

## Resultados obtenidos con el empleo del hielo seco en el transporte de leche

Ing. Agr. PEDRO MENENDEZ LEES  
Profesor de Industrias Agrícolas

Ing. Agr. GUALBERTO BERGERET  
Ayudante de la Cátedra de Industrias Agrícolas

Nos ha decidido a realizar este ensayo de utilización del hielo seco (hielo carbónico, Dry-ice) en el transporte de la leche, el deseo de comprobar su aplicabilidad a fin de constatar si podrían existir ventajas en su empleo.

La posibilidad, por otra parte, de que el Ente Industrial del Estado decida la utilización integral del anhídrido carbónico a producirse en sus destilerías, actualiza el ensayo.

En la producción de leche higiénica el transporte realizado en forma adecuada significa el complemento lógico de la buena organización y trabajo en el tambo.

En nuestro medio, en la hora actual, se constatan deficiencias sensibles en el transporte de la leche, algunas de ellas fácilmente corregibles por parte del productor.

Nunca se insistirá bastante, en efecto, sobre la necesidad de evitar la acción directa del sol sobre los tarros de leche desde el momento que abandonan el cuarto de enfriado. De no existir esta preocupación, se atenúan o desaparecen los buenos efectos del enfriado. En nuestra campaña hay algunos tamberos que todavía persisten en la mala costumbre de transportar la leche en esas condiciones; y es casi general, puede comprobarse al cruzar las carreteras, la despreocupación por proteger con un ligero tinglado, o en cualquier otra forma, los tarros de leche que aguardan al margen del camino para ser levantados por el camión recolector. Y la misma despreocupación se constata, también, en numerosas estaciones de ferro-carril.

El transporte de los tarros en los camiones, en general se hace también sin protección. En los vagones, por otra parte, si bien están protegidos los envases de la acción directa del sol, y permiten, por su construcción, la fácil renovación del aire, distan todavía de ofrecer condiciones satisfactorias para el transporte de la leche.

El vagón frigorífico, o el enfriado a bajas temperaturas en los puntos de embarque, son ideales a alcanzar en este problema del abastecimiento de leche higiénica.

Una solución mejorante de la situación actual la podría constituir el transporte de leche utilizando refrigerantes a fin de mantener, cuando menos sin elevación, la temperatura de la leche al salir de la enfriadora.

El problema comprende dos aspectos fundamentales: el técnico y el económico, igualmente importantes y podríamos también afirmar inseparables.

Por nuestra parte, nos hemos limitado por ahora a abordar el estudio de la posibilidad técnica del empleo del hielo seco en el transporte de la leche. Correspondería luego abordar el estudio económico de su utilización. Su empleo dependerá sobre todo del costo del hielo seco, sub-producto posible de las destilerías del Estado.

Hemos utilizado igualmente el hielo en nuestros ensayos a fin de poder luego establecer, teniendo en cuenta los resultados obtenidos, la comparación entre ambos productos, principalmente desde el punto de vista económico.

Diremos dos palabras, a título de información, sobre lo que es el hielo seco. El hielo seco es anhídrido carbónico solidificado. El gas puede ser producido por la combustión de coque, y luego purificado, o bien proviene como sub-producto de la industrias de fermentación. El proceso de fabricación consiste en la previa licuación del gas mediante la acción de un potente compresor, seguida de su expansión brusca, que lo transforma parcialmente en nieve carbónica, la que luego se moldea mecánicamente.

Se sublima; su calor latente de evaporación es casi el doble del correspondiente a la fusión del hielo: 152 calorías a 0°, en tanto que el hielo de agua, a la misma temperatura, solo absorbe 80 calorías al fundirse. Su temperatura es de 81° C. Un pie cúbico de hielo seco, o sean 0 m<sup>3</sup> 028317 pesa entre 70 a 100 libras, es decir, entre 31 kilogramos 710 y 45 kilogramos 359.

Experiencias de transporte durante 24 y 48 horas respectivamente, han acusado una pérdida de peso de 9.4 % y 13.5 % (1.)

Se realizó un primer ensayo de transporte de leche, debido a la amabilidad del Dr. DOMINGO BORDABERRY y Sr. F. DEL CAMPO, proveniente del establecimiento "La Cordobesa" de la Sucesión del Señor JORGE SERÉ IBARRA. El tambo

está ubicado en el departamento de Flores y a 218 kilómetros de la Estación Central. Es, por consiguiente, uno de los tambos más alejados de la Capital. (1)

La leche ordeñada entre las 23 y 24 horas del día Febrero 27, se filtró y enfrió a temperatura inferior a 10°, por pasaje en la enfriadora, conectada a un compresor a amoniaco, a expansión directa. Envasada en tarros de 30 litros, se introdujo en los mismos una cantidad determinada de hielo seco, o de hielo común, contenida en tubos de aluminio de 49 centímetros de largo y 74 milímetros de diámetro, con un volumen de 2.150 c. c. a 20°.

Estos tubos se habían esterilizado previamente por calentamiento durante 45', en un esterilizador Koch de nuestro Laboratorio, envolviéndose luego en papel impermeable esterilizado, que se conservó hasta el instante de introducirlos en los tarros de leche con el refrigerante. (2)

En el cuadro que subsigue se expresan los datos respectivos.

N.º del tarro	Refrigerante	Cantidad en kilogramos	Temperatura de la leche al agregarle el refrigerante
9	Hielo seco	0.750 (1 tubo)	9°
10	" "	1.600 (2 tubos)	8°
11	" "	1.400 (2 tubos)	8°
12	Hielo	1.000	8°
13	"	1.000	8°
14	"	0.900	8°
15	Testigo	—	7°5
16	"	—	8°
17	"	—	8°

La acidez de la leche, en todos los envases, era inferior a 15° Dornic.

Los tarros fueron depositados al sereno hasta el momento en que fueron cargados en el F. C. del Estado, Trinidad-Durazno, siendo reembarcados luego en la Estación Durazno, llegando a Estación Central a las 19 horas y 30.

(1) Agradecemos al Sr. Director de Salubridad Dr. ENRIQUE CLAVEAUX y al Sr. Gerente de la Cooperativa "Cole" las facilidades que se sirvieron dispensarnos para la realización de este estudio.

(2) El hielo seco empleado en estos ensayos fué adquirido en la Destilería MATTALDI, Buenos Aires.

En la planchada de la "Cole" se desembarcaron los tarros a las 11 horas del día 28 de Febrero. Entre su envasado y recepción en la Usina, por lo tanto, mediaron casi doce horas.

La Sección Fito-Meteorológica de la Estación Experimental de Riego de la Facultad de Agronomía, ubicada en Sayago, nos ha proporcionado los siguientes datos respecto a la temperatura al abrigo en los días 27 y 28 de Febrero.

### 27 DE FEBRERO

Hora	20	Temperatura	19° 3 C.
"	22	"	18° 6 "
"	24	"	17° 8 "

### 28 DE FEBRERO

Hora	2	Temperatura	17° 3 C.
"	4	"	17° 0 "
"	6	"	17° 3 "
"	8	"	22° 5 "
"	10	"	27° 1 "
"	12	"	28° 8 "

### TEMPERATURA A LA INTEMPERIE, SOBRE CESPED (OBSERVACIONES DIRECTAS)

#### 27 DE FEBRERO

Hora	7	Temperatura	20° 1 C.
"	14	"	29° 5 "
"	21	"	18° 3 "

#### 28 DE FEBRERO

Hora	7	Temperatura	21° 4 C.
"	14	"	27° 3 "
"	21	"	19° 5 "

En la planchada de la "Cole" verificamos la temperatura de la leche, la que se expresa en el cuadro siguiente, columna 5.ª.

No. del tarro	Temperatura de la leche al ser envasada	Refrigerante	Cantidad en kilogramos	Temperatura de la leche en la planchada de la "Cole"
9	9º	Hielo seco	0.750	18º
10	8º	"	1.600	17º
11	8º	"	1.400	17º
12	8º	Hielo	1.000	18º
13	8º	"	1.000	17º 5
14	8º	"	0.900	19º
15	7º 5	Testigo	—	19º 5
16	8º	"	—	20º 5
17	8º	"	—	21º

La acidez de la leche, en todos los tarros, se comprobó que era superior a 15ºDornic.

Cultivos en gelosa (pH — 7,4) con dilución 1/1.000.000 y mantenida 48 horas a 37º no acusaron colonias en las placas dobles, correspondientes a los tarros numerados del 9 al 14. En las placas correspondientes a los tarros 17, dos colonias; 15, una colonia; 16, dos colonias.

En los tarros con tubos conteniendo hielo, se constató leche en su interior. En los que contenían hielo seco, la leche no había penetrado.

Los tubos tenían una pequeña perforación en su tapa a fin de permitir la evacuación del anhídrido carbónico proveniente de la sublimación del hielo seco. De lo contrario, la tensión del gas provocaba casi inmediatamente después de haber llenado los tubos, su apertura violenta. Parte del gas halla salida por los intersticios del ajuste de la tapa del tarro. Otra parte, se disuelve en la leche, por su tendencia a "caer", dado su peso específico mayor que el del aire.

Los tubos de aluminio en los ensayos con hielo seco, flotaban parcialmente en los envases, lo que explica que no hubiera leche en su interior, a pesar de estar perforados como se ha expresado.

Debido a la gentileza del Sr. Don GREGORIO AZNAREZ pudimos repetir nuestros ensayos en el tambo de su propiedad ubicado en Solís y que está bajo la dirección técnica del Ing. Agr. JULIO AZNAREZ.

Este establecimiento dista 96 kilómetros de Montevideo y carga en la Estación Solís a 92 kilómetros de Central.

Se ordeñó entre las 12 y las 15 horas del 20 de Marzo; el enfriado se hizo de inmediato utilizándose agua de pozo a 18°, bombeada durante la operación.

La acidez de la leche contenida en los tarros en estudio, después de enfriada era inferior a 15° Dornic.

En el tarro N. 1 se introdujo un tubo con 650 gramos de hielo seco; en el N.º 2, dos tubos con 1 kg. 140 de hielo seco; en el N.º 6 dos tubos con 1 kg. de hielo.

La leche llegó a la Estación Central a las 19 horas y 20 minutos y entró en la planchada de la Cole a las 22 y 30. Entre el ordeño en el tambo y su recepción en la Usina mediaron, pues, entre 10 a 11 horas.

Temperatura ambiente al abrigo a las horas del ensayo (datos de la Estación Experimental de Riego). Marzo 20 de 1932.

Hora	12	Temperatura	22° 2 C.
"	14	"	21° 6 "
"	16	"	19° 9 "
"	18	"	19° 8 "
"	20	"	19° 6 "
"	22	"	19° 2 "
"	24	"	19° 4 "

#### TEMPERATURA A LA INTEMPERIE SOBRE CESPED (OBSERVACIONES DIRECTAS)

Hora	7	Temperatura	21° 5 C.
"	14	"	22° 6 "
"	21	"	18° 6 "

En el cuadro que sigue se resumen los datos de la observación correspondientes a la llegada de la leche a la Usina Cooperativa "Cole".

No. del tarro	Refrigerante	Cantidad de refrigerante (kilogramos)	Temperatura de la leche en la planchada de la "Cole"	Acidez (en gramos de ácido láctico)	Prueba del alcohol	Calorías en c.c. (diluc. 1:1.000.000)
1	Hielo seco	0.650	19°	1.44	Positiva	—
2	"	1.140	18°	1.62	Positiva	—
6	Hielo	1.000	18° 5	1.26	Negativa	—
8	Testigo	—	21° 5	1.35	Negativa	1.500.000
10	"	—	21° 5	1.48	Negativa	2.000.000

Del cuadro que antecede surgen varias constataciones, que reputamos de interés.

La temperatura de la leche en los tarros con refrigerante es sensiblemente inferior a la de los tarros testigos y es algo más acentuada la diferencia en los tarros 2 y 6, con mayor contenido de refrigerante. Si la diferencia térmica, a la llegada a la planchada, es sólo de 3° 5 (tarro N. 2) y de 2° 5 (tarro N. 1) comparados con los testigos, el efecto de la baja temperatura inicial y durante el transporte en la leche de los tarros 1, 2 y 6, consecuencia del agregado del refrigerante, se ha traducido en cambio en la ausencia de desarrollo microbiano en las placas de Petri en diluciones 1:1.000.000.

Los cultivos se hicieron utilizando como medio Bacto peptonized milk agar (pH, 6.56) manteniéndolos 72 horas en la estufa a 37° y en prueba doble. Se diluye a 1:100.000, y se cultiva como control, y a 1:1.000.000, en placas dobles.

La prueba del alcohol, realizada por los funcionarios inspectores en el momento de la recepción de la leche, dió reacción positiva para los tarros 1 y 2; negativa para los restantes.

Una pequeña muestra de leche de cada tarro fué recogida con las debidas precauciones y envasada en recipientes esterilizados que de inmediato llevamos a nuestro Laboratorio para la investigación microbiana y determinación de la acidez.

Según se desprende de las cifras del cuadro anterior, la acidez, expresada en gramos de ácido láctico por litro, fué de 1 gr. 35 y 1 gr. 48 respectivamente en los envases testigos; 1 gr. 26 en el tarro N.º 6, que recibió dos tubos con 1 kg. de hielo. Los tarros 1 y 2, en cambio, con 650 gramos y kg. 140 de hielo seco, acusaron 1 gr. 44 y 1 gr. 62, respectivamente, de ácido láctico.

Decidimos, entonces, someter la leche 1 y 2 al proceso térmico que sufrirían en la Usina durante la pasteurización. Calentamos al baño de maría a 60°, agitando lentamente, ambas leches, hasta la temperatura de 59°. De inmediato se enfrió a 20°. Practicada la prueba del alcohol, ambas leches dieron reacción negativa.

Investigada la acidez obtuvimos los siguientes valores:

	(Leche calentada a 59° y enfriada)	Leche en la planchada
N.º 1	1 gr. 35 (ácido láctico)	1 gr. 44 (ácido láctico)
N.º 2	1 gr. 35 (ácido láctico)	1 gr. 62 (ácido láctico)

El 23 de Marzo repetimos nuestro ensayo en Solís, operando en las mismas condiciones ya descriptas.

En el cuadro siguiente se expresan todos los datos recojidos en la explotación del Sr. Don GREGORIO AZNAREZ.

No. del tarro	REFRIGERANTE	Cantidad en kilogramos	Temperatura de la leche al agregarle el refrigerante (1)	Acidez (en gramos de ácido láctico por lit.)	Prueba del alcohol
1	Hielo (2 tubos) . . . . .	1.680	28°	1.26	Negativa
2	Hielo (1 tubo) . . . . .	0.800	23° 5	1.26	"
3	Hielo seco (1 tubo) . . . . .	0.950	25°	1.17	"
4	Hielo seco (2 tubos) . . . . .	2.000	24° 5	1.26	"
5	Hielo seco (1 tubo) . . . . .	0.900	21° 5	1.08	"
6	Testigo . . . . .	—	21° 5	1.26	"
7	Hielo seco (trozo) . . . . .	0.900	21° 5	1.26	"
8	Hielo (2 tubos) . . . . .	1.800	21° 5	1.17	"
9	Testigo . . . . .	—	22°	1.26	"
10	Testigo . . . . .	—	21° 5	1.17	"
11	Testigo . . . . .	—	21° 5	1.26	"
12	Testigo . . . . .	—	21° 5	1.17	"

Temperatura al abrigo durante las horas del ensayo, (datos proporcionados por la Estación Experimental de Riego de la Facultad de Agronomía, Sección Fito-Meteorológica). Marzo 23 de 1932.

Hora	12	Temperatura	25° 7 C.
"	14	"	26° 6 "
"	16	"	25° 9 "
"	18	"	23° 0 "
"	20	"	21° 6 "
"	22	"	21° 1 "
"	24	"	20° 7 "

Temperatura a la intemperie, sobre cesped (observación directa):

Hora	7	Temperatura	18° 6 C.
"	14	"	32° 3 "
"	21	"	20° 7 "

Como en el ensayo del 20 de Marzo, entre el ordeño y la recepción de la leche en la planchada de la Usina, transcurrieron alrededor de 10 horas. Inmediatamente de llegar a la "Cole", se procedió al examen de la leche y recolección de muestras.

(1) El enfriado se hizo con agua de cachimba a 20° 5.

No. del tarro	Refrigerante	Cantidad en kilogramos	Temperatura de la leche al agregarle el refrigerante en el tambo	Prueba del alcohol en el tambo	Temperatura en la planchada	Prueba del alcohol en la planchada
1	Hielo (2 tubos).	1.680	28°	Negativa	22° 5	Negativa
2	" (1 tubo)	0.800	23° 5	"	22° 0	"
3	Hielo seco (1 tubo)	0.950	25° 0	"	22° 0	Positiva (muy poco)
4	" (2 tubos)	2.000	24° 5	"	21° 0	Positiva
5	" (1 tubo)	0.900	21° 5	"	21° 5	Negativa
6	Testigo	—	21° 5	"	23° 0	"
7	Hielo seco (trozo)	0.900	21° 5	"	21° 0	Positiva
8	" (2 tubos)	1.800	21° 5	"	21° 5	Negativa
9	Testigo	—	22° 0	"	23° 5	"
10	Testigo	—	21° 5	"	24° 0	"
11	Testigo	—	21° 5	"	23° 5	"
12	Testigo	—	21° 5	"	24° 5	"

Vuelve en este ensayo a repetirse la coagulación de las leches refrigeradas con hielo seco, en la prueba del alcohol. En efecto: coagulan positivamente, con precipitado de partículas gruesas de caseína, las leches de los tarros N.º 4 y 7, que recibieron: la primera, dos tubos con 2 kg. neto de hielo seco y la segunda, el agregado de un trozo de 900 gramos de hielo seco. Ambas leches, en consecuencia, las declaró inaptas para el consumo la Inspección Técnica Municipal, destinándolas a descreme.

La leche del tarro N.º 3 dió reacción positiva con el alcohol, pero con precipitado muy fino, siendo admitida para el consumo. Dicha leche con una temperatura original de 25°, fué envasada recibiendo en un tubo 950 gramos de hielo seco, llegando a la planchada con 22° de temperatura.

La leche del tarro N.º 5, en cambio, fué la única que en los dos ensayos, reaccionó negativamente con el alcohol, apesar de que se transportó con un tubo conteniendo 900 gramos de hielo seco, siendo su temperatura en el tambo de 21° 5 en el momento de agregarle el refrigerante y llegando 10 horas después a la planchada con la misma temperatura.

Solicitamos de inmediato del Sr. Farmacéutico OLIVERA VESCOBI, a cargo en ese momento de la Inspección, autorización para someter las leches del tarro N.º 7 a un ligero calentamiento, como lo practicáramos en el ensayo anterior, posteriormente en nuestro Laboratorio, siéndonos concedida con toda gentileza, a la que quedamos reconocidos.

En presencia del referido técnico se retiró una muestra de 60 c.c. de leche que se calentó en un matraz, a baño de maría, hasta alcanzar 58°. Se enfrió luego hasta 26° bajo el chorro de

agua de una canilla, y haciendo girar el matraz. Invitamos entonces al Sr. Farmacéutico OLIVERA VESCOBI a constatar el comportamiento de la leche en la prueba del alcohol, lo que hizo en prueba doble, mezclando 2 c.c. de leche y de alcohol a 70°, y en ambos casos la reacción fué negativa. Practicó una tercera prueba doblando la cantidad de alcohol, es decir, mezclando 2 c.c. de leche y 4 c.c. de alcohol a 70° y tampoco reaccionó la leche, dando nuevamente reacción negativa, en tanto que había coagulado francamente, con granos bien visibles de caseína, al retirarse la muestra de la leche directamente del tarro.

Procediendo igualmente que en el ensayo anterior, llevamos de inmediato muestras de las leches en recipientes esterilizados al Laboratorio de la Cátedra, a fin de proceder a su análisis y cultivo en placas de Petri.

Constatamos en las leches la acidez que se expresa a continuación:

#### Acidez en gramos de ácido láctico por litro

	En el laboratorio	En el tambo
N.º 1	1.26	1.26
" 2	1.26	1.26
" 3	1.35	1.17
" 4	1.53	1.26
" 5	1.17	1.08
" 6	1.35	1.26
" 7	2.07	1.26
" 8	1.26	1.17
" 9	1.44	1.26
" 10	1.35	1.17
" 11	1.44	1.26
" 12	1.36	1.17

La leche N.º 3 que reaccionó positivamente al alcohol con precipitado muy fino, fué calentada a 50° en baño de maría y enfriada a 20°. Se determinó su acidez, hallándose 1 gr. 17. La prueba del alcohol, en la leche calentada y luego enfriada, fué negativa.

La leche N.º 4 fué calentada y enfriada como la anterior. Su acidez se redujo de 1.53 a 1.26. La reacción con el alcohol fué negativa.

La leche N.º 7 fué tratada en la misma forma: a 50°. Se obtuvo luego con el alcohol un fino precipitado de caseína. Su acidez de 2.07 bajó a 1.44 después del calentamiento a 50°. Otra porción de la misma leche se calienta a 55°, procediendo como en los casos anteriores. La prueba del alcohol en esta leche es negativa nuevamente, concordando este resultado con el obtenido en la "Cole" calentando previamente la leche a 58°.

Las leches refrigeradas con hielo seco, como se ha constatado, han acusado una acidez más elevada que las restantes, al ser dosificadas con  $\text{Na OH } \frac{\text{N}}{10}$  y usando fenolftaleína como indicador.

El anhídrido carbónico es un constituyente normal de la leche fresca y afecta, dentro de ciertos límites, la acidez. RICE y MARKLEY en un estudio al respecto, hallaron que el  $\text{CO}_2$  libre, mínimo, contenido en varias leches examinadas, expresado en gramos de ácido láctico, oscilaba entre 0 gr. 016 y 0 gr. 022. Sometidas estas mismas leches a la ebullición, o a la pasteurización, su contenido en acidez disminuía, lo que es atribuible en parte a pérdidas de  $\text{CO}_2$ , entre 0 gr. 012 y 0 gr. 018. (2)

En nuestros ensayos también hemos podido verificar que el anhídrido carbónico incorporado a la leche debido a la sublimación del hielo seco desaparece en el calentamiento a que fué sometida, y en la Usina durante la pasteurización, lo que hace apta la leche para el consumo, desde el punto de vista de las exigencias de las pruebas del alcohol, como se ha demostrado.

Se cultivó la leche durante 72 horas a  $37^\circ$  en Bacto Peptonized milk agar pH 6.56, en diluciones 1:100.000, como testigo, y 1:1.000.000, obteniéndose los resultados que se expresan a continuación:

N.º del tarro	Colonias desarrolladas en Bacto peptonized milk agar, durante 72 horas a $37^\circ$ , por c.c. de leche:*
1	1.500.000
2	1.000.000
3	—
4	—
5	—
6	6.000.000
7	—
8	—
9	4.500.000
10	5.500.000
11	3.500.000
12	2.500.000

Los recuentos microbianos de las leches transportadas con refrigerantes no arrojaron resultados superiores a 1.500.000 de colonias por c.c. exigencia que la Municipalidad de Montevideo ha establecido en su ordenanza de la leche. Es conocido el efecto favorable de las temperaturas bajas para impedir el desarrollo microbiano o cuando menos, aminorarlo. (3) En el caso del hielo seco, por otra parte, cabría suponer se agregase el efecto de su poder germicida que se le ha atribuido por algunos autores. A este respecto consideramos interesante reproducir la opinión de diversos investigadores.

PRUCHA, BRANNON y AMBROSE en una investigación llevada a cabo en la Universidad de Illinois sobre los efectos del  $\text{CO}_2$  en la leche y derivados, expresan que desde el punto de vista higiénico es interesante el empleo de este gas en la conservación de alimentos; que es un hecho comprobado que en una atmósfera de  $\text{CO}_2$  sufren los seres vivos y que bajo condiciones determinadas este gas es inconveniente para la vida de ciertas bacterias. De aquí que se haya afirmado la ventaja del empleo del  $\text{CO}_2$  en bebidas y alimentos carbonatados. Los autores experimentaron los efectos del  $\text{CO}_2$  sobre los gérmenes microbianos en crema helada (ice-cream) y en leche, a presiones variables hasta de 60 libras. (4)

La conclusión de sus ensayos fué la siguiente. "En estas experiencias preliminares solo se consideró el aspecto sanitario de la leche carbonatada y de sus derivados, también carbonatados. Esta carbonatación puede presentar muchas ventajas comerciales y ser de utilidad para la industria lechera. Sin embargo, de acuerdo con los resultados obtenidos, la carbonatación no constituye un medio que asegure la higiene de los productos lecheros."

PRUCHA, BRANNON and RUEHE, posteriormente, investigaron los efectos de la carbonatación de la crema y manteca sobre la flora microbiana de estos productos; su influencia en el desarrollo de sabores; su conservación, llegando a la conclusión de que para obtener buenos resultados, con la carbonatación de la manteca, era necesaria almacenarla en atmósfera de  $\text{CO}_2$  y en envase herméticamente cerrado. (5)

KOSER y SKINNER han demostrado que la causa de la desaparición de bacterias en bebidas carbonatadas con  $\text{CO}_2$  a presión, consistía principalmente en la acidez producida por el gas, desde que suelen alcanzarse pH hasta de valor 4.0 en los líquidos carbonatados. (6)

MACÉ cita las conclusiones de ALTANA en el sentido de que el  $\text{CO}_2$  tendría sobre las bacterias una verdadera acción tóxica. (7)

BUCHANAN y FULMER en su valiosa obra hacen referencia al poder germinicida del  $\text{CO}_2$  a presión, indicando su principal aplicación, en la industria de las bebidas carbonatadas. Expresan que se ha constatado que ciertos tipos de levaduras y de bacterias son capaces de desarrollarse en las bebidas carbonatadas con  $\text{CO}_2$  a presión considerable. Otros organismos, en cambio, son destruidos o inhibidos en su desarrollo. En el estado actual de los conocimientos sobre esta cuestión no ha podido precisarse todavía hasta que límites obra el  $\text{CO}_2$  como preservativo, a consecuencia de los cambios que su agregado provoca en la concentración del ion hidrógeno en los líquidos; ni tampoco se ha precisado hasta que punto existe una estimulación de la

acción específica del ion hidrógeno atribuible a la carbonatación de los líquidos; ni tampoco se ha precisado, finalmente, hasta que límite se produciría una acción directa sobre las células de los microorganismos, a consecuencia de la presencia de  $\text{CO}_2$ . (8)

Por nuestra parte, diremos que sea cual fuere la explicación correcta de la acción del  $\text{CO}_2$ , el hecho comprobado en nuestros ensayos es que con el empleo de los refrigerantes utilizados en su transporte, han podido obtenerse leches con un contenido microbiano inferior al límite de 1.500.000 establecido por la ordenanza municipal de Montevideo, lo que no ha sucedido, en general, con las leches testigo, y aún cuando no pueden sacarse conclusiones definitivas de tan reducido número de ensayos, cabe indicar también que el contenido microbiano en las leches refrigeradas con hielo seco siempre se ha demostrado inferior al de las leches tratadas con hielo.

En el momento actual el productor de leche reclama por el precio que obtiene de la leche en el mercado, afirmando que no constituye una retribución justa de su costo y de su trabajo. En estas condiciones no es presumible que pueda haber ambiente favorable para la realización de mejoras que perfeccionen la calidad de la producción, aunque debe reconocerse el espíritu progresista y realizador de muchos productores apesar de todos los inconvenientes actuales. Las mejoras en el transporte, por lo tanto, es presumible que se vean dilatadas todavía. No obstante, y a título informativo, conceptuamos de interés dar cuenta de los resultados obtenidos en Estados Unidos en ensayos experimentados en transporte de leche. (9)

A fin de evitar el calentamiento de la leche durante el transporte se recubrieron los tarros con sacos especiales de fieltro, evitándose así transferencias de calor entre el ambiente y la leche enfriada.

La leche se enfrió en el tambo a  $44^\circ\text{F}$ . Se cargó en un carro abierto, recorriendo 13 millas para llegar a la estación de ferrocarril. La temperatura durante este recorrido de  $2\frac{1}{2}$  horas, era de  $80^\circ\text{F}$ . Se cargó la leche en un vagón ordinario de Washington a New Orleans, con un recorrido de 1.120 millas.

Diez millas después de la salida de la leche del tambo, se constató que la leche tenía  $60^\circ\text{F}$  de temperatura en los tarros testigos; la leche del tarro recubierto con un saco de fieltro de  $\frac{1}{2}$  pulgada de espesor llegó a  $60^\circ\text{F}$  después de 268 millas de recorrido; en el tarro recubierto con un saco de 1 pulgada de espesor, la leche llegó a  $60^\circ\text{F}$  a las 332 millas recorridas. Es decir, que comparado con el tarro testigo, el tarro con  $\frac{1}{2}$  pulgada de aislador permitió a la leche un recorrido 26 veces mayor, para llegar a la misma temperatura de  $60^\circ\text{F}$  y 33 veces mayor en el aislado con 1 pulgada.

El empleo de aisladores de los tarros por consiguiente, constituiría el complemento del buen enfriado y de la utilización de substancias refrigeradoras durante el transporte, lo que nos proponemos estudiar y ensayar, por otra parte, en el momento oportuno.

### CONCLUSIONES

El hielo seco utilizado como refrigerante en los ensayos realizados de transporte de leche ha permitido la llegada a Montevideo de leches con contenido microbiano inferior, en todas las pruebas, al límite de 1.500.000 establecido por la Ordenanza municipal de la Capital; desde el punto de vista de la temperatura, sus efectos han sido sensibles en el sentido de que ha sido posible conseguir la llegada de leches con temperaturas inferiores a las de las leches testigo, aún cuando para aprovechar las ventajas térmicas, habrá conveniencia en utilizar sacos aisladores, siempre que la economía de la producción lo permitiera.

La reacción positiva, de las leches refrigeradas con hielo seco, a la prueba del alcohol se ha demostrado que carece de significación higiénica.

Determinado por el Ente Industrial del Estado el precio posible del hielo seco en caso de que decidiera el estudio técnico de su elaboración, correspondería abordar la investigación completo del aspecto económico de su utilización como refrigerante en el transporte de leche y, en general también para la conservación de los alimentos, a baja temperatura.

### BIBLIOGRAFÍA

- (1) PEDRO MENÉNDEZ LEES. — Aplicaciones del Frio. 1931. Mont.
- (2) FRANK E. RICE and ALTON L. MARKLEY. — The Relation of Natural Acidity in Milk to Composition and Physical Properties. Jour. of D. Science. 1924. P. 468.
- (3) PEDRO MENÉNDEZ LEES. — Producción de Leche Higiénica. 1929. Montevideo.
- (4) M. J. PRUCHA, J. M. BRANNON and A. S. AMBROSE. — Does Carbon Dioxid in Carbonated Milk and Milk Products Destroy Bacteria? University of Illinois. Circul. N.º 256. 1922.
- (5) M. J. PRUCHA, J. M. BRANNON and H. A. RUEHE. — Carbonation of butter. Jour. of D. Science 1925. P. 318
- (6) S. A. KOSER and W. W. SKINNER. — J. Bacteriologic. 1922. 7 p.111.
- (7) E. MACÉ. — Traité de Bactériologie. 1912. p. 84.
- (8) R. E. BUCHANAN and E. I. FULMER. — Physiology and Biochemistry of Bacteria. 1930. Vol. II. p. 425.
- (9) J. A. GAMBLE and J. T. BOWEN. — Cooling milk and Storing and Shipping it at low temperatures. U. S. Dept. of Agriculture. Bull. N.º 744. January 1919.