I y II 3a. Ed. Chapman & Hall Ltd. Londres. 1956.
- 18) Sat. Parkesh y Balwant Rai Puri (Punjab Univ., Hersshiarpur), Indian J. Dairy Sci. 13. 97-103. (1960).
- 19) Roadhouse C. The Market Milk Industry. 2a. Ed. McGraw-Hill Co. Nueva York, 1950.
- 20) V. Villavecchia. Química Aplicada II. G. Gili. Barcelona. 1935.
- 21) Vogel A. A Text-Book of Quantitative Inorganic Analysis. 2a. Ed. Longmans, Green & Co. Londres. 1955.
- 22) United States Dispensatory (Wood-Osol), 23a. Ed. J. B. Lippincott Co. 631, Philadelphia, 1943.