

Investigación del índice crioscópico de leches de Montevideo utilizando el crioscopio HORTVET

Ing. Agr. RICARDO CHRISTOPHERSEN

Trabajo realizado en el Laboratorio de la Cátedra de Industrias Agrícolas de la Facultad de Agronomía.

El objeto de este trabajo fué la investigación del punto de congelación para leches individuales y de mezcla, en Montevideo, con el crioscopio Hortvet. Además, a modo de apéndice, se exponen algunas observaciones sobre la modificación del índice crioscópico de leche con diferentes agregados de agua.

MATERIAL DE INVESTIGACION

Leche proveniente de dos vacas Holandesas.

Leche proveniente de dos vacas Durham.

Mezcla de toda la leche obtenida diariamente en el tambo de la Granja Modelo de Sayago.

Leche de mezcla con distintos agregados de agua.

(Las muestras fueron retiradas directamente del tambo, luego del ordeño de la mañana).

TRABAJO DE LABORATORIO

Picnométrica

Densidad a 15°C y

Quevenne

Índice Crioscópico Método Hortvet.

TECNICA CRIOSCOPICA

Se emplea la técnica Hortvet (estadounidense), aplicada al crioscopio del mismo nombre. El frío se produce mediante evaporación de éter etílico. El crioscopio Hortvet se utiliza para determinar el punto de congelación de la leche como también de otros líquidos, como ser: agua, bencina, ácido etanoico, tetracloruro de carbono, bromina, anilina, furfural, glicerina, tolueno, etc.

El aparato consta de un armazón de madera que contiene un cilindro de metal provisto de una rosca que permite separarlo en dos secciones. La parte superior, A, lleva un tubo metálico dirigido hacia abajo, H, destinado a llevar dentro de él, el tubo de ensayo, J, que contiene la muestra. (Ver figura).

Al tornillar la parte superior del cilindro en la segunda sección B, que es un depósito para el éter, construido como un termo, de interior vidriado, el tubo metálico H queda sumergido en ella.

La parte superior de la sección A del cilindro está terminada por un ancho tapón de corcho C, que lleva tres orificios, en los que se insertan respectivamente:

- a) Un tubito de metal en forma de T, cerrado en su extremo superior por un taponcito.
- b) Un tubo-sonda de vidrio F, para medir el volumen de éter contenido en el depósito B.
- c) Un tubo de metal, G, de extremo encorvado, que se comunica mediante un cañito de goma con el tubo desecador del aire aspirado, y que se prolonga hacia abajo, terminando por un aro metálico provisto de pequeños orificios G, por donde ese aire seco es impelido dentro de la masa líquida de éter.

Dentro del tubo metálico H se coloca un tubo de ensayo grande J, destinado a contener la muestra cuyo índice crioscópico se investiga. Este tubo se cierra por un grueso tapón de goma que es atravesado por:

- a) Un agitador de metal Y, para uniformizar la muestra durante la operación.

- b) Un termómetro llamado "control", M, graduado desde 30° a -30°C. con una división por cada grado.
- c) Un termómetro de precisión K, para la leche, de bulbo grande, con graduaciones cada centésima de grado, desde 1° hasta -2°C. (1).

Una lupa amplificadora L, permite observar exactamente el termómetro de precisión K y estimar la temperatura leída hasta milésimos de grado.

A un costado del cilindro A-B cuyas partes componentes ya se han descrito, se encuentra un tubo de vidrio D, que contiene una varilla N terminada en su parte inferior por una campana con orificios P, todo de vidrio. Este tubo tiene por objeto desecar el aire aspirado del exterior mediante H²SO⁴ concentrado que contiene, y conducirlo hasta su entrada en el cilindro por el tubo G, por la fuerza del vacío producido por una bomba.

Al costado opuesto del cilindro A-B está situado otro tubo de vidrio S, que se comunica con la bomba de vacío y sirve a la vez para la expulsión del éter ya evaporado.

Además existen otras piezas componentes del aparato:

Un embudito de vidrio Q para vertir el éter por el tubo en T al cargar el aparato.

Un pequeño mazo R, para golpear el termómetro.

Varios tapones y conexiones.

El material de trabajo para realizar las determinaciones crioscópicas, es el siguiente:

Aparato Hortvet.

Una bomba de vacío.

Eter etílico.

Un poco de alcohol etílico.

Un poco de hielo.

(1) El termómetro del aparato Hortvet fué contralorado con un termómetro patrón, que a ese objeto me cedió amablemente el Ing. Hill, catedrático de Física de la Facultad de Ingeniería.

FUNCIONAMIENTO DEL APARATO

Como operación previa, con el fin de economizar tiempo y éter, tanto este último como la leche deben ser enfriados lo más posible, según los medios que se dispongan, a temperaturas inferiores a 10°C. Trabajando con hielo, es fácil llevarlos en poco rato a 3 ó 4º y más rápido aún, si a este hielo machacado se le mezcla un poco de sal común, NaCl.

La operación se inicia cargando el cilindro A-B, perfectamente tornilladas sus dos secciones y verificada la ausencia de pérdidas en todas sus partes, con unos 400 c.c. de éter previamente enfriado a menos de 10º, que se vierte por medio del embudito de vidrio Q insertado en la porción vertical del tubo en T. El éter va llenando el depósito B. Luego se retira el embudito, tapándose la abertura del tubo T con un pequeño tapón de corcho o goma. Entonces se procede a conectar el aparato con la bomba de vacío por intermedio del conducto que comunica el tubo S con aquella.

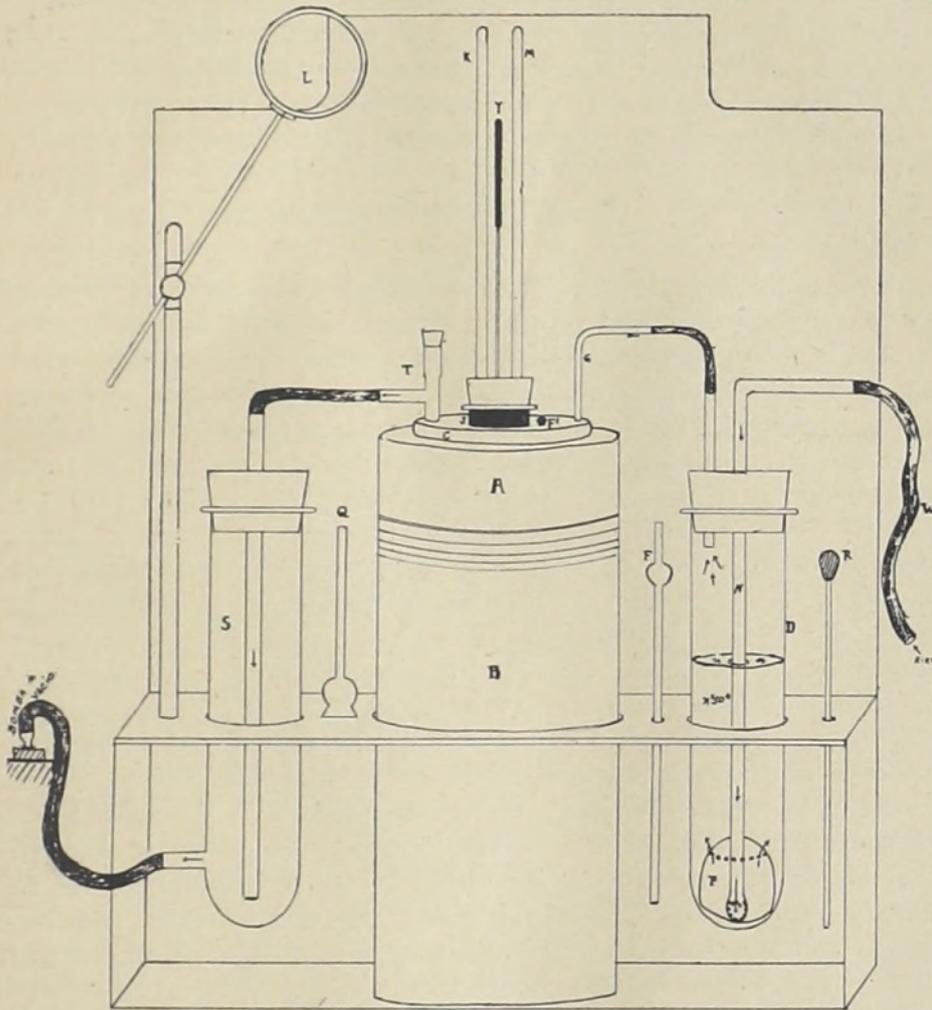
Se hace funcionar la bomba. Al producirse el vacío a través de todo el aparato, el aire es aspirado del exterior por un cañito de goma, penetrando en el desecador D: a causa de esto se produce un burbujeo más o menos intenso en el ácido sulfúrico contenido en el tubo. Este burbujeo debe ser moderado siendo necesario regular la fuerza de la bomba en este sentido.

El aire, ya seco, sale del tubo desecador D y penetra en el cilindro atravesando el tubo metálico G descendiendo hasta su parte inferior, repartiéndose en el aro G en que remata el tubo, saliendo por los orificios del aro dentro de la masa del éter, provocando la evaporación de este líquido.

Estas evaporaciones son las que producen el frío.

El éter evaporado junto en el aire se remontan hasta el tubo en T, escapándose por su porción horizontal hacia el tubo S, penetrando en él, atravesándolo, y de ahí son aspirados por la bomba y conducidos al exterior.

El éter dadas sus características, no es el medio más apropiado para estar en contacto con el tubo que contiene la muestra y enfriarla directamente; de ahí que se emplee como medio refrigerante para la muestra el alcohol etílico, que se vierte en el tubo metálico H en cantidad suficiente para rodear el tubo de ensayo J que contiene la leche, una vez insertado este último dentro de aquél. En resumen: el éter enfría al alcohol y el alcohol a la leche.



- | | | | |
|---|--|---|--------------------------------------|
| A | CILINDRO (1ª Parte) | K | TERMOMETRO DE PRECISION (+1° a -2°) |
| B | " (2ª -) | L | LUPA |
| C | TAPON & CORONA | M | TERMOMETRO CONTROL (+30° a -30°) |
| D | TUBO SECADOR DEL AIRE HUMIDADO | N | TUBO QUE CONDUCE EL AIRE A LA ESCALA |
| F | TUBO-BOYAS | P | CAMARA DE CRISTAL |
| F | Obturador del Orotico para el Tubo J | Q | EMBUDO |
| H | Tubo METALICO que CONDUCE el AIRE aspirado hasta el FONDO del CILINDRO A | R | MAZO & GOMA |
| J | TUBO de EXPANSION (PARTE SUPERIOR RECUBIERTO de CAUCHO) | S | TUBO de EXPULSION de GASES |
| | | T | TUBO METALICO en FORMA de T |
| | | Y | AGITADOR & METAL |

CRISCOPIO HORTVET.

Ricardo Christophersen
1933

Una vez vertida la cantidad necesaria de alcohol en el tubo metálico H y puesta en funcionamiento la bomba de vacío, se coloca en el tubo el tapón que lleva los termómetros. En este caso, como solamente se observa la temperatura del baño alcohólico, basta colocarlo con el termómetro control M, pero para ahorrar tiempo y para más comodidad, no hay inconveniente alguno en usar el tapón con todo el material que lo acompaña (los dos termómetros y el agitador) observando únicamente en el control.

Las evaporaciones de éter se continúan hasta que el termómetro control registre una temperatura del alcohol de unos -3°C . aproximadamente. Se cierra la bomba de vacío. Entonces se vierte en el tubo de ensayo J la cantidad de leche previamente enfriada a menos de 10° , según se indicó, necesaria para cubrir el bulbo del termómetro de precisión (unos 35 a 40 c.c.). Se coloca el tubo de ensayo con la leche en el tubo metálico H, de manera que el alcohol frío de este último rodeará al primero. Se tapa el tubo de ensayo con el tapón de los termómetros y del agitador, éstos previamente bien limpios de cualquier vestigio de alcohol y enjuagados varias veces con leche de la muestra. Hay que tener la precaución de observar que el tubo de ensayo J esté perfectamente limpio y seco antes de vertir en él la leche, o sino, enjuagado con la muestra, dado que el agua hace variar el índice. Se empieza a mover el agitador Y con regularidad dentro de la masa de leche (más o menos un golpe cada 2 ó 3 segundos). La temperatura comienza a bajar. Entonces pueden producirse tres casos: Muy amenudo se produce la sobrecongelación de la leche, es decir, que al llegar a su punto de congelación, ésta no sufre este fenómeno sino que continúa bajando la temperatura y queda físicamente intacta. Como el aparato es cerrado, esto se comprueba por el termómetro de precisión K. Si la columna mercurial desciende con relativa rapidez, atraviesa por el probable punto de congelación de la leche ($-0^{\circ}5/-0^{\circ}55$) y continúa aún descendiendo, es prueba de que la muestra de leche se ha sobrecongelado. En este caso, se deja bajar la temperatura hasta que llegue $1^{\circ}2$ más abajo del probable punto de congelación, es decir, hasta la graduación $-1^{\circ}7/1^{\circ}8$ C. aproximadamente. Entonces se levanta un poco el tapón y se deja caer dentro de la masa de leche sobrecongelada un trocito de hielo bien limpio como "freezing starter" (iniciador de la congelación). De inmediato se observará que la columna mercurial del termómetro de precisión K, se remonta rápidamente. Mientras esto sucede, hay que agitar lentamente la masa de leche 3 ó 4 veces con el agitador Y para uniformizarla hasta que la columna alcance su punto más alto

y se detenga. Una vez estabilizada ésta se procede a leer exactamente la temperatura marcada, ayudándose con la lupa L para estimar hasta el milésimo de grado. Conviene entonces golpear suavemente la punta del termómetro de precisión con el macito de goma R, con el fin de ajustar la columna mercurial, si es necesario. Se lee nuevamente la temperatura indicada, según se expuso.

A veces, esta última operación hace variar mucho el estado de la columna mercurial; de ahí que sea recomendable anotar la temperatura efectuada antes de golpear el termómetro, pues en caso que esta operación haga modificar sensiblemente la temperatura, siempre será más exacta la primera registrada.

El objeto de esta práctica es de corrección o ajuste de la columna, que normalmente es escaso y a veces nulo. En caso de duda, conviene repetir la prueba crioscópica totalmente.

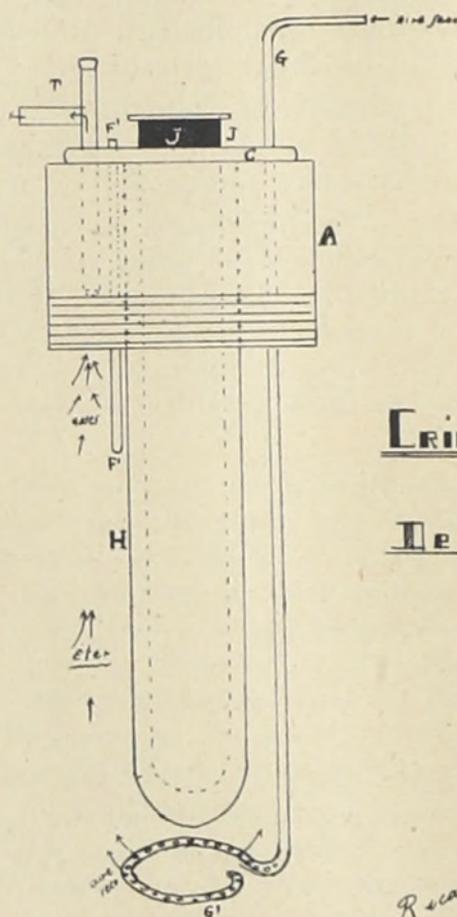
En otros casos, no se produce la sobrecongelación de la leche, y entonces la columna mercurial se detiene en el punto de congelación de la muestra, el que se rectifica como en el caso anterior, golpeando cuidadosamente con el macito de goma R, hasta que la columna quede estabilizada por unos 2 minutos. Conviene efectuar las lecturas antes y después de la rectificación, por las razones expuestas recientemente.

Puede presentarse también un último caso, que la leche se sobrecongele parcialmente, es decir, que pase de largo por su probable punto de congelación pero antes de alcanzar la temperatura de $-1^{\circ}7$, sufra la solidificación, saltando entonces la columna mercurial por sí sola, elevándose hasta estabilizarse en el punto de congelación de la muestra, como en el primer caso descrito. Se rectifica y se toman las mismas precauciones que en los otros. Únicamente cuando se produce el fenómeno de la sobrecongelación total, se requiere el empleo de "freezing starter".

Para llevar a cabo la prueba crioscópica más rápidamente, una vez colocado el tubo de ensayo con la muestra de leche dentro del baño de alcohol frío y cerrado ya por el tapón que lleva los termómetros y agitador, puede procederse a abrir la bomba de vacío para provocar nuevas evaporaciones de éter y obtener un descenso de temperatura más veloz aunque si fuese posible hacer bajar la temperatura de la leche sin recurrir a esta ayuda, es mucho más deseable, dado el ahorro de éter.

El nivel del éter contenido en el cilindro-termo puede estimarse por el tubo sonda de vidrio F, contenido en el tapón de

corcho C, procediéndose de este modo: se introduce el tubo sonda en el cilindro por el orificio hasta el ensanche de su cuello. Se obtura la boca del tubo con el índice y se retira así del depósito. Conviene realizar esto luego de haber producido éi enfriamiento del alcohol a -3° . Si el aparato no necesita más cantidad de éter, si no ha sufrido pérdidas o cualquier otra causa anormal, es suficiente agregar de 15 a 20 c.c. para cada una de las siguientes determinaciones.



CRIOSCOPIO HORTVET

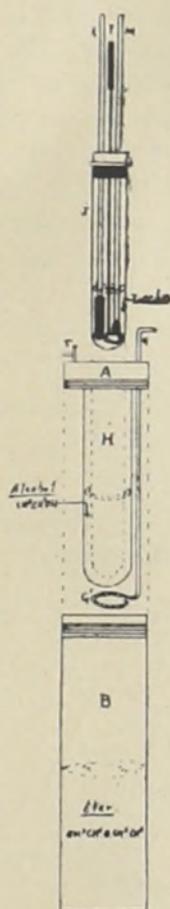
Detalle del Cilindro

Parte Superior

Ricardo Chacabarro

A veces, por más precauciones que se tengan, puede haber entrado humedad en el cilindro, o el aire que proviene del exterior puede no haberse desecado bien. Entonces es probable que se produzca la solidificación de esta agua en forma de nieve, que obtura los poros del anillo terminal G, del tubo metálico G, impidiendo la llegada de nuevas corrientes de aire que hagan

evaporar al éter, y por lo tanto, deteniendo el descenso de temperatura, lo que se comprueba por la insignificante o nula movilidad de la columna mercurial del termómetro de precisión. En este caso hay que destornillar el cilindro y con un paño limpio y bien seco, tratar de retirar esta nieve y secar bien el anillo metálico.



CRIOSCOPIO HORTVET
Partes Componentes.

Ricardo Christie phrasca

VENTAJAS DEL METODO HORTVET. — Consideraciones

El método Hortvet es económico, rápido y exacto.

Su gasto, depende de los casos, ha sido para 4 determinaciones consecutivas de unos 100 a 150 c.c. de éter.

Se emplean más o menos 10 minutos para enfriar el alcohol a -3°C . y unos 5 minutos para que se produzca la congelación de la leche.

Estos tiempos varían naturalmente con el grado de enfriamiento previo del éter y de la leche.

El valor del diagnóstico aplicado a muestras de mercado, ha sido ampliamente demostrado por laboratorios de Australia, América, Europa e Indostán.

El aparato Hortvet no solamente se emplea para determinaciones de puntos de congelación, sino también para pruebas de soluciones alcohólicas, aceites, soluciones azucaradas, sangre, extractos de suelos y para trabajos de pesos moleculares. Según los casos, se emplean termómetros especiales. El medio congelante también varía con las sustancias a ensayar. En el caso de la leche o materias de puntos de congelación aproximado al de ésta, se emplea el etanal (éter etílico). Para muy bajas temperaturas, debe usarse aire líquido. En este último caso, el depósito que se destinaba al éter, lleva entonces un líquido cuyo punto de congelación es inferior al de éste, como ser por ejemplo, etanol (alcohol etílico) no requiriéndose entonces el establecimiento de una corriente de aire como cuando se usa éter, dado que es necesaria para producir frío mediante su evaporación.

El tubo de la botella de aire líquido está conectado con el tubo G que conduce al depósito que contiene el alcohol u otro líquido cuyo punto de congelación bajo, B.

El enfriamiento está controlado por un dispositivo especial, que tiene por objeto hacer saltar la conexión de la botella de aire líquido cuando sea necesario.

TRABAJO DE LABORATORIO

Densidad a 15° C.

Método Picnométrico o Método Quevenne.

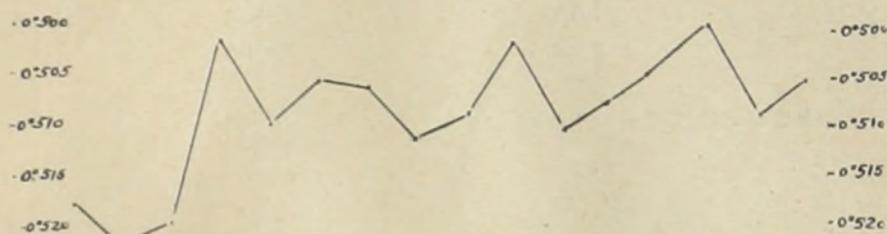
Índice Crioscópico

Método Hortvet.

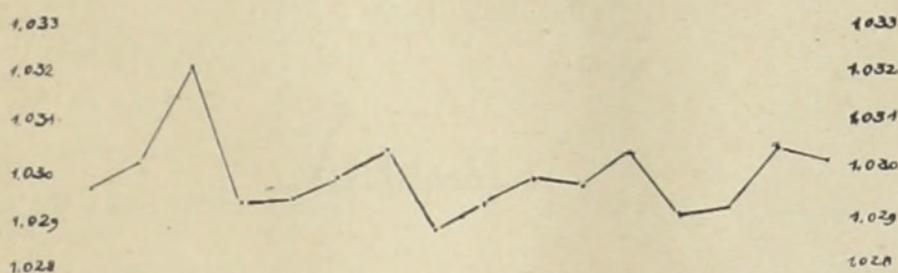
NOTA — Para cada una de las muestras de leche a investigar, se efectuaron de 2 a 4 determinaciones, para mayor exactitud del índice obtenido.

Holandesa

Temperaturas de Congelación



Densidades a 15°C



a) Con leche proveniente de vacas **Holandesas**

(Muestras individuales)

Densidad a 15°C	Indice Crioscópico
1,0297	-0°517
1,0302	-0°521
1,0321	-0°519
1,0294	-0°501
1,0295	-0°509
1,0299	-0°505
1,0305	-0°506
1,0289	-0°511
1,0294	-0°508
1,0299	-0°502

Densidad a 15°C	Indice Crioscópico
1,0298	-0°510
1,0304	-0°507
1,0292	-0°503
1,0293	-0°499
1,0306	-0°508
1,0303	-0°505
PROMEDIOS: 1,02994	-0°5082

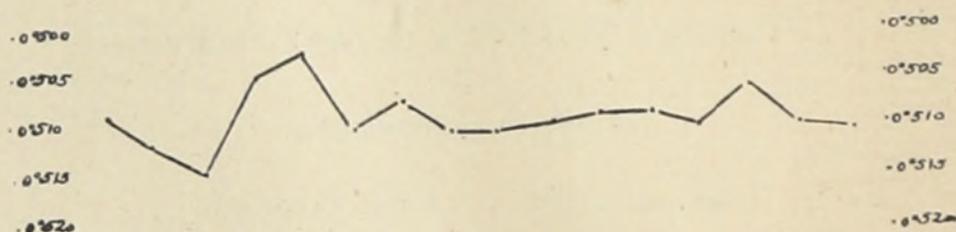
Según se observa en el cuadro, los máximos y mínimos de densidades y temperaturas de congelación respectivamente han sido:

Máximos: 1,0321 y -0°499

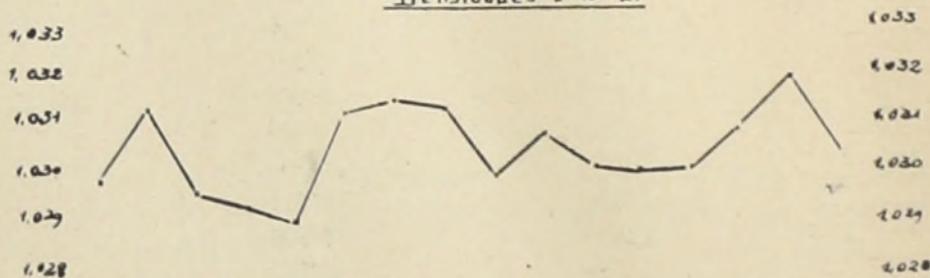
Mínimos: 1,0289 y -0°521

Durham

Temperaturas de Congelación



Densidades a 15° C.



b) Con leche proveniente de vacas **Durham**

(Muestras individuales)

Densidad a 15°C	Indice Crioscópico
1,0299	-0°508
1,0314	-0°511
1,0296	-0°514
1,0294	-0°504
1,0291	-0°502
1,0313	-0°510
1,0315	-0°507
1,0314	-0°510
1,030.	-0°510
1,0308	-0°509
1,0301	-0°508
1,030.	-0°508
1,0301	-0°509
1,0308	-0°506
1,0318	-0°509
1,0303	-0°510
<hr/>	
PROMEDIOS: 1,03047	-0°5084
Máximums: Densidad 1,0318	Temperatura: -0°502
Mínimums: " 1,0291	" -0°514

c) Con leche proveniente de la mezcla de todo el tambo

Densidad a 15°C	Indice Crioscópico
1,0282	-0°511
1,029.	-0°506
1,0301	-0°508
1,0302	-0°511
1,0294	-0°516
1,0294	-0°520
1,0301	-0°505

PROMEDIO GENERAL

Densidad a 15°C.	Indice crioscópico
1,03006	-0°5087

Indice crioscópico (temperaturas de congelación)

Máximums, mínimos y promedios

Indice Crioscópico (temps. cong.)	Holandesa	Durham	Mezcla
Máximos	-0°499	-0°502	-0°504
Promedios	-0°508	-0°508	-0°510
Mínimos	-0°521	-0°514	-0°520

Densidad a 15°

Máximums, mínimos y promedios

	Holandesa	Durham	Mezcla
Máximos	1,0321	1,0318	1,0312
Promedios	1,0299	1,0305	1,0298
Mínimos	1,0289	1,0291	1,0282

Variaciones frente al promedio y amplitud de las mismas

Indice Crioscópico (temps. cong.)	Holandesa	Durham	Mezcla
Máximo	+0°009	+0°006	+0°006
Mínimo	-0°013	-0°006	-0°010
Amplitud de Variac.	0°022	0°012	0°016

Variación extrema: 0°022 (Máx. y Mín. extremos, en Holandesa ambos)

Densidad a 15°C.	Holandesa	Durham	Mezcla
Máximo	+0,0022	+0,0013	+0,0014
Mínimo	-0,0010	-0,0014	-0,0016
Amplitud de Variac.	0,0032	0,0027	0,0030

Var. extr.: 0,0039 (Máx. extremo en Holandesa y mín. extremo en Mezcla)

CONSIDERACIONES

El método Hortvet determina el índice crioscópico independientemente del contenido en grasa de la leche, lo que representa una indiscutible ventaja, desde que este elemento es uno de los más variables y sensibles en su composición. En experiencias realizadas en Norte América se han obtenido infinidad de datos que lo demuestran. Por ejemplo:

Grasa	Índice Crioscópico
4,10 %	-0°547
3,15 "	-0°543
2,95 "	-0°548
0,85 "	-0°543

Para determinar el aguado de una leche, la prueba de la densidad, tan corrientemente empleada, tiene poco valor si no es acompañada con un análisis de grasa, puesto que un aumento del porcentaje de este elemento, rebaja la densidad, dando lugar a presunciones equívocas. Es en casos sospechosos cuando más conviene aplicar el método Hortvet. De ahí que en este trabajo, además de los puntos de congelación de las muestras, se realizaron pruebas de densidad de las mismas, con el fin de observar si existía alguna correlación en la marcha respectiva de ambos factores en sus variaciones. Según se desprende de la observación de los datos expuestos, ésta no se ha producido, salvo casos de coincidencia.

A temperaturas de congelación y densidades inferiores, no se han opuesto respectivamente densidades y temperaturas de congelación superiores. Por ejemplo:

Temp. de Congel.	Dens. a 15°C.	Temp. de Congel.	Dens. a 15°C.
-0°521	1,0302	-0°499	1,0293
-0°520	1,0294	-0°501	1,0294
-0°519	1,0321	-0°502	1,0299
-0°517	1,0297	-0°503	1,0292
-0°516	1,0294	-0°504	1,0294

Dens. a 15°C.	Temp. de Congel.	Dens. a 15°C.	Temp. de Congel.
1,0321	-0°519	1,0282	-0°511
1,0318	-0°509	1,0289	-0°511
1,0315	-0°507	1,029.	-0°506
1,0314	-0°510	1,0291	-0°502
1,0313	-0°510	1,0292	(-0°514
			(-0°503

Únicamente en el caso de temperatura de congelación $-0^{\circ}519$ y densidad a 15° de $1,032^1$ ha existido una franca coincidencia de ambos factores. (Ver gráficos).

El índice crioscópico varía con las sales minerales, pero hay que considerar que éste es el elemento más estable de la composición la leche.

Un agregado de **sales** o **azúcar**, disminuye la temperatura de congelación, alejándola de 0° . Por lo tanto sería factible el fraude por agregado de agua, previa adición de alguno de estos elementos, mientras el sabor no acusase alteración sensible. Es de interés remarcar que el contenido salino del agua corriente (normal), carece de influencia.

La **estación** parece no tener importancia en el valor del índice crioscópico. El Dr. Schroeder ha encontrado una variación extrema de 2 centésimas de grado entre los promedios para las cuatro estaciones del año.

La **acidez**, en cambio, rebaja sensiblemente la temperatura de congelación. De ahí que se deba siempre trabajar con muestras de leche fresca.

Experiencias del Dr. Tochter han demostrado esto, según puede observarse en los siguientes datos:

	Leche recién ord.	6 horas	10 horas	22 horas
Índice Crioscópico:	$-0^{\circ}530$	$-0^{\circ}543$	$-0^{\circ}610$	$-0^{\circ}710$

Otros investigadores han obtenido estos resultados, de variaciones menos bruscas.

	51 horas	105 horas	120 horas
Índice Crioscópico:	$-0^{\circ}541$	$-0^{\circ}692$	$-0^{\circ}765$
(promedios)			

La **mala alimentación** de las vacas parece influir, aumentando la temperatura de congelación, es decir, acercándola más hacia 0° , aunque esto no está aún completamente demostrado.

En cuanto al efecto producido por la **temperatura** a que haya sido sometida la leche sobre su punto de congelación, puede decirse que la práctica de la **pasteurización** parece no actuar sobre éste, al menos sensiblemente. En cambio se ha observado que leches que habían soportado 3 minutos de **hervor**, variaron su índice de $-0^{\circ}527$, que era el promedio obtenido con leche recién

ordeñada, a $-0^{\circ}556$, promedio para esas muestras de leche luego de haber sido sometidas al hervor indicado, (diferencia de $-0^{\circ}029$).

En general puede decirse que el índice crioscópico no sufre alteraciones apreciables en muestras de leche fresca, ya sean de **composición normal** o **anormal**, si no han sido modificadas o manipuladas en absoluto.

DATOS COMPARATIVOS

A continuación se exponen los valores hallados por los investigadores Hortvet, Bordas & Genin, Monier Williams, Raoult y Dr. Schroeder, comparándolos con los obtenidos en este estudio. Algunos han trabajado con muestras de leches individuales y otros con muestras de mezcla.

Hay que hacer notar que en la mayoría de los casos se usaron otros crioscopios y no el Hortvet.

Investigadores	Índice Crioscópico	Amplitud de		Promedios	Muestras
		Variación			
Bordas & Genin ..	de $-0^{\circ}512$ a $-0^{\circ}529$	$0^{\circ}012$			Individ.
Monier Williams ..	" $-0^{\circ}519$ " $-0^{\circ}558$	$0^{\circ}039$		$-0^{\circ}536$	Individ.
Raoult	" $-0^{\circ}514$ " $-0^{\circ}537$	$0^{\circ}023$		$-0^{\circ}526$	Mezcla
Schroeder	" $-0^{\circ}535$ " $-0^{\circ}560$	$0^{\circ}025$		$-0^{\circ}547$	
Hortvet	" $-0^{\circ}534$ " $-0^{\circ}562$	$0^{\circ}028$			Ambas
En este estudio ...	" $-0^{\circ}499$ " $-0^{\circ}521$	$0^{\circ}022$)		$-0^{\circ}510$	(Mezcla
" " " ...	" $-0^{\circ}504$ " $-0^{\circ}520$	$0^{\circ}016$)			(Individ.

CRIOSCOPIA DE LECHE CON DISTINTAS PROPORCIONES DE AGUA AGREGADA

A modo de apéndice se presentan estos pocos datos como contribución al conocimiento del punto de congelación de muestras de leche proveniente de la mezcla de todo el tambo, análogas a las que se determinó su índice crioscópico anteriormente, pero que se le han agregado diferentes proporciones de agua: 10, 20, 30, 40 y 50 %.

MATERIAL DE INVESTIGACION

Leche proveniente del conjunto de vacas del tambo de la Granja Modelo. Agua natural.

Nota: Se ha empleado agua corriente, pues la adulteración de la leche, se llevaría a cabo con este agua y no con destilada.

TECNICA SEGUIDA Y TRABAJO DE LABORATORIO.

Las determinaciones se realizaron con el aparato y técnica Hortvet.

Para obtener cada dato se han hecho de 2 a 4 pruebas.

DATOS OBTENIDOS

Indices Croscópicos

Proporciones de agua agregada

	10 %	20 %	30 %	40 %	50 %
	-0°456	-0°407	-0°366	-0°333	-0°294
	-0°441	-0°393	-0°362	-0°328	-0°286
	-0°443	-0°382	-0°357	-0°330	-0°290
	-0°446	-0°386	-0°361	-0°331	-0°291
Promedios	-0°447	-0°392	-0°362	-0°331	-0°290

Leche pura (Prom.) -0°51

Diferencias que acusan estas temperaturas de congelación, con el promedio, Para leche pura: -0°51 C. (En porcentajes)

Agregados de agua

	10 %	20 %	30 %	40 %	50 %
	+ 10,6 %	+ 20,2 %	+ 28,2 %	+ 34,7 %	+ 42,4 %
	+ 13,5 %	+ 22,9 %	+ 29,0 %	+ 35,7 %	+ 43,9 %
	+ 13,1 %	+ 25,1 %	+ 30,0 %	+ 35,3 %	+ 43,1 %
	+ 12,5 %	+ 24,3 %	+ 29,2 %	+ 35,1 %	+ 42,9 %
Promedios	+ 12,4 %	+ 23,1 %	+ 29,1 %	+ 35,2 %	+ 43,1 %

Diferencias que acusan estas temperaturas de congelación, con el promedio, para leche pura: -0°51 C. (En temperaturas) (Prom.)

Agua Agregada

	10 %	20 %	30 %	40 %	50 %
Difs. de Temp.	+ 0°063	+ 0°118	+ 0°148	+ 0°179	+ 0°220
% Correspond.	+ 12,4 %	+ 23,1 %	+ 29,1 %	+ 35,2 %	+ 43,1 %

Variaciones de las temperaturas de congelación entre sí, de leches con distintos agregados de agua. (Promedios)

Leche pura	10 %	20 %	30 %	40 %	50 %
-0°510	-0°447	-0°392	-0°362	-0°331	-0°290
Dif. en temp.	+ 0°063	+ 0°055	+ 0°030	+ 0°031	+ 0°041
Dif. en %	+ 10,6 %	+ 10,7 %	+ 6 %	+ 6,1 %	+ 7,9 %

DATOS COMPARATIVOS

En este cuadro se cotejan los datos promedio obtenidos hace varios años en Montevideo, los de Giesser y de Parmentier, con los resultados de este estudio.

Los agregados de agua con que trabajó Parmentier, abarcan solamente hasta el 30 %.

	10 %	20 %	30 %	40 %	50 %
Montevideo	-0°490	-0°440	-0°370	-0°310	-0°240
Giesser	-0°480	-0°430	-0°370	-0°320	-0°250
Parmentier	-0°490	-0°440	-0°380	—	—
En este estudio	-0°447	-0°392	-0°362	-0°331	-0°290

Diferencias de estos datos entre sí

	10 %	20 %	30 %	40 %	50 %	Promedio c/10 % agua
Montevideo	+ 0°050	+ 0°070	+ 0°060	+ 0°070	+ 0°065	
Giesser	+ 0,050	+ 0,060	+ 0,050	+ 0,070	+ 0,056	
Parmentier	+ 0,050	+ 0,060	—	—	—	
En este estudio	+ 0,055	+ 0,030	+ 0,031	+ 0,041	+ 0,039	

Diferencias entre estos datos y los del primer agregado de agua: 10 %

	10 %	20 %	30 %	40 %	50 %
Montevideo	+ 0°050	+ 0°120	+ 0°180	+ 0°250	
Giesser	+ 0,050	+ 0,110	+ 0,160	+ 0,230	
Parmentier	+ 0,050	+ 0,110	—	—	
En este estudio	+ 0,055	+ 0,085	+ 0,116	+ 0,157	